

ИИТ - 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА»**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
АКАДЕМИЯ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ
(САМАРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)**

**САМАРСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
ПО ПРОБЛЕМАМ МЕТОДОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА РАН**

**Международная
научно-техническая конференция**

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Advanced Information Technologies
and Scientific Computing**

14 – 16 марта 2017 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ



САМАРА, 2017

Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. – 1216 с.

Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2017): Proceedings of the International Scientific Conference / Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of RAS, 2017. – 1216 p.

ISBN 978-5-93424-784-4

В сборник научных трудов включены доклады Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии – 2017», проходившей с 14 – 16 марта 2017 г. в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева.

Рассмотрены актуальные проблемы создания автоматизированных систем научных исследований, интеллектуальных информационных систем, технологий информационной безопасности, информационных технологий в медицине, информационных технологий высоко-производительных вычислений, телекоммуникаций, информационных технологий на транспорте, методик обучения и компьютерных обучающих программ, моделирования и анализа сложных технических систем, философии искусственного интеллекта.

Печатается по решению издательского совета
Самарского научного центра Российской академии наук

Редакционная коллегия

Прохоров С.А. – главный редактор;
Иващенко А.В. – технический редактор;
Востокин С.В., Еленев Д.В., Заболотнов Ю.М., Куликовских И.М.,
Лёзин И.А., Михеева Т.И., Нестеров А.Ю.,
Новиков С.Я., Солдатова О.П., Столбова А.А.

ISBN 978-5-93424-784-4

© Оргкомитет конференции, 2017
© Самарский национальный
исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва, 2017



К 70-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА С.А. ПРОХОРОВА

С.А. Прохоров, И.М. Куликовских

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

На пути создания образцов новой техники, технологических процессов научные исследования являются первым шагом, в процессе которого исследователь открывает новые законы, закономерности, совершает научные открытия [1].

Научные исследования представляют собой сложный, итерационный процесс, представляющий сочетание теоретических, включая методы моделирования, и экспериментальных методов.

Не умаляя достоинств теоретических методов исследования, значение экспериментальных методов трудно переоценить. Только с помощью эксперимента возможно получение достоверной информации об исследуемом объекте в реальном масштабе времени, после обработки которой возможно построение её модели. Открыв новый эффект, новое явление экспериментальным путем, которые невозможно объяснить на базе существующих теорий, экспериментатор стимулирует развитие фундаментальной науки. В то же время, получив новый теоретический научный результат, исследователь, с целью подтверждения основных положений новой теории, нуждается в его экспериментальной проверке.

При проведении экспериментальных научных исследований исследователь:

1. ставит задачу исследований в терминах предметной области;
2. строит модель исследуемого объекта и определяет вектор информативных параметров \vec{Q} , адекватно описывающий ее в рамках поставленной задачи;
3. с помощью технических средств осуществляет измерение, регистрацию и обработку мгновенных значений наблюдаемых процессов $\vec{X}(\vec{\Theta}, t)$, с целью определения вектора информативных параметров $\vec{\Theta}$, описывающих модель процесса;
4. по результатам обработки информации устанавливает взаимно однозначное соответствие между векторами \vec{Q} и $\vec{\Theta}$ $\vec{Q} = \Phi(\vec{\Theta})$, используемое для построения искомой модели объекта;
5. анализирует полученные результаты;
6. если результаты его устраивают - эксперимент окончен, в противном случае необходимо повторить пункты 3,4 (точность полученных результатов



неудовлетворительна), или пункты 2-4 (вектор параметров $\bar{\Omega}$ не полно описывает поведение объекта), а иногда и пункты 1-4 (ставится другая задача).

Следует отметить, что задачи 1, 2 и 4, 5, как правило, решает специалист данной предметной области, формулируя и интерпретируя ее в терминах предметной области, а 3 задачу - специалисты в области измерения и обработки измерительной информации.

Такое разделение функций между исследователем и специалистом в области измерения и обработки измерительной информации позволяет последнему абстрагироваться от конкретных физических объектов и вектора физических параметров $\bar{\Omega}$ и непосредственно перейти:

1. к математическому описанию исследуемых процессов и определению вектора параметров $\bar{\Theta}$, достаточных для решения поставленной задачи;
2. сбору информации с помощью первичных преобразователей;
3. оценке вектора параметров $\bar{\Theta}$ с помощью технических средств;
4. анализу точности полученных результатов;
5. аппроксимации полученных функциональных зависимостей с помощью параметрических моделей.

Каждая из перечисленных задач имеет свои специфические особенности, а эффективность решения четвертой и пятой - зависит от применяемых технических средств, построенных, как правило, на базе современных средств информационно-измерительной и вычислительной техники.

Основной подсистемой любого технического средства, предназначенного для получения и обработки измерительной информации является измерительно-вычислительный канал.

Под **измерительно-вычислительным каналом** понимается совокупность аппаратно-программных средств, предназначенных для измерения мгновенных значений соответствующей физической величины, обработки результатов измерения и представления конечных результатов в форме, удобной для дальнейшего использования.

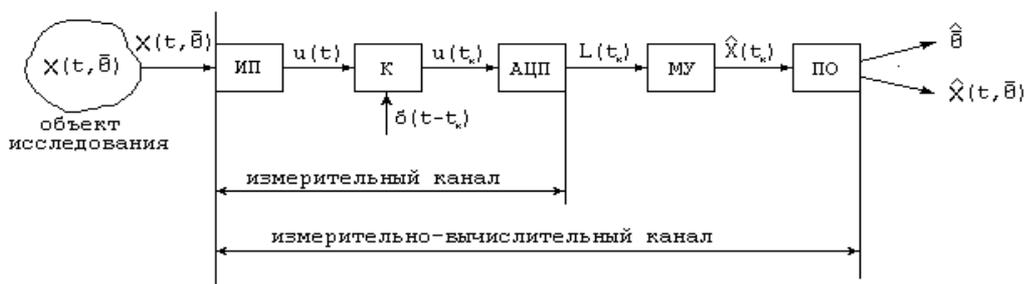


Рис.1. Измерительно-вычислительный канал

На рис. 1 приняты следующие обозначения.

- ИП - измерительный преобразователь (датчик);
- К - коммутатор;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- МУ - масштабирующее устройство;
- ПО - процессор обработки.



Исследуемый сигнал, подвергнутый аналого-цифровому преобразованию, представляет собой временную последовательность (временной ряд), члены которой отстоят друг от друга на величину интервала дискретизации Δt_0 .

Введем следующие обозначения: $X(t)$ - случайный процесс; $x_j(t)$ - j -я реализация процесса $X(t)$; $x_j(t_i)$ - мгновенное значение процесса $X(t)$, соответствующее значению j -й реализации в i -й момент времени.

Совокупность мгновенных значений, соответствующих значениям различных реализаций в один и тот же момент времени t_i , назовем i -й последовательностью процесса $X(t)$ и обозначим $x(t_i)$.

Отсюда следует, что в качестве аргументов случайного процесса выступают **время и номер реализации**. Хотя между этими координатами имеется принципиальное различие, заключающееся в том, что время может быть как непрерывным, так и дискретным, а номер реализации принимает только целочисленные значения, в теоретико-вероятностном плане они равноправны.

Следовательно, возможны два подхода к изучению свойств случайных процессов: первый - основан на анализе множества реализаций и второй - оперирует множеством последовательностей.

Для каждого случайного процесса могут быть установлены область определения $T \times N$ и область существования X : $t \in T$, $j \in N$ и $x \in X$. При этом T и X могут быть непрерывными, дискретными или смешанными, N - только дискретной. В процессе измерения интерес могут представлять как мгновенные значения $x_j(t_i)$, так и сами моменты измерения t_{ji} - потоки событий.

Выделим восемь классов важнейших процессов, которые встречаются на практике при решении самых разнообразных задач [2]:

1. детерминированные процессы - $\varphi(t)$;
2. случайные процессы; - $X(t)$;
- 3 детерминированные последовательности с регулярными интервалами времени между отсчетами $T = \text{const}$ - $\varphi(iT)$;
4. случайные последовательности с регулярными интервалами времени между отсчетами $\Delta t_0 = \text{const}$ - $X_j(i\Delta t_0)$, где j - номер реализации;
5. детерминированные последовательности со случайными интервалами времени между отсчетами $t_i = \text{random}$ - $\varphi(t_i)$;
6. случайные последовательности со случайными интервалами времени между отсчетами $t_i = \text{random}$ - $X_j(t_i)$;

7. регулярный поток событий - $\delta(t-T_i) = \begin{cases} 1, & \text{если } t = T_i \\ 0, & \text{если } t \neq T_i \end{cases}$;

8. случайный поток событий - $\delta(t-t_i) = \begin{cases} 1, & \text{если } t = t_i \\ 0, & \text{если } t \neq t_i \end{cases}$, где $t_i = \text{random}$.

Различные комбинации этих процессов дает возможность построить более сложные модели процессов, используемые как при исследованиях с целью определения их характеристик, так и при моделировании процессов с заданными



ми свойствами, используемых при имитационном моделировании средств измерения и обработки с целью определения их метрологических характеристик.

Все вероятностные характеристики, определяемые во временной области, можно условно разделить на характеристики положения и формы кривой распределения вероятностей случайного процесса и характеристики взаимосвязи (см. рис. 2).



Рис. 2. Классификация вероятностных характеристик случайных процессов

Следует подчеркнуть аналогию вероятностных характеристик, предназначенных для описания случайных процессов, с характеристиками, описывающими детерминированные процессы:

- математического ожидания m_x со средним значением x_{cp} ;
- среднеквадратического отклонения σ_x с действующим значением x ;
- пикфактора η с коэффициентом амплитуды k_a ;
- коэффициента формы случайного процесса k_{ϕ} с коэффициентом формы детерминированного процесса k_{ϕ} и т. д.



При этом наиболее часто определяются (в порядке возрастания материальных и вычислительных затрат):

- числовые характеристики случайного процесса;
- авто и взаимные корреляционные функции;
- спектральные плотности мощности;
- законы распределения.

На основании общей теории статистических измерений [1] измеряемая вероятностная характеристика определяется как предел выборочного среднего функционально преобразованного случайного процесса:

$$\Theta[X(t)] = \lim_{d \rightarrow \infty} S_d g[x_j(t)] \quad (2)$$

где Θ - измеряемая вероятностная характеристика; S_d - оператор идеального усреднения; d - параметр усреднения (время T , совокупность реализаций N или время и совокупность реализаций TN); g - оператор, представляющий собой преобразования, лежащие в основе определения вероятностной характеристики Θ ; $x_j(t)$ - j -ая реализация случайного процесса.

На практике исследователь имеет дело с ограниченной совокупностью выборочных данных (результатов измерения), полученных с использованием измерительно-вычислительного канала. Результат определения значения вероятностной характеристики по ограниченной совокупности выборочных данных носит название **оценки** [1]:

$$\hat{\Theta}[X(t)] = S_d g[x_j(t_i)] \quad (j = 1, 2, \dots, N; i = 1, 2, \dots, M), \quad (3)$$

где $x_j(t_i)$ – значение j -ой реализации случайного процесса в точке t_i .

Выражение (3) для оценки вероятностных характеристик при анализе последовательностей (временных рядов) запишем в виде:

- при усреднении по совокупности

$$\hat{\Theta}_i[X(t)] = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N g[x_j(t_i)]; \quad (4)$$

- при усреднении по времени

$$\hat{\Theta}_j[X(t)] = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M g[x_j(t_i)]; \quad (5)$$

- при усреднении по времени и совокупности

$$\hat{\Theta}_{cp}[X(t)] = \frac{1}{NM} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^M g[x_j(t_i)]. \quad (6)$$

Выделим три метода статистических измерений: прямые, косвенные и совокупные.

Прямым методом статистических измерений будем называть метод получения оценки вероятностной характеристики в соответствии с выражением (1).

Косвенным методом статистических измерений будем называть метод получения оценки вероятностной характеристики с использованием функцио-



нального преобразования оценок других вероятностных характеристик, полученных с помощью прямых методов статистических измерений:

$$\hat{\Theta}[z(t)] = F\left\{S_{d1} g_x [x_j(t_i^{(x)})], S_{d2} g_y [y_1(t_i^{(y)})] \dots\right\}, \quad (7)$$

где $F\{ \}$ представляет собой функциональное преобразование полученных оценок $\hat{\Theta}[x(t)]$ и $\hat{\Theta}[y(t)]$ и т.д. с целью получения оценки $\hat{\Theta}[z(t)]$.

Под **совокупными статистическими измерениями** будем понимать метод получения оценок в результате решения системы уравнений, содержащей оценки других вероятностных характеристик, полученных с помощью прямых, косвенных методов статистических измерений или их комбинацией:

$$\Xi_i \left\{ S_{d1} g^{(1)} [x_j^{(1)}(t_i^{(1)})], \dots, S_{dm} g^{(m)} [x_j^{(m)}(t_i^{(m)})] \right\} = 0 \quad (8)$$

$$\Xi_i \left\{ F^{(1)} \left\{ S_{d1} g^{(1)} [x_j^{(1)}(t_i^{(1)})] \right\}, \dots, F^{(m)} \left\{ S_{dm} g [x_j^{(m)}(t_i^{(m)})] \right\} \right\} = 0. \quad (9)$$

Следует отметить, что выражения (4) – (9) позволяют получить оценки как в результате измерения значений реализации случайного процесса, так и в результате обработки данных, записанных в память ЭВМ.

Первый подход будем называть **статистическими измерениями**, второй - **статистической обработкой**.

Под **статистическими измерениями** будем понимать измерение вероятностных характеристик случайных процессов с помощью специальных технических средств, работающих в реальном масштабе времени.

Под **статистической обработкой** будем понимать оценку вероятностных характеристик случайных процессов на ЭВМ, записанных на промежуточный носитель, с задержкой в обработке информации.

Выделяют **первичную** и **вторичную** статистическую обработку (измерения). Под **первичной** статистической обработкой (измерения) будем понимать оценку вероятностных характеристик по ограниченному набору данных, под **вторичной** - построение аналитических моделей исследуемых процессов и их характеристик.

Если не принимать во внимание фактор реального времени или задержку в обработке информации, то с точки зрения получения оценки по одному и тому же объему данных два подхода с методической точки зрения не отличаются друг от друга. Существенное отличие заключается в том, что работа в реальном масштабе времени накладывает жесткие ограничения на быстродействие технических средств. Это заставляет, в свою очередь, при статистических измерениях применять упрощенные алгоритмы оценивания интересующих параметров, обладающих значительным быстродействием. Кроме того, работа в реальном масштабе времени не дает возможность получить требуемые оценки, воспользовавшись другими алгоритмами, так как данную реализацию повторить нельзя - она **случайна**. Требуемую оценку необходимо получить за время, отводимое на эксперимент. Реализация же, записанная на промежуточный носитель или в память, становится **детерминированной**, и с ней можно экспериментировать сколь угодно долго. Это важное преимущество статистической обработки позволяет: с целью повышения точности оценивания осуществить



оценку одного параметра с помощью различных алгоритмов обработки информации; выбрать оптимальный алгоритм оценивания, соответствующий выбранному критерию; с целью построения новой или уточнённой модели осуществить оценку других параметров, описывающих эту модель.

Результаты измерений могут формироваться с использованием различных временных интервалов одной и той же совокупности реализаций, одних и тех же временных интервалов различных временных интервалов различных совокупностей реализаций.

Наличие или отсутствие зависимости значений вероятностных характеристик от времени или номера реализации определяет такие фундаментальные свойства процесса, как **стационарность** и **эргодичность**.

Стационарным называются процесс, вероятностные характеристики которого не зависят от времени. **Эргодическим** называется процесс, вероятностные характеристики которого не зависят от номера реализации.

Таким образом, случайные процессы на основе свойств стационарности и эргодичности можно представить в виде четырех классов: стационарные эргодические; стационарные неэргодические; нестационарные эргодические; нестационарные неэргодические.

Каждый из перечисленных классов имеет своё характерное описание - **математическую модель**, параметры которой подлежат определению как с помощью теоретических, так и экспериментальных методов исследования.

Решая разнообразные задачи научных исследований, исследователь на основании физических представлений и задачи исследований определяет составляющие вектора параметров случайного процесса $\bar{\Theta}$, дающие его исчерпывающее описание.

Так, например, если модель исследуемого процесса задать в виде аддитивно-мультипликативной модели [1, 2]

$$X(t) = \varphi(t) + \vartheta(t)X^\circ(t), \quad (1)$$

где $\varphi(t)$, $\vartheta(t)$ - детерминированные функции времени, $X^\circ(t)$ - центрированный стационарный эргодический процесс, - то в зависимости от сочетания составляющих этой модели и значения ее параметров получим следующие частные модели (см. таблицу 1).

Таблица 1. Некоторые модели исследуемых процессов

$\varphi(t)$	$\vartheta(t)$	$X(t) = \varphi(t) + \vartheta(t)X^\circ(t)$	Название процесса
$\varphi(t)$	0	$X(t) = \varphi(t)$	детерминированный
m_x	1	$X(t) = m_x + X^\circ(t)$	стационарный
$\varphi(t)$	1	$X(t) = \varphi(t) + X^\circ(t)$	нестационар. по мат. ожиданию
0	$\vartheta(t)$	$X(t) = \vartheta(t)X^\circ(t)$	нестационар. по дисперсии
$\varphi(t)$	$\vartheta(t)$	$X(t) = \varphi(t) + \vartheta(t)X^\circ(t)$	нестационар. по мат. ожиданию и дисперсии

Отсюда следует, что необходимо определить тренд процесса - $\varphi(t)$, среднеквадратическое отклонение - $\vartheta(t)$ и характеристики $X^\circ(t)$.



Приведенные модели случайных процессов не являются исчерпывающими, но часто являются достаточными при решении разнообразных прикладных задач в различных предметных областях.

Ответ на вопрос, какие характеристики определять во многом определяется свойствами исследуемого процесса и способом формирования выборочных данных. Следует отметить, что исследователя в первую очередь интересует возможность оценки вероятностной характеристики по одной реализации.

Это возможно только для стационарных эргодических процессов с помощью выражения (3) и для нестационарных эргодических процессов (в частности, для аддитивно-мультипликативной модели (1)) с использованием оператора текущего сглаживания или с использованием аппроксимативного подхода в ортогональных базисах [1, 3, 7].

При исследовании сложных объектов проводят, как правило, большое число испытаний. При этом происходит и накопление большого числа массивов числовых и функциональных характеристик, что в значительной степени затрудняет хранение, анализ и интерпретацию полученных результатов.

Один из возможных способов решения этой проблемы заключается в применении аппроксимативных методов, суть которых заключается в нахождении подходящего аналитического выражения $\varphi(x(t), \alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n)$ с неизвестными параметрами $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$, удовлетворяющими заданному критерию оптимальности, которое бы описывало найденные экспериментальные результаты. Аппроксимативный подход оказывается эффективным и при обработке результатов имитационного моделирования (вычислительного эксперимента) [3].

Основными преимуществами аппроксимативного подхода являются:

- наглядность и компактность полученного аналитического выражения, легкость визуализации;
- возможность использования аналитического выражения для дальнейших аналитических исследований и преобразований, с целью получения обобщенных вероятностных характеристик;
- сокращения объема хранимых данных.

К недостаткам метода следует отнести наличие методической погрешности, возникающей при замене полученных экспериментальных данных или другой функции более простым аналитическим выражением.

В общем случае, для реализации аппроксимативного подхода необходимо выполнить следующие этапы:

1. на основании анализа решаемой задачи определить требования к реализации входного процесса (последовательности): длине реализации (объему выборки), интервалу дискретизации, числу уровней квантования и т.д. с целью получения оценок вероятностных характеристик для последующей аппроксимации с допустимыми погрешностями;

2. по измеренным значениям входного процесса (последовательности) оценить значения функциональной характеристики в заданных точках;

3. проанализировать полученный результат и выбрать подходящее аналитическое выражение, по возможности, с минимальным количеством неиз-



вестных параметров, подлежащих определению, так как количество параметров в значительной мере определяет сложность аппаратуры или вычислений, его сходимость и устойчивость;

4. выбрать и обосновать критерий приближения;
5. составить и решить систему уравнений относительно неизвестных параметров аналитического выражения и определить погрешность приближения;
6. разработать структурную схему аппаратуры (программы) и рассчитать её параметры;
7. изготовить и отладить аппаратуру (написать и отладить программное обеспечение);
8. провести экспериментальные исследования (обработать полученные экспериментальные данные).
9. аналитически определить все интересующие обобщённые вероятностные характеристики.

Следует отметить, что определять аналитические выражения возможно как при анализе стационарных, так и нестационарных процессов. В первом случае анализируются функциональные характеристики, во втором - и моментные, являющиеся функциями времени. Определять параметры аналитических выражений возможно как с помощью **статистических измерений**, так и в результате **статистической обработки**.

Под **статистическими измерениями с аппроксимацией** будем понимать измерение (оценку) параметров аппроксимирующего выражения вероятностной функциональной характеристики случайных процессов с помощью специальных технических средств, работающих в реальном масштабе времени. Самыми популярными среди таких технических средств являются **коррелометры** и **спектроанализаторы** с аппроксимацией параметрическими моделями. В литературе их часто называют **статистическими анализаторами**. Статистические анализаторы, как правило, специализированные аппаратно-программные средства, определяющие **параметры реального процесса** (см. рис. 3).

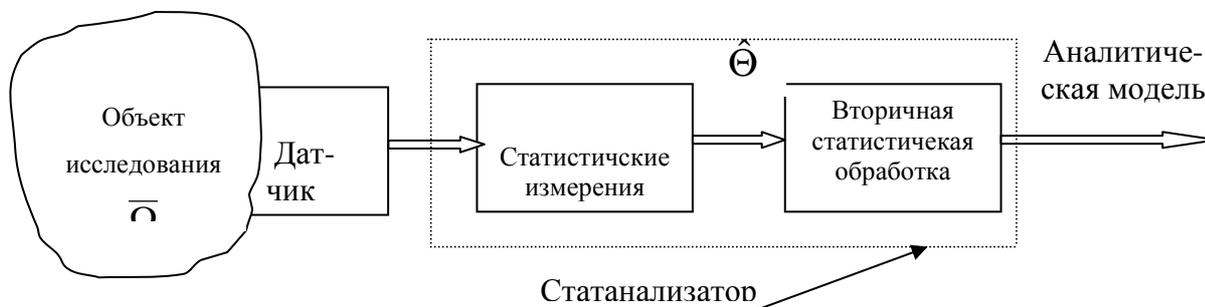


Рис. 3. Аппаратно-программные средства статистических измерений и обработки информации

Под **статистической обработкой с аппроксимацией** будем понимать оценку параметров аппроксимирующего выражения вероятностной функцио-



нальной характеристики случайных процессов с помощью ЭВМ, записанных на промежуточный носитель или память. При этом происходит временная задержка в обработке информации.

Аппроксимативные методы, основанные на применении ЭВМ, можно отнести к методам **вторичной обработки** информации. Однако, воспользовавшись принципом аппаратно-программного дуализма, возможно алгоритмы, положенные в основу работы статистических анализаторов, реализовать и чисто программным способом.

Следующим шагом является построение математической модели анализируемой вероятностной функциональной характеристики в виде параметрической модели. Следует отметить, что модель должна сохранять основные свойства анализируемой характеристики, особенно условие нормировки [1, 7].

Учитывая большое разнообразие функциональных вероятностных характеристик наиболее целесообразно искать их модель в виде ряда в том или ином ортогональном базисе $\psi_k(x, \gamma)$ с весом $\mu(x)$, где γ – параметр масштаба [7].

Представив модель вероятностной функциональной характеристики в виде

$$f(x) = \sum_{k=0}^m \beta_k \psi_k(x, \gamma), \quad (10)$$
$$\int_a^b \psi_k(x, \gamma) \psi_n(x, \gamma) \mu(x) dx = \begin{cases} \|\psi_k\|^2, & \text{если } k = n; \\ 0, & \text{если } k \neq n. \end{cases}$$

Для минимизации квадратической погрешности приближения

$$\Delta_m(\gamma) = \int_a^b [f(x) - \sum_{k=0}^m \beta_k \psi_k(x, \gamma)]^2 \mu(x) dx \rightarrow \min \quad (11)$$

лишь коэффициенты разложения – коэффициенты Фурье с учетом свойств ортогональных функций автоматически определяются выражением

$$\beta_k = \frac{1}{\|\psi_k\|^2} \int_a^b f(x) \psi_k(x, \gamma) \mu(x) dx. \quad (12)$$

Для определения же остальных параметров модели необходимо решать дополнительные задачи.

Таким образом, для построения ортогональной модели необходимо:

1. выбрать ортогональный базис – $\psi_k(x, \gamma)$;
2. определить численное значение параметра масштаба γ ;
3. определить коэффициенты разложения $\beta_k(\gamma)$;
4. определить количество членов разложения ряда (10) m ;
5. определить корректирующие коэффициенты, обеспечивающие выполнения моделью основных свойств вероятностной функциональной характеристики, как правило, условия нормировки [1, 3-7].

Графические интерпретации аппроксимативного анализа вероятностных характеристик случайных процессов представлены ниже [4].



Преобразование процесса во временной ряд и получение оценки вероятностной характеристики случайного процесса в соответствии с выражением (3)

$$\{x_j(t)\}_{j=0...N}^{t \in [0, T_j]} \Longrightarrow \{x_{ji}, t_{ji} / \Delta t_{ji}\}_{j=0...N}^{i=1, M} \Longrightarrow \hat{\Theta}[X(t)] = S_d g \left\{ \{x_{ji}, t_{ji} / \Delta t_{ji}\}_{j=0...N}^{i=1, M} \right\}$$

где $\{x_{ji}, t_{ji} / \Delta t_{ji}\}_{j=0...N}^{i=1, M}$ - временной ряд;

Аппроксимативный корреляционно-спектральный анализ случайных процессов

$$\begin{array}{ccccccc} \hat{\Theta}[X(t)] = \sigma_x^2 \hat{\rho}_x(\tau) & & & & & & \\ \hat{\rho}_x(\tau) \Longrightarrow \hat{\rho}_{ax}(\tau, \bar{\beta}_m) \Longrightarrow \hat{S}_{ax}(\omega, \bar{\beta}_m) \Longrightarrow \hat{F}_{ax}(\omega, \bar{\beta}_m) & & & & & & \\ & & \Downarrow & & \Downarrow & & \Downarrow \\ & & \tau_k^{(n)}, \mu_k & & \Delta \omega_s, \omega_s, S_x(\omega_s) & & \hat{P}_a(\omega_1, \omega_2) \end{array}$$

Аппроксимативный анализ взаимных корреляционно-спектральных характеристик случайных процессов

$$\begin{array}{ccccccc} \hat{\Theta}[X(t), Y(t)] = \sigma_{xy}^2 \hat{\rho}_{xy}(\tau) & & & & & & \\ \hat{\rho}_{xy}(\tau) \Longrightarrow \hat{\rho}_{axy}(\tau, \bar{\beta}_m) \Longrightarrow \hat{S}_a(\omega, \bar{\beta}_m) \Longrightarrow \hat{F}_a(\omega, \bar{\beta}_m) & & & & & & \\ & & \Downarrow & & \Downarrow & & \Downarrow \\ & & \tau_k^{(n)}, \mu_k & & \Delta \omega_s, \omega_s, S_x(\omega_s) & & \hat{P}_a(\omega_1, \omega_2) \end{array}$$

В области цифровой фильтрации возможность разложения функциональной характеристики в ряд по базисным функциям Лагерра согласно выражению (10) нашла наиболее широкое применение. В частности, непрерывные и дискретные фильтры Лагерра используются при решении задач идентификации, фильтрации и анализе динамических систем, так как позволяют представить длинную временную последовательность в виде более короткого спектра разложения. При описании нестационарных систем и систем с запаздыванием данный результат может быть улучшен за счет обобщения фильтров Лагерра и включения дополнительного параметра [17]. Данные обобщенные модели получили название обобщенных фильтров Лагерра в непрерывной области и фильтров Мейкснера в дискретной области.



Особый интерес к данной системе фильтров связан с наличием существованием аналитического решения задачи оптимизации полюсов фильтра, что позволяет понизить его порядок. При этом заметим, что значение полюса напрямую связано с величиной параметром масштаба, предлагаемого в рамках аппроксимативного подхода.

Впервые аналитическое решение оптимизации полюса фильтра Лагерра было предложено в работе Дж. Кловса [18] (1965), который показал, что решение достигается приравниванием как минимум одного из пары заданных коэффициентов (12) к нулю. Данная работа послужила фундаментом для большого числа исследований, направленных на улучшение данного результата. В частности, работы [19, 20, 21] провели исследования знака произведения двух коэффициентов для исключения неподходящего коэффициента Лагерра, что позволяло снизить вычислительную сложность на решение задачи оптимизации в два раза. Важно заметить, что независимо от результатов, представленных в [18-21], авторы [8] (1974) получили идентичный результат, указав на однозначность коэффициента, ведущего к оптимальному значению полюса.

Тем не менее, хотя многие исследования указывали на уникальность подходящего коэффициента Лагерра для решения задачи оптимизации полюса как частного случая, но при этом не приводилось убедительных теоретических обоснований и существующие решения ограничивались частными случаями – фильтрами Лагерра. Таким образом, в работах [11, 15, 16] расширяются результаты предыдущих исследований, и предлагается строгое теоретическое обоснование единственности коэффициента, ведущего к оптимальному значению полюса обобщенных фильтров Лагерра как в непрерывной области [11], так и в дискретной [15, 16]. Основу данного обоснования составляет следующая теорема.

Введем область полюсов дискретного фильтра $\Xi = \{\xi : \xi \in |z| < 1\}$. Тогда, имея область полюсов непрерывного фильтра $\Gamma = \{\gamma > 0 : \gamma \in \mathbf{R}\}$, зададим композицию областей определения полюсов в виде $\Phi \in \{\Gamma, \Xi\}$. Приведем теорему, сформулированную и доказанную в работе [16] на основе определений (11) и (12) для системы фильтров с дополнительным параметром $\alpha > -1$.

Теорема.

При любом $m \in \mathbf{N}$, $\alpha \in A$, где $A = \{\alpha > -1 : \alpha \in \mathbf{R}\}$, $\phi \in \Phi$ каждое решение $\phi^* = \phi^*(\alpha) \in \Phi$ при условии $\beta_k^{\alpha+1}(\phi) = \beta_k^\alpha(\phi) \pm \beta_{k+1}^\alpha(\phi)$ может быть представлено в виде $\phi^* = \arg \min_{\phi \in \Phi} \Delta_m^\alpha(\phi)$ или $\phi^* = \arg \max_{\phi \in \Phi} \Delta_m^\alpha(\phi)$. При этом в первом случае $\beta_{m+1}^\alpha(\phi^*) = 0$, а во втором случае $\beta_m^\alpha(\phi^*) = 0$.

В докладе рассматриваются:

1. метод аппаратурной аппроксимации корреляционной функции стационарных случайных процессов параметрическими моделями, на основе которого синтезированы специализированные устройства [6, 7];



2. методы и алгоритмы повышения точности аппроксимации корреляционно-спектральных характеристик [1, 3, 4, 8-11], в различных ортогональных базисах с учетом временных и частотных свойств ортогональных функций и полиномов [1, 4, 12];

3. принципы построения и структуры автоматизированных систем для анализа различных функциональных характеристик случайных процессов в ортогональных базисах [1, 14];

4. новые результаты в области ортогональных моделей, относящиеся, в частности, к решению задачи оптимизации полюсов обобщенных фильтров Лагерра и фильтров Мейкснера, представленных в работах [11, 15, 16].

Литература

1. Прикладной анализ случайных процессов/Под ред. С.А. Прохорова. Самара: СНЦ РАН, 2007. – 582 с.

2. Прохоров С.А. Математическое описание и моделирование случайных процессов. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2001. – 209 с.: ил.

3. Прохоров С.А. Аппроксимативный анализ случайных процессов. – 2-е изд., перераб. и доп. Самара: СНЦ РАН, 2001. – 380 с.: ил.

4. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Ортогональные модели корреляционно-спектральных характеристик случайных процессов. Лабораторный практикум. Самара: СНЦ РАН, 2008. – 301 с.

5. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Основные ортогональные функции и их приложения. Часть 1. Ортогональные функции экспоненциального типа. Самара, СНЦ РАН, 2013. – 200 с.

6. Волков И.И., Мотов В.В., Прохоров С.А. Об одном методе аппаратной аппроксимации корреляционной функции стационарных процессов//ИВУЗов СССР, Радиофизика. – 1973. – ХУІ(11). – С. 1770-1771.

7 Volkov I.I., Motov V.V., Prokhorov S.A. A certain method of equipment approximation of the correlation functions of stationary random processes// Radiophysics and Quantum Electronics. 1975. – 16(11). – pp. 1370-1371.

8. Волков И.И., Прохоров С.А. Способ повышения точности аппроксимации корреляционных функций ортогональными функциями Лагерра// ИВУЗов СССР, Приборостроение. – 1974. – № 7. – С. 68-72.

9. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Алгоритм оценки параметра масштаба ортогональных функций, обеспечивающий минимум-минимум квадратической погрешности аппроксимации//Труды Всероссийской конференции «Компьютерные технологии в науке, практике и образовании». – Самара, СГТУ, 2008. – С. 10-12.

10. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Аппроксимация корреляционных функций и спектральных плотностей мощности ортогональными функциями Сонина-Лагерра//Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки». – 2008. – №2 (17). – С. 185-191.

11. Prokhorov, S.A., Kulikovskikh, I.M. Unique condition for generalized Laguerre functions to solve pole position problem//Signal Processing. – 2015. – 108. – pp. 25-29.

12. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Частотные характеристики ортогональных функций Сонина-Лагерра//Вестник Самарского государственного технического



университета. Серия «Физико-математические науки». – 2007. – №2 (15). – С. 123-127.

13. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Численно-аналитический подход к вычислению интегралов при построении ортогональных моделей//Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки». – 2009. – 2(19). – С. 140-146.

14. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Создание комплекса программ на основе пространственной схемы взаимодействия объектов//Программные продукты и системы. – 2012. – №3. – С. 5-8.

15. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Условие оптимальности фильтров Мейкснера//Журнал радиоэлектроники. – 2015. – № 4.

16. Prokhorov S.A., Kulikovskikh I.M. Pole position problem for Meixner filters//Signal Processing. – 2016. – 120. – pp. 8–12.

17. den Brinker, A.C. Meixner-like functions having a rational z-transform//International Journal of Circuit Theory and Applications. – 1995. – 23. – pp. 237-246.

18. Clowes G. Choice of the time-scaling factor for linear system approximations using orthonormal Laguerre functions//IEEE Trans. Automatic Control. – 1965. – 10. – pp. 487-489.

19. King J.J., O’Canainn T. Optimum pole positions for Laguerre-function models//Electronics Letters. – 1969. – 5. – pp. 601-602.

20. King R.E., Paraskevopoulos P.N. Digital Laguerre filters//Int. J. Circuit Theory and Appl. – 1977. – 5(1). – pp. 81-91.

21. Wang L., Cluett W.R. Optimal choice of time-scaling factor for linear system approximations using Laguerre models//IEEE Trans. Automatic Control. – 1994. – 39. – pp. 1463-1467.

Э.И. Коломиец

К ЮБИЛЕЮ ПРОФЕССОРА С.А. ПРОХОРОВА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)



Прохоров С.А. родился 08.03.1947 г. в пос. Суслонгер Звениговского района Марийской АССР в семье военнослужащего [1].

В 1954 году пошел в школу в городе Петропавловск-Камчатский. В связи с многочисленными переездами семьи по месту службы отца продолжил обучение в городах Москва, Саратов, Воронеж, Куйбышев.

В 1965 году с серебряной медалью закончил физико-математическую школу 135 в г. Куйбышеве и в том же году поступил в Куйбышевский политехнический институт имени В.В. Куйбышева



(КПТИ) на факультет автоматики и измерительной техники [2].

В 1970 г. с отличием окончил Куйбышевский политехнический институт имени В.В.Куйбышева, защитив диплом в КФ ЦКБЭМ по специальности «инженер-электрик по электронно-вычислительным машинам», на тему, связанную с сокращением объема измерительной информации при летно-конструкторских испытаниях летательных аппаратов и двигателей (научный консультант – профессор Виттих В.А.). После защиты был направлен в КПТИ на кафедру информационно-измерительной техники для дальнейшего обучения в аспирантуре [1].

В 1972 году поступил в аспирантуру по кафедре информационно-измерительной техники, а 1974 году досрочно защитил кандидатскую диссертацию под руководством заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, д.т.н., профессор Куликовского Л.Ф. (научный консультант – доцент Волков И.И.) на тему «Исследование и разработка методов и аппаратуры для аппроксимации корреляционных функций функциями заданного вида» [1].

С 1974 года работал преподавателем на кафедрах высшей математики, информационно-измерительной и информационной техники, последовательно занимая должности ассистента, старшего преподавателя, доцента.

В 1978 году был направлен на стажировку в Ленинградский электротехнический институт на кафедру информационно-измерительной техники, где под руководством заведующего кафедрой, доктора технических наук, профессора Фремке А.В. принимал участие в работе по разработке микропроцессорной системы с адаптивной коммутацией для сокращения избыточной измерительной информации в измерительных информационных системах.

В 1979 году Прохорову С.А. было присвоено звание доцента по кафедре информационно-измерительной техники [1].

В 1979-1980 году проходил стажировку в Загребском университете и институте Руджер Бошкович под руководством академика Югославии, профессора Б. Соучека, занимаясь моделированием, анализом временных рядов, потоков событий, а также вопросами программной и аппаратно-программной реализации разработанных алгоритмов оценки вероятностных характеристик случайных процессов [2].

В 1980 году работал приглашенным профессором в международном университете подготовки аспирантов в г. Дубровники СФРЮ.

В 1986 году для завершения работы над докторской диссертацией был переведен на два года на должность старшего научного сотрудника. Докторскую диссертацию досрочно защитил в 1987 году на тему «Измерение вероятностных характеристик при неравномерной дискретизации случайных процессов» [1, 2].

За время работы на кафедрах института:

- работал научным руководителем межкафедрального вычислительного центра;
- начальником специальности 0642 – информационно-измерительная техника;



- руководителем научно-исследовательской группы;
- прочитал следующие курсы: «Математический анализ», «Алгоритмические языки и программирование», «Математические основы информационно-измерительной техники», «Электрические измерения», «Автоматизированные информационные системы»; «Информационно-измерительные системы»;
- поставил более 40 лабораторных работ по спецкурсам;
- являлся руководителем курсовых и 42 дипломных проектов и работ;
- являлся консультантом по 3 кандидатским диссертациям.

В 1988 году по приглашению ректора - профессора Лукачева В.П., Прохоров С.А. перешел в КуАИ на должность заведующего кафедрой «Автоматизированные системы управления» (современное название - кафедра информационных систем и технологий). С 1988 по 2005 году работал деканом факультета информатики. В 1989 году Прохорову С.А. было присвоено звание профессора по кафедре автоматизированных систем управления [1, 2].

В качестве председателя Головного Совета Минвуза России по автоматизации научных исследований Прохоров С.А. с 1988 по 1997 годы руководил разработкой и выполнением 7 научно-исследовательских программ и подпрограмм АН СССР, Минэлектронпрома СССР, Минвуза РСФСР, посвященным различным аспектам повышения эффективности применения вычислительной техники в научных исследованиях, производстве и учебном процессе, автоматизации научных исследований, информатизация образования, перспективным информационным технологиям в высшей школе, в 1992 году в составе группы экспертов от Минвуза РФ принимал участие в написании V раздела программы «Информатизация России» [3].

В 1993 г. для более эффективного управления программой Минвуза РСФСР по автоматизации научных исследований Прохоров С.А. организовал Самарский филиал Российского НИИ информационных систем, узел электронной почты smr.ru, а в 1996 году – региональный центр информатизации высшей школы [4, 5].

За время работы в университете Прохоров С.А.

- организовал подготовку по специальности «Автоматизированные системы подготовки информации и управления» в г.г. Новокуйбышевске и Тольятти и на заочном отделении б факультета;
- прочитал курсы: «Ведение в специальность», «Проектирование АСНИ», «Теоретические основы автоматизированного управления», «Учебно-исследовательская работа студентов», «Вычислительные системы», «Компьютерные технологии в науке и производстве», «Современные проблемы информатики и вычислительной техники», «История и методология информатики и вычислительной техники»;
- разработал учебные планы и рабочие программы аспирантской подготовки по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ - по очной и заочной формам обучения;



- разработал учебные планы и рабочие программы по ряду специальных дисциплин специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления»;
- разработал учебные планы и рабочие программы по ряду специальных дисциплин по ГОС 2 и ГОС 3 направления «Информатика и вычислительная техника»;
- поставил и модернизировал более 40 лабораторных работ по моделированию и аппроксимативному анализу случайных процессов, проектированию автоматизированных систем научных исследований;
- руководил аспирантурой и докторантурой, подготовил 4 докторов и 25 кандидатов технических наук, по 2 кандидатским диссертациям являлся научным консультантом [2];
- руководил выполнением 112 дипломных проектов и работ исследовательского характера, 2 магистерских диссертаций;
- работал научным руководителем ОНИЛ – 8, ОНИЛ – 14, ОНИЛ – 50;
- являлся официальным оппонентом по 40 докторским и 53 кандидатским диссертациям;
- являлся членом докторских советов в Самарском университете, Поволжском государственном университете телекоммуникаций и информатики, Пензенском государственном технологическом университете;
- являлся членом редколлегии журналов «Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета», «Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. Научно-производственный журнал. ПГУ» г. Пенза, «Философские проблемы ИТ и киберпространства» г. Пенза.

По приглашению руководства университетов Прохоров С.А. читал лекции по автоматизации научных исследований, моделированию и аппроксимативному анализу случайных процессов, неэквидистантных временных рядов в ВолГУ (Волгоград), СГТУ (Саратов), СамГАСУ (Самара), СГУ (Самара), ПГУ (г. Пенза), УГАТУ (Уфа), КАЗИИТУ (Казахстан, г. Уральск), Дубровнике (Югославия), Загребе (Югославия, Хорватия), Шибенеке (Хорватия), Пекинском техническом университете (Китай).

Прохоров С.А. является ведущим специалистом в области разработки автоматизированных систем для научных исследований и обучения, анализа характеристик случайных процессов [1-7]. Им разработаны основы теории, принципы построения и проектирования аппаратно-программных средств для анализа вероятностных характеристик, случайных процессов, неэквидистантных временных рядов [8]. Разработанные под его руководством и непосредственном участии приборы, системы, методическое, алгоритмическое и программное обеспечения внедрены на ряде предприятий и дали значительный экономический эффект, в том числе: ТОИ ДВО АН СССР г. Владивосток, ИТМО АН БССР г. Минск, ВНИИЭП, ЛОГОИН г. С.-Петербург, НПО «Союзинжморгеология» г. Рига, СГТУ, СГАУ г. Самара и т.д.



Прохоров С.А. опубликовал 454 научные работы, в том числе, 20 монографий, 13 брошюр, 40 авторских свидетельств, 21 свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ, был ответственным редактором 10 сборников научных работ, посвященных автоматизации научных исследований, перспективным информационным технологиям, принимал участие в выполнении 36 хоздоговорных и госбюджетных НИР, из них в 28 – в качестве руководителя темы. Результаты его работы были обсуждены на 112 конференций разного уровня, в том числе, Венгрии, Англии, Югославии, Хорватии, Китае, США.

Приведем кратко основные научные результаты С.А.Прохорова, полученные вместе с коллегами и учениками с 1973 года по 2017 год.

Разработан метод аппаратурной аппроксимации корреляционной функции стационарных случайных процессов параметрическими моделями [9-12], на базе которого синтезированы специализированные устройства, внедренные в ряде организаций и защищенные авторскими свидетельствами, информация о которых приведена в монографиях [13, 14]. Разработаны методы повышения точности аппроксимации корреляционно-спектральных характеристик [15-22], структурных функций [23-27], законов распределения [28-30] в различных ортогональных базисах с учетом временных и частотных свойств ортогональных функций и полиномов [31, 32]. Разработано более 20 автоматизированных систем для анализа различных функциональных характеристик случайных процессов в ортогональных базисах, с использованием нейронных сетей [16,19,29, 23-40]. Получены новые результаты в области ортогональных моделей, относящиеся, в частности, к решению задачи поля позиции фильтров Мейкснера, представленные в работах [40-43]. Разработан алгоритм оценки интервальной и взаимной интервальной корреляционной функции на базе циркуляционной организации памяти, являющийся основой для оценки функциональных характеристик неэквидистантных временных рядов [44-47]. Разработаны методы, алгоритмы, аппаратные, программные и аппаратные средства для анализа вероятностных характеристик случайных процессов, защищенных авторскими свидетельствами [44-47]. Разработаны общие принципы построения автоматизированных систем для научных исследований, программных комплексов [48-51], в том числе, на базе открытых систем [52, 53]. Разработаны алгоритмы и автоматизированные системы для анализа вероятностных характеристик нестационарных процессов [16, 17, 19, 36, 54, 55]. Разработаны автоматизированные системы для моделирования случайных процессов, потоков событий, неэквидистантных временных рядов, на базе которых поставлен комплекс лабораторных работ [56-59]. Разработаны методы и средства проектирования профилей интегрированных систем обеспечения комплексной безопасности предприятий наукоемкого машиностроения [60-63]. Решены практические задачи в различных предметных областях, связанные с разработкой и применением новых информационных технологий, автоматизированных систем научных исследований и комплексных испытаний [39, 64-76].



Разработаны алгоритмы и системы адаптивного обучения [77-82], системы автоматизированного создания электронных учебных ресурсов [83-85].

Прохоров С.А. активно занимался общественной работой: с 1975 по 1979 был председателем областного совета молодых ученых при Куйбышевском обкоме ВЛКСМ, с 1988 года председателем НТО приборостроителей СССР, председателем Самарского регионального отделения научного совета по методологии искусственного интеллекта Российской Академии Наук.

Прохоров С.А. является членом экспертного совета ВАК РФ, работал в качестве председателя ГЭК и ГАК в Пензенском государственном университете, Волгоградском государственном университете, Самарском государственном университете, Тольяттинском государственном университете, Самарском государственном техническом университете, Самарском государственной архитектурно-строительном университете, Самарском государственном университете путей сообщений, Самарском международном институте рынка, Самарской академии культуры, Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем г. Уральск.

Являлся членом комиссии по аттестации ВолГУ (г. Волгоград), ВятГУ (Кировский политехнический институт), Самарского института управления, института Телеинфо (г. Самара), Самарского института бизнеса и управления, Самарской академии государственного и муниципального управления, Самарского муниципального университета Няяновой, Самарского филиала Саратовского юридического института МВД России, Тольяттинского филиала РГГУ, Тольяттинского филиала РГСУ.

Прохоров С.А. является членом научно-методического совета по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления», учебно-методического объединения авиационных специальностей.

Прохорову С.А. в 1994 присвоено звание действительного члена Международной академии информатизации, в 1996 г. - чл. - корреспондента Российской академии естественных наук, в 2008 году – действительного члена международной общественной организации «Академия навигации и управления движением», в 2009 - действительного члена «Академия телекоммуникаций и информатики».

За заслуги в области научных исследованиях и подготовки научных кадров высшей квалификации Прохорову С.А. в 1999 г. присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации» [1].

Прохоров С.А. является лауреатом областной премии комсомола за 1978 год, губернской премии в области науки и техники за 2002 год, конкурса на лучшую научную книгу 2005, 2007, 2009 годов среди преподавателей высших учебных заведений России, Всероссийской выставки «Золотой фонд отечественной науки» 2009 г., «Золотая кафедра России», награжден медалями Гагарина Ю.А., Келдыша М.В. федерации космонавтики РФ, «Изобретатель СССР», «За заслуги перед городом Самара», нагрудными знаками «Ветеран космодрома Плесецк», «Заслуженный деятель науки и образования» (РАЕ), «Основатель научной школы» (РАЕ), «Победитель социалистического соревнования» (1975



г.), дипломом федерации космонавтики СССР (1990 г.), тремя почетными грамотами куйбышевского Обкома ВЛКСМ, двумя почетными грамотами Самарской Губернской Думы (2002, 2007 г.г.), почетной грамотой Областного Совета народных депутатов (1992 г.), почетной грамотой Министерства образования и науки Самарской области (2007 г.), почетной грамотой главы городского округа г. Самары (2007 г.) [1-5].

Прохоров С.А. с 1963 по 1965 года являлся игроком сборной школьников Самарской области по волейболу, с 1964 по 1965 – членом сборной школьников РСФСР, серебряным призером 9 спартакиады школьников СССР (1965), серебряным призером России среди молодежных команд (1965). С 1965 года игрок сборной КПТИ, а с 1966 года - сборной Куйбышевской области (команды мастеров класса «А» России - «Волга», «Буревестник»). Чемпион России среди студентов (1967), третий призер V Всероссийских студенческих игр (1966), серебряный призер первенства Поволжья (1967), участник первенства СССР среди студентов (1967), IV и V Спартакиад народов РСФСР, первенств России в 1966-1970 годы, многократный чемпион Куйбышевской области, города Куйбышев и СДСО «Буревестник», обладатель кубка города. С 1972 по 1974 год тренировал мужскую команду политехнического института – чемпиона и обладателя кубка Куйбышевского областного совета СДСО «Буревестник».

В заключение хотелось бы пожелать Прохорову Сергею Антоновичу талантливых учеников для дальнейшего продолжения научных исследований и получения новых результатов!

Литература

1. Прохоров Сергей Антонович - Известные ученые - Учёные России/<https://www.famous-scientists.ru/3498/>
2. Прохоров Сергей Антонович - Самарский университет/www.ssau.ru > Университет > Персоналии > Сотрудники и преподаватели
3. Прохоров Сергей Антонович - :: ИКТ Портал :: Персоналии/ict.informika.ru/orgs/index.php?a=pers&c=getForm&r=persDesc&d=light...
4. Прохоров, Сергей Антонович - Википедия/https://ru.wikipedia.org/wiki/Прохоров,_Сергей_Антонович
5. Прохоров Сергей Антонович – биография | VIPERSON/viperson.ru/people/prohorov-sergey-antonovich
6. Банникова Н.Ф. Вклад самарских ученых в создание и применение информационных систем.//ТРУДЫ SORUCOM-2014. Третья Международная конференция «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: история и перспективы». 13–17 октября, Казань, 2014. С. 41-43
7. Виртуальный компьютерный музей. <http://www.computer-museum.ru/articles/materialy-mezhdunarodnoy-konferentsii-sorucum-2014/458/> Н. Ф. Банникова Вклад самарских ученых в создание и применение информационных систем.
8. Иващенко А.В., Куликовских И.М. Самарская школа профессора С.А. Прохорова по прикладному анализу случайных процессов // Программные продукты и системы, 3(99), 2012, 8-11с.
9. Волков И.И., Мотов В.В., Прохоров С.А. Об одном методе аппаратурной аппроксимации корреляционной функции стационарных процессов//ИВУЗов СССР, Радиофизика, т. XVI, N 11, 1973, С. 1770-1771.
10. I.I. Volkov, V.V. Motov and S.A. Prokhorov A certain method of equipment ap-



proximation of the correlation functions of stationary random processes. Radiophysics and Quantum Electronics Volume 16, Issue 11, 1975, Pages 1370-1371, DOI: 10.1007/BF01080923 Brief Communications and Letters to the Editor.

11. Волков И.И., Прохоров С.А., Батищев В.И. Способ построения аппаратуры для определения методических погрешностей аппроксимации корреляционных функций//ИВУЗов СССР, Приборостроение, N 8, 1978, С.24-29.

12. Volkov, I.I., Prokhorov, S.A., Batishchev, V.I. Designing an Instrument for Determining the Methodic Error of Correlation Function Approximation. | [Sposob postroeniya apparatury dlya opredeleniya metodicheskikh pogreshnostei approksimatsii korrelyatsionnykh funktsii.] Izv Vyssh Uchebn Zaved Priborostr.

13. Прохоров С.А. Аппроксимативный анализ случайных процессов/Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2001. 329 с., ил.

14. Прохоров С.А. Аппроксимативный анализ случайных процессов. – 2-е изд., перераб. и доп./СНЦ РАН, 2001. 380 с.: ил.

15. Волков И.И., Прохоров С.А. Способ повышения точности аппроксимации корреляционных функций ортогональными функциями Лагерра//ИВУЗов СССР, Приборостроение, N 7, 1974, С. 68-72.

16. Прохоров С.А., Кудрина М.А., Кудрин К.А. Автоматизированная система аппроксимативного корреляционно-спектрального анализа//Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета № 1 (5), 2004. – С. 117-123.

17. Прохоров С.А., Графкин А.В. Использование программного комплекса аппроксимативного корреляционно-спектрального анализа для решения задач обработки данных//Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки». №1 (14)-2007, С. 125-129.

18. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Аппроксимация корреляционных функций и спектральных плотностей мощности ортогональными функциями Сонина-Лагерра //Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки». -2008. - №2 (17) – С. 185-191.

19. Прохоров С.А., Газетова Я.В. Автоматизированная система аппроксимативного корреляционно-спектрального анализа в ортогональном базисе Бесселя// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. №2 (14)-2010, С. 30-40.

20. Прохоров С.А., Соловьева Я.В. Анализ погрешностей аппроксимации корреляционно-спектральных функций ортогональными функциями Бесселя Известия//СНЦ РАН, том 14, № 4 , 2012. С. 155-162.

21. Прохоров С.А., Соловьева Я.В. Сравнительный анализ результатов построения ортогональных моделей при применении различных подходов к оценке корреляционно-спектральных характеристик в различных ортогональных базисах /Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014, том 16, № 4 (2), 325-329.

22. Prokhorov, S.A., Kulikovskikh, I.M. Unique condition for generalized Laguerre functions to solve pole position problem// (2014) Signal Processing, Volume 108, March 2015, Pages 25-29, Elsevier DOI: 10.1016/j.sigpro.2014.08.040

23. Прохоров С.А., Графкин В.В. Анализ погрешностей аппроксимации структурных функций ортогональными функциями экспоненциального типа//Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки». №1 (14)-2007, С.188-190.

24. Прохоров С.А., Графкин В.В. Сравнительный анализ методов определения спектральной плотности мощности по ортогональной модели структурной функции//Известия СНЦ РАН, том 10, № 3 (25), 2008, г. Самара, С. 815-817.



25. Прохоров С.А., Графкин В.В. Ортогональные модели структурных функций//Автометрия, 2011, том 47, №1, С. 50-58.
26. S.A. Prokhorov, V.V. Grafkin Orthogonal models of structure functions. Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing 2011, Volume 47, Number 1, 39-46, DOI: 10.3103/S8756699011010067.
27. Прохоров С.А., Графкин В.В. Структурно-спектральный анализ случайных процессов/ СИЦ РАН, 2010. 147 с., ил.
28. Прохоров С.А., Лезин И.А., Солдатова И.В. Аппроксимация законов распределения ортогональными полиномами//Вестник Самарского государственного технического университета. Выпуск 34. Серия «Физико-математические науки». 2005, С. 128-136.
29. Прохоров С.А., Лезин И.А., Лезина И.В. Определение функциональных характеристик случайных процессов методами аппроксимации и нейросетевого анализа и их сравнение//Вестник Самарского государственного технического университета. Выпуск 33. Серия «Технические науки», 2005, С. 340-346.
30. Прохоров С.А., Дегтярева О.А. Автоматизированная система аппроксимативного анализа законов распределения случайных процессов//Вестник Самарского государственного технического университета. Выпуск 33. Серия «Технические науки», 2005, С. 335-340.
31. Кудрявцев Д.А., Лёзин И.А., Прохоров С.А. Аппроксимация двумерных плотностей вероятности параметрическими моделями //Вестник транспорта Поволжья, № 5 (35), сентябрь-октябрь 2012 г. С. 70-76.
32. Прохоров С.А., Лёзина И.В., Хохлова В.С. Исследование алгоритмов инициализации весов многослойного персептрона для решения задачи прогнозирования//Вестник транспорта Поволжья № 3 (39), май-июнь 2013 г.С. 85-91.
33. Прохоров С.А., Лезин И.А., Лёзина И.В., Латыш С.К., Саиян С.А. Исследование аппроксимативных возможностей радиально-базисной сети с различными функциями активации//Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Механика, т.15, №4, 2013.- с.271-274.
34. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Частотные характеристики ортогональных функций Сонина-Лагерра //Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки». -2007. - №2 (15) – С. 123-127.
35. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Численно-аналитический подход к вычислению интегралов при построении ортогональных моделей//Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки». 2009, 2(19), С. 140-146.
36. Прохоров С.А., Графкин А.В., Графкин В.В. Автоматизированный комплекс корреляционно-спектрального анализа методом аппроксимации ортогональными функциями//Вестник Самарского государственного технического университета. Выпуск 33. Серия «Технические науки». 2005. – С. 329-324.
37. Прохоров С.А., Иващенко А.В., Графкин А.В. Автоматизированная система корреляционно-спектрального анализа случайных процессов/ СИЦ РАН, 2003. 286 с., ил.
38. Прохоров С.А., Графкин А.В. Программный комплекс корреляционно-спектрального анализа в ортогональных базисах/СИЦ РАН, 2005, 198 с., ил.
39. Прикладной анализ случайных процессов. Под ред. Прохорова С.А./ СИЦ РАН, 2007. 582 с., ил.
40. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Условие оптимальности фильтров Мейкнера. //Российская академия наук, Институт радиотехники и электроники им. В. А. Ко-



тельникова, журнал радиоэлектроники, электронный журнал, ISSN 1684-1719, N 4 - апрель 2015 г.

41. S.A. Prokhorov, I.M. Kulikovskikh, Pole position problem rational Meixner filters, Signal Processing Volume 120, March 2016, Pages 8–12, doi:10.1016/j.sigpro.2015.08.009

42. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Ортогональные модели корреляционно-спектральных характеристик случайных процессов. Лабораторный практикум/ СНЦ РАН, 2008. 301 с., ил.

43. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Основные ортогональные функции и их приложения. Часть 1. Ортогональные функции экспоненциального типа. Самара, СНЦ РАН, 2013. 200 с.

44. Soucek B., Prokhorov S. Event-Train Correlator Based on Small Computers//Proceedings of the IV International Symp. «MIMI 80». - Budapest. - 1980. - P.260-263.

45. Soucek B., Prohorov S. Event - Train Correlation and Real - Time Microcomputer Systems//Microprocessing and Microprogramming. - vol. 11 (1983). - № 1. - North Holland Publishing Company. - P. 23-29. [http://dx.doi.org/10.1016/0165-6074\(83\)90161-8](http://dx.doi.org/10.1016/0165-6074(83)90161-8), How to Cite or Link Using DOI ID 6508213894

46. Branko Soucek, Sergej Prohorov. Event - Train Correlation and Real - Time Microcomputer Systems//Computer Compacts Volume 1, Issue 1, February 1983, Pages 51–52. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-7136\(83\)90149-X](http://dx.doi.org/10.1016/0167-7136(83)90149-X), How to Cite or Link Using DOI

47. Прохоров С.А. Прикладной анализ неэквидистантных временных рядов/Самарский государственный аэрокосмический университет, 2001. 375 с.: ил.

48. Prokhorov S. Measurement Information Systems// IRCHINE BULL.6 (1-2) I,1-62(1980), Zagreb

49. Перспективные средства вычислительной техники и автоматизации для создания интеллектуальных АСНИ/ Прохоров С.А., Дерябкин В.П., Кривошеев А.О.: НПЦ “Авиатор”. Самара, 1994 г., 99 с.

50. Автоматизированные системы научных исследований/ Прохоров С.А., Фурсов В.А., Кривошеев А.О. и др.: НПЦ “Авиатор”. Самара, 1995, 137 с.

51. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Создание комплекса программ на основе пространственной схемы взаимодействия объектов./Международный журнал «Программные продукты и системы», Москва, 2012, №3, С. 5-8.

52. Открытые системы. Материалы к программе развития и применения открытых систем в Российской Федерации. Казань, 1994 г., 164 с.

53. Открытые системы. Материалы к межотраслевой Программе «Развитие и применение открытых систем». Москва, 1995 г., 182 с.

54. Прохоров С.А., Посконнова А.А. Автоматизированная информационная система корреляционного анализа нестационарных неэквидистантных временных рядов//Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки», 2010, №3 (25), 2010, С. 100-108.

55. Прохоров С.А., Столбова А.А. Паттерновое проектирование при создании комплекса программ для проведения вейвлет-анализа// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2015, том 17, № 2 (5), 1092-1096.

56. Prokhorov S.A. Manual for the Simulation of Random Processes and Dynamic Systems. Zagreb, “Rudjer Boskovic”, 1980, 62 p.

57. Прохоров С.А. Математическое описание и моделирование случайных процессов/Самарский государственный аэрокосмический университет, 2001. 209 с.: ил.



58. Прохоров С.А. Моделирование и анализ случайных процессов. Лабораторный практикум/Самарский государственный аэрокосмический университет, 2001. 191 с.: ил.
59. Прохоров С.А. Моделирование и анализ случайных процессов. Лабораторный практикум. – 2-е изд., перераб. и доп./ СНЦ РАН, 2002. 277 с., ил.
60. Иващенко А.В., Федосеев А.А., Прохоров С.А. Комплексное управление безопасностью в едином информационном пространстве предприятия//Международный журнал «Программные продукты и системы», № 4, 2008, <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=1644>, С.132-135.
61. Прохоров С.А., Федосеев А.А., Иващенко А.В., Бабанин И.О. Повышение объективности согласованного управления рисками//Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. №4 (16)-2010, С. 15-24.
62. Прохоров С.А., Федосеев А.А., Иващенко А.В. Автоматизация комплексного управления безопасностью предприятия/ Самара: СНЦ РАН, 2008 – 55 с., ил.
63. Прохоров С.А., Федосеев А.А., Денисов В.Ф. Иващенко А.В. Методы и средства проектирования профилей интегрированных систем обеспечения комплексной безопасности предприятий наукоемкого машиностроения/ Самара: СНЦ РАН, 2009 – 199 с., ил.
64. Soucek V., Prokhorov S. Amplitude Correlator Based on Small Computers//Proceedings of the IV International Symp. «MIMI 80». - Budapest. - 1980. - P.264-267.
65. Востокин С.В., Прохоров С.А. Пример визуальной модели распределенного вычислительного процесса//Известия СНЦ РАН, том 6, № 1 (10), 2004, <http://graphplus.ssau.ru/docs/sample.doc>, С. 180-184.
66. Прохоров С.А., Иващенко А.В. Ксенофонтов Д.В. Два вопроса интеграции информационных ресурсов машиностроительного предприятия//Вестник Самарского государственного технического университета. Выпуск 33. Серия «Технические науки» 2005, С. 148-151.
67. сообществ в сети Интернета на основе анализа деятельности пользователей//Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. № 3, 2008, С.40-48.
68. Ламажапов Х.Д. Прохоров С.А. Рыбаков Д.А. «Свойства трехмерных кластеров, составленных их параллелепипедов»//Вестник Новосибирского государственного университета, серия: физика, том 4, выпуск 3, 2009, С. 67-72.
69. Прохоров С.А., Скрыпка А.С. Автоматизированная система испытаний каталитических нейтрализаторов// Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки», № 2 (26) – 2010, С. 104-110.
70. Прохоров С.А., Ильинский С.А., Александрова Т.Г., Соловьева Я.В. Аппроксимативный корреляционно–спектральный анализ температурных полей камер сгорания.// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета № 1 (32), 2012. – С. 36-46.
71. Прохоров С.А., Белоусов А.И., Дерябкин В.П. Унифицированное представление знаний фреймового типа в системе планирования железнодорожных грузоперевозок//Вестник транспорта Поволжья, № 4 (40) июль-август 2013 г., С. 11-15.
72. Прохоров С.А., Даниленко М.С. Модель прогнозирования дефектных участков магистральных газопроводов с помощью заданного закона распределения Вейбулла// Естественные и технические науки. 2016. № 4 (94). С. 220-224.
73. Прохоров С.А., Даниленко М.С. Программный комплекс для моделирования псевдослучайных последовательностей с использованием закона распределения Вейбулла// Экономика и менеджмент систем управления. 2016 №3(21), С. 94-100.



74. Прохоров С.А., Даниленко М.С. Математическая модель зависимости предела прочности древесины от плотности с использованием функции распределения Вейбулла//Естественные и технические науки. 2017, № 1 (103). С. 139-144.
75. Прохоров С.А., Ильинский С.А., Александрова Т.Г., Соловьева Я.В. Аппроксимативный корреляционно–спектральный анализ температурных полей камер сгорания.// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета № 1 (32), 2012. – С. 36-46.
76. Прохоров С.А., Белоусов А.И., Дерябкин В.П. Унифицированное представление знаний фреймового типа в системе планирования железнодорожных грузоперевозок//Вестник транспорта Поволжья, № 4 (40) июль-август 2013 г., С. 11-15.
77. Prokhorov S. Some Questions about Training Specialist in Technical Cybernetics// IRCHINE BULL.6 (1-2) I,1-62(1980), Zagreb.
78. S.A. Prokhorov, I.M. Kulikovskikh, Fuzzy Learning Performance Assessment Based on Decision Making Under Internal Uncertainty, CEEC'15. 7th Computer Science & Electronic Engineering Conference, University of Essex, 23 p, #1570181049
79. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Система адаптивного обучения на основе иерархических конечных автоматов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2015, том 17, № 2 (5), 1087-1091.
80. Прохоров С.А., Сучкова С.А., Куликовских И.М. Кластеризация диагностических тестов при изучении предлогов английского языка в соответствии с таксономией Блума// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2015, том 17, № 2 (5), 1097-1105.
81. S. Prokhorov, I. Kulikovskikh Fuzzy learning performance assessment based on decision making under internal uncertainty/2015 7th Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEEC), Conference Proceedings, 24th – 25th September, University of Essex, UK, 65-70 p.
82. И.М. Куликовских, С.А. Прохоров, С.А. Сучкова, Е.В. Матыцин Комплексная система коллаборативного обучения на основе нечетких моделей для описания поведения систем с частичным знанием// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 4(4), 2016, С. 760-765.
83. Тимченко М.С., Прохоров С.А. Автоматизация процесса формирования электронных учебных пособий с применением технологии объектной обработки текста// Журнал «Качество. Инновации. Образование», Москва, 2010, №2, С. 53-56.
84. Тимченко М.С., Прохоров С.А. Преимущества объектной обработки текста в создании электронных учебных пособий//Международный журнал «Программные продукты и системы», Москва, 2010, №3.
85. Тимченко М.С., Прохоров С.А. Повышение эффективности управления обучением на основе системы автоматизированного создания электронных учебных ресурсов//Инфокоммуникационные технологии, №4-2011, том 9, С.104-107.



АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

A.A. Solopekina, A.A. Sytnik, I.V. Gvozduk

UNCERTAINTY INTERVAL EVALUATION

(Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia)

As it is known, a random variable M characterizing the measurement process can be associated with a measurement interval and, consequently, with the quality of results, therefore the measure. We introduce the confidence level that can be attributed to the occurrence of each single event associated with the variable M in the space of all possible measurement results $S = \{m_{\min} \leq M \leq m_{\max}\}$.

So, it is possible to assign the highest confidence level, equal to one by convention, when we have the certainty that M belongs to S ; vice versa, the confidence level is minimum, equal to zero by convention, when the values of M do not belong to S .

Considering a subinterval $[m_a, m_b]$ of S , it is possible to assign a probability to the confidence level associated with the occurrence of M in $[m_a, m_b]$.

From these assumptions, the random variable M is characterized by a probability distribution, that is a function of random events that represent the probability that the measurement belongs to one of the possible subintervals of S . The probability distribution associated with M is all that is known in the measurement interval.

According to the GUM [1, 2] we introduce:

$$P\{|M - E\{M\}| \leq k u_M\} = P\{E\{M\} - k u_M \leq M \leq E\{M\} + k u_M\} = p \quad (1)$$

Eq. (1) represents the probability that the measure M is between its expected value $E\{M\}$ plus or minus a quantity given by the product of the standard uncertainty u_M and the coverage factor k . The parameter p , denoted as confidence level, should tend to one to have a high value of the occurrence of an event.

The interval:

$$E\{M\} - k u_M \leq M \leq E\{M\} + k u_M \quad (2)$$

represents the confidence interval and it can be interpreted as that interval able to guarantee a high probability that it contains a large number of possible values of M . Hence a rise of the value of p leads to an increase of the number of events in which M is within the interval.

If the probability density function $f_M(m)$ of M is known, it is possible to evaluate the confidence level by means of the following expression:



$$p = \int_{E\{M\}-k u_M}^{E\{M\}+k u_M} f_M(m) dm. \quad (3)$$

It is now possible to indicate, explicitly, the measurement result as “uncertainty interval” associated with a measurand with an assigned confidence level p .

So, if we suppose to know the probability density, its distribution function $F_M(m)$ is also known, given by its integral. Therefore, the uncertainty interval with confidence level p is defined by the equation:

$$P\{m_\alpha \leq M \leq m_{p+\alpha}\} = \int_{m_\alpha}^{m_{p+\alpha}} f_m(m) dm = F_M(m_{p+\alpha}) - F_M(m_\alpha) = p \quad (4)$$

where α is an appropriate value in the range $[0, 1]$. The extremes of the interval within which M is enclosed takes the name of quantiles of the distribution function F_M , and we have the following relationship:

$$F_M(m_\alpha) = P\{M \leq m_\alpha\} = \alpha \quad (5)$$

As introduced in [3], taking again into account n independent successive observations (o_1, \dots, o_n) and assuming each observation as a normally distributed random variable with expected value m_0 and standard uncertainty u_0 , the chi-square distribution $(n-1)$ degrees of freedom can be represented by:

$$\chi_{n-1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})^2}{u_0^2} \quad (6)$$

being the mean of such variables $\bar{o} = \sum_{i=1}^n o_i / n$ also normally distributed with mean value m_0 and reduced variance u_0^2/n [4].

The uncertainty interval [5] can be introduced by considering the Chi-square probability distribution with associated n degrees of freedom. With the pre-arranged confidence level p , this interval is defined as:

$$P\{\chi_\alpha^2 \leq \chi_\nu^2 \leq \chi_{p+\alpha}^2\} = F_\nu(\chi_{p+\alpha}^2) - F_\nu(\chi_\alpha^2) = p, \quad (7)$$

where α is a value in the range from zero to $(1-p)$; the extremes of the interval χ_α^2 and $\chi_{p+\alpha}^2$ are, respectively, the α - and $(p+\alpha)$ - quantiles of the distribution function of χ_ν^2 , whose cumulative distribution is given by:

$$F_\nu(m) = P\{\chi_\nu^2 \leq m\} = \int_0^m f_\nu(z) dz, \quad (8)$$

A β -quantile is an m_β so that $F_\nu(m) = \beta$. Such quantiles are tabulated for different values of degrees of freedom ν corresponding to the respective β but they can be obtained more efficiently by means of specific statistic software.



Table 1 summarizes the results concerning the amplitude of the uncertainty interval with $\alpha = 0.025 \div 0.005$ and $\nu = 1 \div 100$ according to Eq. (7). Consequently, four histograms of 10^5 random generated observed values for different degrees of freedom fitted with Gaussian distribution can be obtained, as shown in Fig. 1. For each case, the mean and the standard deviation are also computed [3, 6].

Table 1. Uncertainty interval amplitude in function of ν and α

ν	$\chi^2_{0.025}$	$\chi^2_{0.975}$	$\chi^2_{0.005}$	$\chi^2_{0.995}$
1	0.000982	5.024	0.0000393	7.879
2	0.0586	7.378	0.01	10.597
5	0.831	12.832	0.412	16.750
10	3.247	20.483	2.156	25.188
20	9.951	34.170	7.434	39.997
50	32.357	71.420	27.991	79.490
100	74.222	129.561	47.328	140.169

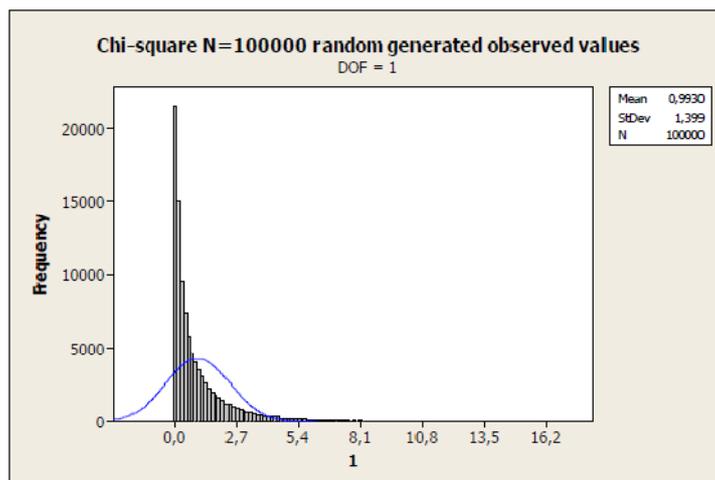
The ratio of two independent chi-square variables, each divided by its respective degrees of freedom, is a random variable F_{ν_1, ν_2} defined as follows:

$$F(\nu_1, \nu_2) = \frac{\chi^2_{\nu_1}/\nu_1}{\chi^2_{\nu_2}/\nu_2} \quad (9)$$

The probability density function of F_{ν_1, ν_2} can be represented by:

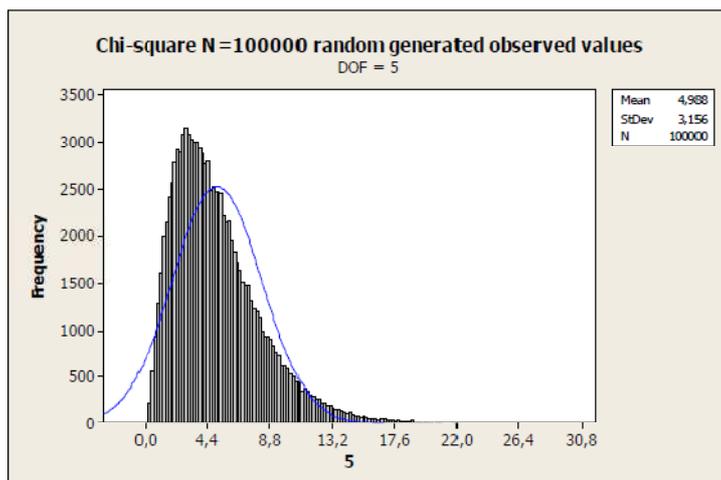
$$f(m; \nu_1, \nu_2) = \frac{\Gamma[(\nu_1 + \nu_2)/2]}{\Gamma(\nu_1/2)\Gamma(\nu_2/2)} \nu_1^{\nu_1/2} \nu_2^{\nu_2/2} \frac{m^{(\nu_1/2)-1}}{(\nu_1 m + \nu_2)^{(\nu_1 + \nu_2)/2}} \quad (10)$$

a) DOF = 1

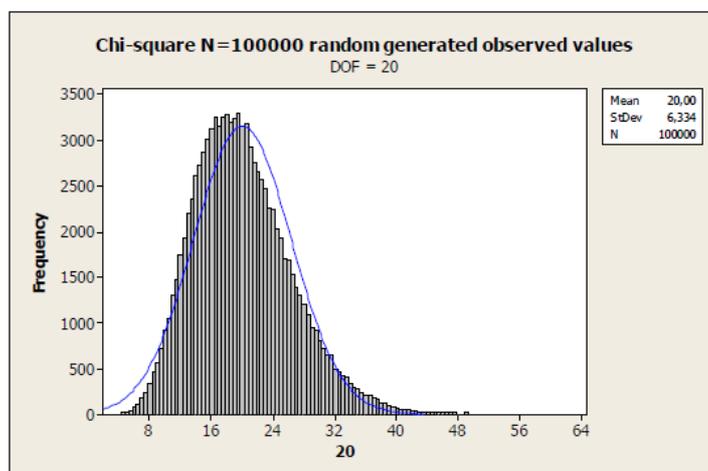




b) $DOF = 5$



c) $DOF = 20$



d) $DOF = 100$

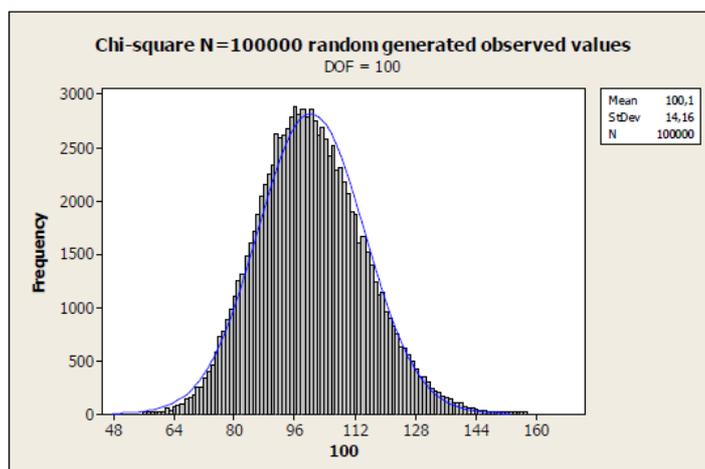


Fig. 1. Four histograms of 10^5 random generated observed values for different degrees of freedom (DOF) fitted with Gaussian distribution. Mean and standard deviation is also computed in each case.



It can be observed that the distribution is asymmetric and, in this case, the β -quintiles $m_\beta(v_1, v_2)$ defined as:

$$P\{F(v_1, v_2) \leq m_\beta(v_1, v_2)\} = \int_0^{m_\beta(v_1, v_2)} f(m, v_1, v_2) dm = \beta \quad (11)$$

This can be verified, considering that $\chi_{v_1+v_2}^2 = \chi_{v_1}^2 + \chi_{v_2}^2$ and $\chi_{v_2-v_1}^2 = \chi_{v_2}^2 - \chi_{v_1}^2$

Therefore it is possible to write the following expression:

$$m_{(1-\beta)}(v_1, v_2) = \frac{1}{m_\beta(v_1, v_2)} \quad (12)$$

The theoretical contribution to assess the uncertainty interval, with relative confidence level, in the case of n successive observations is proposed. The approach is based on the Chi-square and Fisher distributions and the validity is proved by a numerical example.

Thus, the presented work, confirms the prospects of using the method for uncertainty evaluation of different measurements.

References

1. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML. (1995). *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
2. BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML. (2008). *Evaluation of measurement data – Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” – Propagation of distributions using a Monte Carlo method*. Joint. Committee for Guides in Metrology, Bureau International des Poids et Mesures, JCGM 101.
3. Catelani, M. Introduction to the t and chi-square distribution for a more accurate evaluation of the measure of the Word Error Rate in Analog-to-Digital Converters. *Metrol./ M. Catelani, A. Zanobini, L. Ciani.// Meas. Syst., 15(4), 483-488.*
4. Box, G.E.P., *Statistics for experimenters.*/ G.E.P Box, W.G. Hunter, J.S. Hunter, // New York: John Wiley.
5. Solopekina, A.A. Application of the Uncertainty Method for Analysis of Multi-Port Correlator Accuracy/ A.A. Solopekina, N. Semezhev, A.A. L’vov, V.V. Komarov, M.S. Svetlov // *Proceedings of the 2017 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference (2017 ElConRusNW), St.-Peterburg, Russia, 2017*
6. Kendall, M. *Kendall’s Advanced Theory of Statistics*. London: Griffin & Company Limited, 1, 2, 3.

MULTIPOINT MODULATOR

(Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia)

For modulation, the six-port correlator can be used together with variable impedance loads to generate the modulated radio frequency (RF) signal [1, 3, 4, 8], see Fig. 1. The variable impedance loads are controlled by a baseband signal and are used to generate different reflection coefficients on the respective

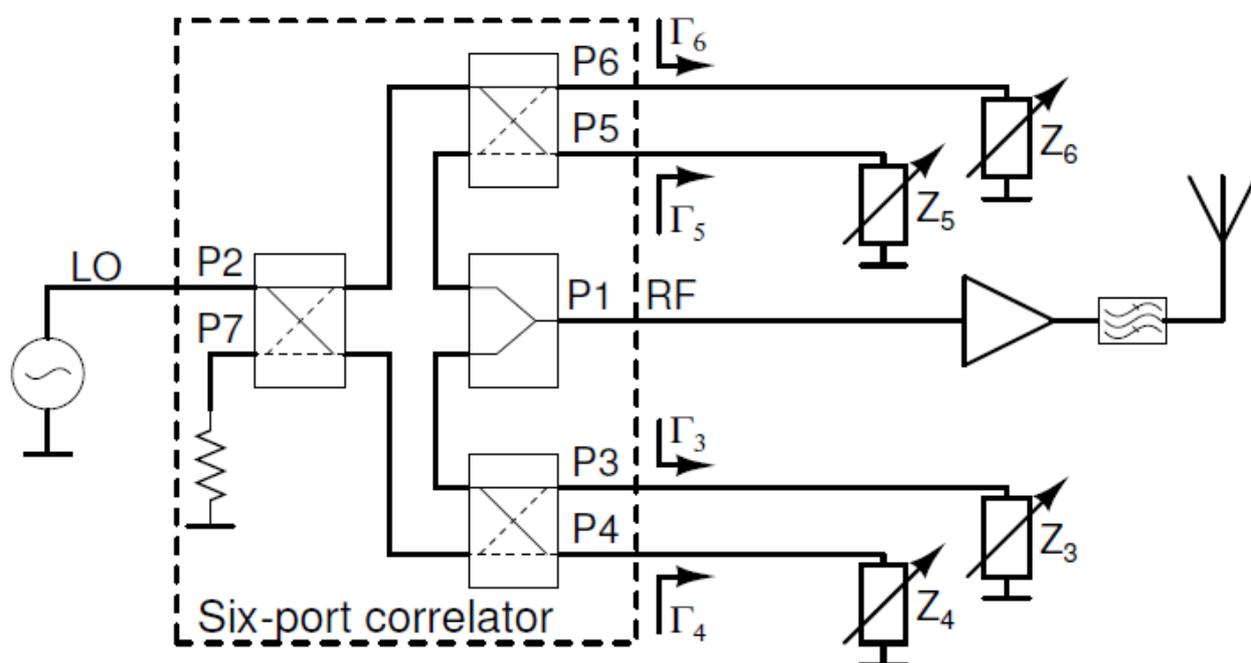


Fig. 1: Schematic of six-port modulator/transmitter

ports on the six-port correlator. The variable reflection coefficients modulate an applied carrier signal. The variable impedance loads are usually implemented either by using switches [1, 4], transistors [2, 6, 8] or diodes [5, 7].

Carrier leakage is a problem that is likely present when using variable impedance loads together with a six-port correlator for modulation [3, 6], and leakage degrades the performance of the transmitter-receiver chain [3]. To limit the effect of carrier leakage, balanced modulators can be used [8].

The six-port modulator can be divided into two independent building blocks: the six-port correlator and the reflection coefficient generator. Combining these two blocks, the theory of the six-port modulator can be explained.

In a six-port modulator, as shown in Fig. 1, an local oscillator (LO) source is connected to port P2 and generates an incident wave (a_2), this wave experiences different phase shifts and attenuations when it passes the six-port correlator to each of the four output ports (P3 - P6). The transmitted or outgoing waves b_x on ports (P3 - P6) travel towards the impedance load Z_x where it gets reflected. The reflected waves



are now at the input on ports (P3 - P6) and a part of it is transferred to the output port P1. Owing to the phase relations in the six-port correlator, and depending on how the impedance loads are selected, a modulated signal including both I and Q data can be generated. In an ideal six-port correlator, it is shown in Section 2 that the (complex) modulated output wave b_1 at port P1 is

$$b_1 = \frac{-a_2}{4} [(\Gamma_3 + \Gamma_4) + j(\Gamma_5 + \Gamma_6)]$$

where a_2 is the forward wave at port P2. Γ_3 , Γ_4 , Γ_5 and Γ_6 are the reflection coefficients at ports P3, P4, P5 and P6, as shown in Fig. 1. For modulation to occur, the value on $\Gamma_3 - \Gamma_6$ must change as a function of time.

1.2. Reflection Coefficient Generator

For generation of different reflection coefficients Γ_x , where $x \in \{3, 4, 5, 6\}$ is the port number, it is required to change the load impedance Z_x at ports (P3 - P6) as a function of a control voltage or baseband signal V_x . The reflection coefficient Γ_x is given by (1)

$$\Gamma_x(V_x) = \frac{Z_x(V_x) - Z_{0,x}}{Z_x(V_x) + Z_{0,x}} \quad (1)$$

where $Z_{0,x}$ is the characteristic impedance on the transmission line (TL) connecting impedance load Z_x to port Px on the six-port correlator. Observe that (1) is a nonlinear function of the impedance load.

To model the relation between the ports of the six-port correlator, S-parameters are used. The port numbers are defined as shown in Fig. 2.2. The output port for the modulated signal is defined to be P1, whereas P2 is defined to be the input port for the carrier (LO). Ports P3 and P4 constitute one output port pair (P3, P4) and ports P5 and P6 the second output port pair (P5, P6). Define a reflection coefficient (Γ), incoming (a) and transmitted wave (b) on each of the ports P3, P4, P5 and P6

$$\begin{aligned} b_x &= S_{x2}a_2 \\ a_x &= \Gamma_x b_x \\ b_1 &= S_{1x}a_x. \end{aligned}$$

The three main steps to get a modulated output signal are: a) the incoming wave is transferred from the input port (P2) to all the other ports in the six-port correlator resulting in the terms $b_x = S_{x2}a_2$, b) the transmitted wave b_x is reflected on the load impedance Z_x and gives an input wave at port Px, $a_x = \Gamma_x b_x$, and c) the input wave is transferred to the output port (P1), i.e., $b_1 = S_{1x}a_x = S_{1x}\Gamma_x S_{x2}a_2$. The total output wave is the sum of the reflections from each of the loads at port P3 - P6:

$$\begin{aligned} b_1 &= a_2 \sum_{x=3}^6 S_{x2}\Gamma_x S_{1x} \\ &= a_2 (S_{32}\Gamma_3 S_{13} + S_{42}\Gamma_4 S_{14} + S_{52}\Gamma_5 S_{15} + S_{62}\Gamma_6 S_{16}) \end{aligned}$$

Using the ideal S-parameters as given in [10], It results in

$$b_1 = \frac{-a_2}{4} [(\Gamma_3 + \Gamma_4) + j(\Gamma_5 + \Gamma_6)] \quad (2)$$

the value on the reflection coefficient Γ_x is in general complex. For modulation to occur, the value on Γ_x must change as a function of time. It is common that $\Gamma_3 = \Gamma_4$ and



$\Gamma_5 = \Gamma_6$. If the reflection coefficient is approximated as a linear function of the applied baseband voltage $V = V_{CM} + \Delta v$

$$\Gamma(V) = \Gamma(V_{CM} + \Delta v) = \Gamma_{CM} + \Delta\Gamma \approx \Gamma_{CM} + \delta\Delta v \quad (3)$$

where $\Gamma_{CM} = \Gamma(V_{CM})$ is generated by the constant common mode voltage V_{CM} , and δ is the first derivative of Γ at V_{CM} , i.e., $\delta = \left. \frac{d\Gamma}{dV} \right|_{\Delta v=0}$, and Δv the voltage deviation in

the baseband signal that changes with time. Commonly the same type of impedance load is implemented on port pairs (P3, P4) and (P5, P6). If $\Gamma_3 = \Gamma_0 = \Gamma_I$ and $\Gamma_5 = \Gamma_6 = \Gamma_Q$ is used together with (3) and (3), then

$$b_1 = -\frac{a_2}{2}(\Gamma_I + j\Gamma_Q) = -\frac{a_2}{2} \left[\underbrace{\Gamma_{CM}(1+j)}_{\text{Carrier leakage}} + \underbrace{\delta(\Delta v_I + j\Delta v_Q)}_{\text{RF modulated}} \right] \quad (4)$$

it is evident from (4) that only a part of the carrier signal a_2 is modulated to give the RF signal, whereas the other part gives an unwanted carrier leakage [5]. To avoid this leakage $\Gamma_{CM} = 0$ is required.

Two different configurations exist for the implementation of the six-port correlator for use in six-port modulators: a series or a parallel configuration [3]. The parallel configuration generally gives better modulation performance and hence most of the reported six-port modulators are based on the parallel configuration [1, 3, 4, 8]. The main difference between reported modulators is therefore found in terms of how the impedance loads are implemented and the modulation order they support. The three main types of impedance loads are:

- Switch matrices - vary the impedance in discrete steps.
- Transistors - vary the impedance in a continuous way by an analog control signal.
- Diodes - vary the impedance in a continuous way by an analog control signal.

Impedance loads implemented with switches possess a good linearity but, due to their limited speed, they are limited to low or moderate data rate applications [1,4]. Impedance loads implemented with transistors or diodes [2, 6, 7,8] allow high speed operation, but may have limited linearity. A common problem with six-port based modulators is carrier leakage. The carrier leakage gives rise to, for example, unwanted in-band emission of the LO and degrades the performance in the receiver that in turn may decrease the channel capacity [9]. To decrease the impact of any present carrier leakage and to improve the modulation performance, balanced vector modulators have been proposed [8]. Unfortunately, their implementation requires several couplers and impedance loads, which results in increased system complexity.

A six-port modulator generates the modulated RF signal directly from an LO source (carrier) in terms of the reflection coefficients at specific ports. The reflection coefficients are generated from variable impedance loads. Hence, if the impedance is controlled by a baseband signal, modulation is possible. This reflection based technique to generate a modulated signal is well known [8].

In a reflection based modulator (six-port), the baseband I and Q data control the reflection coefficient present at specific ports and the carrier wave is multiplied



with these reflection coefficients to generate a modulated RF signal. In a mixer based modulator, the baseband I and Q channels are multiplied with the carrier by means of a mixer.

Because the six-port is a passive and linear device, the output power can be increased by increasing the LO power and the use of a power amplifier can to some extent be avoided. A typical mixer, based on diodes or transistors, is certainly nonlinear and has therefore limited power handling capability. The reflection based modulation technique that is used in a six-port modulator can be used with spectral shaping, linearization and digital predistortion techniques. A modulated output signal with good properties in time and frequency domain can thus be generated.

The relatively new modulator using the multiport architecture is proposed. It has the low cost as well as measurement accuracy. Moreover, this modulator can be realized on the combined multiport correlator, so it can be calibrated without precisely known loads.

References

1. Zhao, Y. Direct quadrature phase shift keying modulator using six-port technology / Y. Zhao, C. Viereck, J. F. Frigon, R. G. Bosisio, K. Wu // *Electronics Letters*, vol. 41, no. 21, pp. 1180–1181, 2005.
2. Lim, H.-S. Compact six-port transceiver for time-division duplex systems / H.-S. Lim, W.-K. Kim, J.-W. et.al. // *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, vol. 17, no. 5, pp. 394–396, 2007.
3. Luo, B. Performance analysis of serial and parallel six-port modulators / B. Luo, M.Y.-W. Chia // *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 56, no. 9, pp. 2062–2068, 2008.
4. Luo, B. Direct 16 qam six-port modulator / B. Luo, M.Y.W. Chia // *Electronics Letters*, vol. 44, no. 15, pp. 910–911, 2008.
5. Osth, J. Direct carrier six-port modulator using a technique to suppress carrier leakage / J. Osth, O.M. Karlsson, A. Serban, et.al. // *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 59, no. 3, pp. 741–747, 2011.
6. Semezhev, N. Calibration Procedure for Combined Multi-Port Wave-Correlator / N. Semezhev, A.A. L’vov, A.A. Sytnik, P.A. L’vov // *Proceedings of the 2017 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference (2017 ElConRusNW)*, St.-Peterburg, Russia, 2017
7. Семежев Н., Моделирование диодных детекторов и их линеаризация / Семежев Н., Львов А.А., Солопекина А.А. // *Компьютерные науки и информационные технологии: Материалы Междунар. науч. конф.* – Саратов: Издат. центр «Наука», 2016. – 496 с.
8. Ciccognani, W. A novel broadband mmic vector modulator for v-band applications / W. Ciccognani, M. Ferrari, F. Giannini, E. Limiti // *Int. J. RF Microw. Comput.-Aided Eng.*, vol. 20, pp. 103–113, January 2010. [Online]. Available: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1687193.1687201>



9. Elahi, I. Iip2 and dc offsets in the presence of leakage at lo frequency / I. Elahi, K. Muhammad, P.T. Balsara // IEEE Transactions on Circuits and Systems – Part II: Express Briefs, vol. 53, no. 8, pp. 647–651, 2006.

10. Semezhev N., Diode power detectors in software defined radio applications/ N. Semezhev, D.A. Bulykin // Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2016):. Proceedings of the International Scientific Conference / Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of RAS, 2016.– 1052 p.

N. Semezhev, A.A. Solopekina, A.A. Sytnik

MULTIPOINT DEMODULATOR

(Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia)

For demodulation, the six-port correlator can be used together with power detection, i.e., utilizing second-order nonlinearity, to recover the baseband signal [1,2,4,5,24], see Fig. 1. Schottky diodes are commonly used for power detection and allow high data rate due to their high-speed property. To recover the baseband signal the modulated RF and a coherent LO are applied to the six-port correlator. In other words, we are using the sixport demodulator in a direct conversion receiver. The phase relations in the six-port correlator together with the nonlinear processing allow to separate the I and Q baseband channels. The separated I and Q channels will, due to the nonlinear processing, not only contain the wanted baseband I and Q signals, but also a dc offset. It is well known that dc offset is a serious problem in a direct conversion receiver because the dc offset overlaps the wanted baseband signal [7]. However, by taking the difference between port pairs (P3, P4) and (P5, P6) the dc offset can be effectively suppressed in the detected baseband I and Q channels.

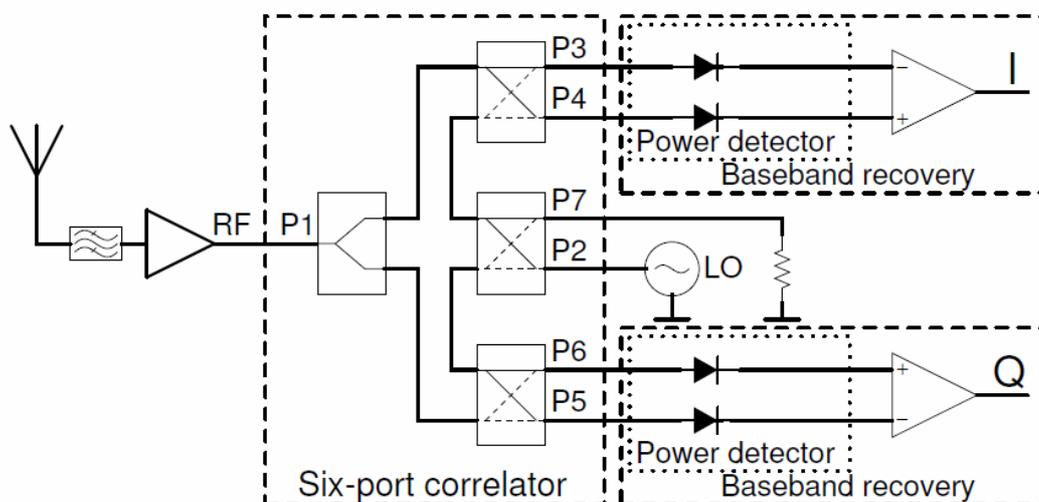


Fig. 1: Schematic of six-port receiver. The main building blocks are shown in rectangles, i.e., the six-port correlator, power detectors and baseband recovery circuit



A six-port demodulator can be divided into three different building blocks: six-port correlator, power detection and baseband recovery. By combining all the three blocks, the theory for a complete demodulator is derived.

In a six-port receiver the six-port correlator [1] is used to linearly combine an LO signal with the modulated RF signal. The LO is assumed to be coherent with the RF signal (i.e., a direct conversion receiver). Using the circuit shown in Fig. 1, the modulated RF signal at port P1 and the LO signal at port P2 are combined with different phase shifts in the six-port correlator in accordance with the S-parameters of the six-port correlator, see [11]. The output on ports P3 - P6 is input to a nonlinear device for power detection. A zero bias Schottky diode is commonly used for the power detection [1, 2, 4, 5].

As previously mentioned a Schottky diode is usually used for the power detection, but any device with a (even-order) nonlinear characteristic can be used. The nonlinear transfer function of the diode will, among other frequencies, generate the demodulated baseband signal. A square law transfer function is used to model the current I_{PD} in an ideal power detector (PD) as a function of the applied voltage v .

$$I_{PD}(v) = Kv^2, \quad (1)$$

where k is a constant.

The outputs from the diode pairs at port (P3, P4) and port (P5, P6) are then fed to a differential baseband amplifier, as shown in 1. Taking the difference between the diode output current on specified ports results in I and Q data in two different paths, without any dc offset in the ideal case.

2 Theory of Six-Port Demodulator

The complete demodulation process with a six-port correlator is now derived [5, 8]. The modulated RF (z) and the LO (g) signals are described in the complex domain as follows:

$$z = A_{RF} (X_I + jX_Q) e^{j\omega t} \quad (2)$$

$$g = A_{LO} e^{j\phi} e^{j\omega t}, \quad (3)$$

where ω is the angular frequency, ϕ is the relative phase between RF and LO, A_{LO} and A_{RF} are the LO and RF amplitudes, respectively. X_I and X_Q are the transmitted baseband I and Q data. The combined complex output on port P_x on the six-port correlator due to the RF input on port P1 and the LO input at port P2 is

$$y_x = S_{x2}g + S_{x1}z, \quad (4)$$

where x corresponds to one of the four output ports P3 - P6, i.e., $x \in \{3, 4, 5, 6\}$, and S_{nm} is the S-parameter forward transmission from port m to port n of the six-port correlator. The incident wave on port P1 is therefore $a_1 = z$ and on port P2 it is $a_2 = g$. For modeling, an ideal power detector with a square law transfer function according to (1) is assumed. The real part of y_x :

$$Y_x = \Re\{y_x\} = \frac{y_x + \overline{y_x}}{2} \quad (5)$$



is used to calculate the time-domain signal. After power detection (squaring) and low-pass filtering (LPF) of the signal in (5), the time-domain output voltage V_x is given by:

$$V_x = LPF \{kY_x^2\} = k \frac{\overline{y_x y_x}}{2} = k \frac{|y_x|^2}{2} \quad (6)$$

Using (2) - (6) together with Euler's formula and setting $k = 1$ for simplicity results in, after some simplification, the following useful expression:

$$V_x = |S_{x2}|^2 A_{LO}^2 / 2 + |S_{x1}|^2 A_{RF}^2 (X_I^2 + X_Q^2) / 2 + A_{LO} A_{RF} |S_x| X_I \cos(\phi + \angle S_x) + A_{LO} A_{RF} |S_x| X_Q \sin(\phi + \angle S_x) \quad (7)$$

where $|S_x| = |S_{x1}| |S_{x2}|$, $\angle S_x = \angle S_{x2} - \angle S_{x1}$. From (7) it is clear that the relative phase ϕ between the RF and LO signals as well as the phase and gain relations in the six-port correlator affect how much of X_I and X_Q that is present in the output signal V_x . Introducing M_x , L_x , N_x and R to keep the notations shorter:

$$M_x = |S_{x2}|^2 A_{LO}^2 / 2 \quad (8)$$

$$L_x = |S_{x1}|^2 A_{RF}^2 / 2 \quad (9)$$

$$N_x = A_{LO} A_{RF} |S_x| \quad (10)$$

$$R = X_I^2 + X_Q^2 \quad (11)$$

then (7) may be expressed in matrix form

$$\underbrace{\begin{bmatrix} M_3 & L_3 & N_3 \cos \angle S_3 & N_3 \sin \angle S_3 \\ M_4 & L_4 & N_4 \cos \angle S_4 & N_4 \sin \angle S_4 \\ M_5 & L_5 & N_5 \cos \angle S_5 & N_5 \sin \angle S_5 \\ M_6 & L_6 & N_6 \cos \angle S_6 & N_6 \sin \angle S_6 \end{bmatrix}}_{\mathbf{D}} \begin{bmatrix} 1 \\ R \\ X_I \\ X_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \end{bmatrix} \quad (12)$$

This matrix model is used to describe the six-port demodulator. The matrix \mathbf{D} is dependent on the actual implementation of the six-port correlator and directly related to the S-parameters of the six-port correlator. The LO power is assumed to be known in the demodulator and therefore only X_I , X_Q and R are unknown. The S-parameters for the ideal six-port correlator are given by:

$$S = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & j & -1 & j \\ 0 & 0 & 1 & j & j & -1 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ j & j & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & j & 0 & 0 & 0 & 0 \\ j & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

from which the \mathbf{D} matrix can be derived from (8) - (12)



$$D = \begin{bmatrix} A_{LO}^2 & A_{RF}^2 & -2A_{LO}A_{RF} & 0 \\ A_{LO}^2 & A_{RF}^2 & 2A_{LO}A_{RF} & 0 \\ A_{LO}^2 & A_{RF}^2 & 0 & -2A_{LO}A_{RF} \\ A_{LO}^2 & A_{RF}^2 & 0 & 2A_{LO}A_{RF} \end{bmatrix} \quad (13)$$

There are only three unknown variables in this linear model: X_I , X_Q and R , but four equations are available, therefore one of the equations is linearly dependent on the others and \mathbf{D} is singular. By inspection of (13) together with (12), it is seen that the detected I signal I_d (I channel) can be recovered by taking the difference of $V_4 - V_3$, and the detected Q signal Q_d (Q channel) by taking the difference of $V_6 - V_5$:

$$I_d = \frac{2}{A_{LO}A_{RF}}(V_4 - V_3) \quad (14)$$

$$Q_d = \frac{2}{A_{LO}A_{RF}}(V_6 - V_5) \quad (15)$$

Both the dc offset from LO (M_x) and the nonlinear distortion (R) are canceled on the I and Q channel outputs in this case. In an ideal system the detected I-Q symbols should be an exact scaled copy of the transmitted symbols, i.e., $I_d = kX_I$ and $Q_d = kX_Q$ where k is a scaling factor. In a realistic system there may be phase and/or amplitude imbalances in the six-port correlator and, therefore, crosstalk between I and Q channels.

According to the derived theory of the six-port demodulator, to recover the baseband I and Q channels with dc offset suppression, equation (14) - (15) must be implemented.

One approach is to first amplify and low-pass filter each of the four outputs from the power detectors [6] and then sample the output with an analog to digital converter (ADC) and implement (14) - (15) in the digital domain. In this configuration four baseband amplifiers, four filters and four ADCs are used. A challenge, if a ADC is used, to directly sample each of the four outputs of the power detectors is that they need to operate at high-speed to support high symbol rates. The high-speed operation required for the four ADCs increases the system cost and power consumption.

Another approach is to use differential amplifiers [5, 9] that are used to implement (14) - (15), i.e., to take the difference between port pairs to recover the baseband I and Q channels. In this case, the number of ADCs can be reduced from four to two. An analog decision circuit may also be implemented to directly demodulate the data without using any ADC or digital signal processing [3]. Depending on the modulation used, an analog decision circuit may be a good choice for high data rate applications.

In a six-port demodulator recovery of I and Q baseband signals are done by using power detection at the four outputs of the six-port correlator. Owing to the relative phase differences between the four output ports, the two input waves, i.e., the RF and LO signals add constructively or destructively and this is detected by the power detector, commonly implemented with a Schottky diode [2]. In a conventional mixer



based direct conversion demodulator, two mixer cores, one for I channel and one for Q channel, are used. The mixers commonly operate in switching mode, so its conductance changes from a high to low state and thereby allow frequency conversion, i.e., demodulation. In general switching mode mixers require more LO power than power detection.

The relatively new demodulator using the multiport architecture is proposed. It has the low cost as well as measurement accuracy. Moreover, this demodulator can be realized on the combined multiport correlator, so it can be calibrated without precisely known loads.

References

1. Hentschel, T. The six-port as a communications receiver / T. Hentschel // *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 53, no. 3, pp. 1039–1047, 2005.
2. Koelpin, A. The six-port in modern society / A. Koelpin, G. Vinci, B. Laemmle, D. Kissinger, R. Weigel // *IEEE Microwave Magazine*, vol. 11, no. 7, pp. 35–43, 2010.
3. Lim, H.-S. Compact six-port transceiver for time-division duplex systems / H.-S. Lim, W.-K. Kim, J.-W. Yu, H.-C. Park, W.-J. Byun, M.-S. Song // *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, vol. 17, no. 5, pp. 394–396, 2007.
4. Osth, J. Diode configurations in six-port receivers with simplified interface to amplifier and filter / J. Osth, A. Serban, O. , M. Karlsson, S. Gong, J. Haartsen, and P. Karlsson, // in *Proc. IEEE Int Ultra-Wideband (ICUWB) Conf*, vol. 1, 2010, pp. 1–4.
5. Osth, J. Six-port gigabit demodulator / J. Osth, A. Serban, O. Owais, M. Karlsson, S. Gong, J. Haartsen, and P. Karlsson // *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 59, no. 1, pp. 125–131, 2011.
6. Xu, X. Analysis and implementation of six-port software-defined radio receiver platform / X. Xu, R. G. Bosisio, and K. Wu // *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 54, no. 7, pp. 2937–2943, 2006.
7. Loke, A. Direct conversion radio for digital mobile phones design issues, status, and trends / A. Loke, F. Ali // *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 50, no. 11, pp. 2422–2435, 2002.
8. Mohajer, M. Direct conversion receivers using multiport structures for software-defined radio systems / M. Mohajer, A. Mohammadi, A. Abdipour // *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, vol. 1, no. 2, pp. 363–372, 2007.
9. Djoumessi, E.E. Frequency-agile dual-band direct conversion receiver for cognitive radio systems / E.E. Djoumessi, S.O. Tatu, K. Wu, // *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 58, no. 1, pp. 87–94, 2010.
10. Semezhev, N. Calibration Procedure for Combined Multi-Port Wave-Correlator / N. Semezhev, A.A. L'vov, A.A. Sytnik, P.A. L'vov // *Proceedings of the 2017 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference (2017 ElConRusNW)*, St.-Peterburg, Russia, 2017
11. Semezhev N., Diode power detectors in software defined radio applications/ N. Semezhev, D.A. Bulykin // *Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2016):. Proceedings of the International Scientific Conference /*



Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of RAS, 2016.– 1052 p.

12. Семежев Н., Моделирование диодных детекторов и их линеаризация / Семежев Н., Львов А.А., Солопекина А.А. // Компьютерные науки и информационные технологии : Материалы Междунар. науч. конф. – Саратов : Издат. центр «Наука», 2016. – 496 с.

М.К. Аверкиев, К.Е. Климентьев

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ САМОВОСПРОИЗВОДЯЩИХСЯ СУЩНОСТЕЙ НА ГРАФАХ С ПЕРЕМЕННОЙ ТОПОЛОГИЕЙ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Введение. На кафедре ИСТ Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П.Королева силами студентов и преподавателей продолжается разработка и реализация системы моделирования распространения самовоспроизводящихся существ, таких как биологические инфекции, компьютерные вирусы и черви, информационные сообщения в сети Интернет, лесные пожары и т.п.

В настоящей статье рассматриваются вопросы моделирования важного класса эпидемий, обладающих следующими особенностями:

- расстояние r_0 , на которое передается инфицирующее воздействие, ограничено;
- объекты, подверженные инфицированию, непрерывно перемещаются в пространстве, то попадая в «радиус инфицирования» друг друга, то покидая его.

Такие особенности характерны для биологических инфекций (например, гриппа) [2], для эпидемий мобильных червей, распространяющихся с одного телефона на другой [1], и даже для сценариев зомби-апокалипсиса [3].

Общее описание модели. В качестве модели пространства, в котором развиваются эпидемии, приняты неориентированные, маркированные графы «геометрического» вида (это частный случай так называемых «дистанционных» графов). Топология таких графов обусловлена принципом их построения, а именно: каждая вершина графа имеет некоторые пространственные координаты; «соседями» каждой вершины являются только те вершины, расстояние до которых не превышает расстояния r_0 . В процессе моделирования вершины графа «перемещаются», соответственно, его топология изменяется. Инфицирующие воздействия передаются только между инцидентными вершинами.

Исходными параметрами данной модели являются:

- количество вершин графа, начальное расположение вершин и r_0 , каковые параметры совместно задают начальную топологию графа;
- начальные состояния вершин («здоров», «болен», «вакцинирован» и т.п.);



- правила перемещения вершин в процессе моделирования;
- интервал времени, в течение которого полностью завершается процедура передачи инфицирующего воздействия от одной вершины к другой.

Далее обсуждаются частные аспекты определения и использования некоторых исходных параметров.

Построение исходного графа. Построение случайных графов «геометрического» вида с наперед заданными статистическими характеристиками (средней степенью вершин, средней степенью кластеризации и пр.) рассмотрено в [4]. Способ построения «геометрических» случайных графов с топологией, отражающей особенности какой-либо местности, строений и помещений, обсужден в [5].

Правила перемещения вершин. В ходе моделирования выполняется не только воспроизведение инфицирующих воздействий, но и перемещение вершин, что на каждом шаге приводит к новой топологии графа.

Классические модели блужданий, рассматриваемые, например, в рамках теории броуновского движения, мало пригодны при моделировании перемещения людей и животных. Известно, например, что перемещения людей по плоскости (например, студентов по территории кампуса) в общем случае подчиняются следующим законам (см. работу [6]):

- направление движения распределено равномерно на интервале $0..2\pi$ рад.;
- скорость и продолжительность перемещения распределены по Леви.

В работе [7] показано, что результаты имитационного моделирования перемещений, использующие эти законы, хорошо согласуются с результатами, полученными в ходе наблюдения за реальными перемещениями [6]. В то же время эти законы применимы лишь к перемещениям людей на ограниченном участке плоской поверхности без учета, например, устоявшихся маршрутов, препятствий и т.п.

Для сбора статистики о перемещениях людей в иных условиях можно воспользоваться устройством, исследовательский прототип которого разработан и реализован М.Аверкиевым (см. рис. 1).

Устройство предназначено для автоматизированного определения физических характеристик пространственных локаций. Оно представляет собой переносной программно-аппаратный комплекс, собирающий с определенной частотой информацию о текущих координатах геолокации и такие ее характеристики, как высота над уровнем моря, уровень радиации и т.п. Так же фиксируется текущая дата и время, что позволяет рассчитывать скорость его перемещения в пространстве. Основное предназначение устройства – наполнение информационных слоев ГИС-систем [8]. Так же устройство может быть использовано для простого фиксирования траекторий перемещения в пространстве людей, транспорта и животных.



Рис. 1. Устройство для определения физических характеристик пространственных локаций

Устройство основано на чипе NEO-6 фирмы U-Blox. Оно обеспечивает:

- разрешающую способность измерения координат - не хуже 2.5 м;
- максимальную частоту сбора данных - 4 Гц;
- передачу в реальном времени собранных данных на ПЭВМ через интерфейсы RS-232 и USB со скоростью 9600 бит/сек.

Принцип определения геокоординат основан на взаимодействии с GNSS (мировой спутниковой навигационной системой), а конкретно – использует встроенный в чип GPS-приемник. Себестоимость изготовления устройства не превышает \$10.

Литература

1. Климентьев К.Е. Компьютерные вирусы и антивирусы: взгляд программиста. – М.: ДМК-Пресс, 2013. – 656 с.
2. Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии. - М.: Физматлит, 2010. – 400 с.
3. Smith R., Munz P., Hudea I, Imad J. When Zombies Attack: Mathematical Modeling of an Outbreak of Zombie Infection // Infectious Disease Modeling Research Progress. - Nova Science Publishers, Inc. – pp. 133-157.
4. Климентьев К.Е. Случайные графы как модель среды распространения и взаимодействия саморазмножающихся объектов // В сб.: «Известия Самарского научного центра РАН», Том 17, №2(5). – Самара, изд-во СНЦ РАН, 2015. – С. 1021-1025.
5. Климентьев К.Е. Применение ГИС-технологий при исследовании распространения вредоносных программ // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем, Уфа: Изд-во УГАТУ, 2012. - 126-129.



6. Rhee I. et al. On the Levi Walk Nature of Human Mobility: Do Humans Walk Like Monkeys // IEEE/ACM Transaction on Networking, Vol. 20. No. 2, 2012. - pp. 630-643.

7. Привалов А.Ю., Царев А.А. Моделирование передвижения узлов DTN сети с использованием принципа наименьшего действия при выборе локаций посещения // Самара, ИТНТ-2015, 2015. - С. 248-252.

8. Блинкова О.А., Упоров А.Н., Климентьев К.Е., Шубин Ю.В. Internet для географов / под ред. О.А.Блинковой. - Харьков: Kharkiv University Press. 2003. - 118 с.

А.П. Бестужева, И.А. Лёзин

СРАВНЕНИЕ АППРОКСИМАТИВНЫХ ВОМОЖНОСТЕЙ ВЕЙВЛЕТОВ ХААРА И ДОБЕШИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Постановка задачи

Проанализировать зависимость ошибки аппроксимации от числа слоев вейвлет-преобразования и выбранной вейвлет-функции.

Введение

Вейвлеты стали необходимым математическим инструментом во многих исследованиях. Одна из главных идей представления сигналов на различных уровнях декомпозиции (разложения) с помощью вейвлетов заключается в разделении функций приближения к сигналу на две группы: аппроксимирующую и детализирующую [1].

Существует большое количество вейвлет-функций для решения различных задач. Выбор конкретного вейвлета, будь то дискретный или непрерывный, зависит от данного анализируемого сигнала. В данной работе будут рассмотрены вейвлет Хаара и вейвлет Добеши.

Вейвлет Хаара

Вейвлет Хаара – один из первых и наиболее простых вейвлетов. Он был предложен венгерским математиком Альфредом Хааром в 1909 году. Вейвлеты Хаара ортогональны, обладают компактным носителем, хорошо подходят для аппроксимации негладких функций. К их достоинствам можно отнести хорошую локализацию в пространстве и простоту реализации [2].

Родительская вейвлет-функция $\psi(x)$, определяющая детали сигнала, задается следующим образом:

$$\psi(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 0.5 \\ -1, & 0.5 \leq x < 1 \\ 0, & x \notin [0,1) \end{cases}$$

Масштабирующая функция $\varphi(x)$, определяющая грубое приближение сигнала, задается следующим образом:



$$\varphi(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 1 \\ 0, & x \notin [0,1) \end{cases}$$

На рисунке 1 показана вейвлет-функция $\psi(x)$ и масштабирующая функция $\varphi(x)$.

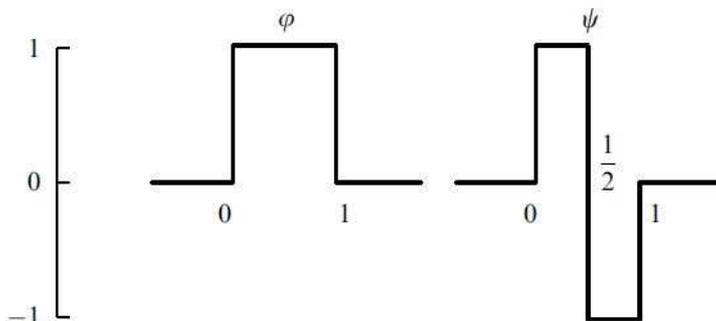


Рисунок 1 – Вейвлет-функция и масштабирующая функция вейвлета Хаара

Преобразование Хаара используют для представления широкого класса функций, которое имеет вид:

$$y(x) = \sum_k c_k \varphi(x-k) + \sum_k \sum_{j=0}^{\infty} d_{j,k} \psi(2^j x - k),$$

где c_k и $d_{j,k}$ – коэффициенты, которые необходимо определить.

Функция $\varphi(x-k)$ является копией функции $\varphi(x)$, сдвинутой вправо на число k . Аналогично, функция $\psi(2^j x - k)$ получается из функции $\psi(x-k)$ сменной масштаба в 2^j раз. Сдвинутые функции используются для аппроксимации функции $y(x)$ при различных моментах времени, а функции с разными масштабами нужны для аппроксимации функции при более высоком разрешении.

Вейвлеты Добеши

Вейвлеты Добеши – семейство ортогональных вейвлетов с компактным носителем, вычисляемым итерационным путём. Названы в честь математика из США, первой построившей данное семейство, Ингрид Добеши.

Построение вейвлетов этого семейства происходит с помощью вейвлет-функции и масштабирующей функции по формулам:

$$\psi(x) = \sqrt{2} \sum_k g_k \psi(2x - k)$$

$$\varphi(x) = \sqrt{2} \sum_k h_k \psi(2x - k),$$

где g_k и h_k – коэффициенты, которые необходимо найти.

Для построения вейвлетов данного типа широко используется каскадный алгоритм, который позволяет поточно строить масштабирующую функцию $\varphi(x)$ по известным коэффициентам h_k .

Вейвлеты Добеши хорошо подходят для аппроксимации гладких функций, дают лучшую аппроксимацию при изучении симметричных сигналов и наиболее качественно выделяют локальные особенности сигналов [3].



Исследование зависимости ошибки аппроксимации от вида вейвлет-функции

Пример аппроксимации табличных данных вейвлетами Хаара и Добеши представлен на рисунках 2 и 3 .

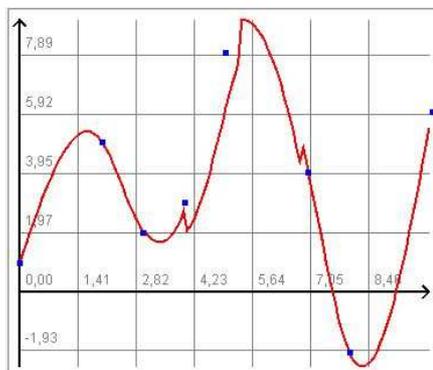


Рисунок 2 – Аппроксимации вейвлетом Добеши 2 уровня детализации

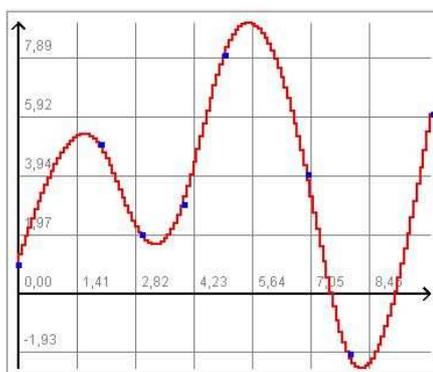


Рисунок 3 – Аппроксимации вейвлетом Хаара 4 уровня детализации

В таблице 1 приведены абсолютные значения ошибки аппроксимации для рассмотренных вейвлетов в зависимости от числа слоев детализации.

Таблица 3.1 – Зависимость ошибки аппроксимации от числа слоев детализации

Тип вейвлета	Число слоев детализации					
	1	2	3	4	5	6
Хаар	1	0.7	0.59	0.4	0.2	0.1
Добеши	0.6	0.4	0.15	0.1	0.04	0.015

Исследования проводились для 3 различных наборов входных данных. По полученным результатам можно сделать вывод, что с увеличением числа слоев точность аппроксимации увеличивается.

Заключение

Была исследована зависимость ошибки аппроксимации от числа слоев детализации и выбора вейвлет-функции.

Литература

1. Дремин И.М. Вейвлеты и их использование, – М.:2001. – 34с.
2. Преобразование Хаара [Электронный ресурс]. – http://sernam.ru/book_sel.php?id=67



3. Проскурин А.В. Вейвлет-аппроксимация и краевые задачи на собственные значения математической физики, журнал «Известия Алтайского Государственного Университета», вып.№1, 2014.– 4с.
4. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике, –М. 2002. – 448с.

А.А. Бомм

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ КОМПОНЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ «ИНФОКОНТ»

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Развитие информационных технологий в целом и, как следствие, технологических и бизнес-систем, широко повлияло на принципы работы всех современных предприятий любой отрасли. Использование подобных систем даёт возможность не только контролировать производство и управлять им (АСУТП), автоматизировать бизнес-процессы предприятий, вести коммерческий учет, но и на более качественном уровне планировать работу. Имеющаяся в технологических системах информация необходима многим сотрудникам для работы, но зачастую они сталкиваются с рядом проблем, из-за которых использование информации затруднено или невозможно по причинам отсутствия доступа к ней. Для бизнеса это является проблемой: информация на предприятии есть, но сотрудник не имеет возможности оперативно получить ее, либо она представлена в неудобном для использования виде. Как следствие:

- низкая скорость реакции на изменения: информация становится доступной, когда оперативная реакция уже невозможна;
- неэффективность работы: разные сотрудники постоянно тратят существенное время на одни и те же действия по получению и обработке данных;
- неэффективность управленческих решений: решения принимаются не на основе «анализа информации», а на базе «опыта и интуиции».

В настоящее время разработана и успешно работает информационная среда мониторинга технологических процессов «Инфоконт» [1], она позволяет решить все вышеперечисленные задачи и избавить сотрудников предприятий от сложностей, связанных с оперативным получением и анализом данных. «Инфоконт» имеет сложную структуру (рис. 1) и состоит из многих компонентов, что в свою очередь требует постоянного мониторинга состояния как аппаратной, так и программной части комплекса.

Необходимыми программными компонентами информационной среды в рамках одного предприятия являются:

- Сервер приложений, реализованный как web-сервис, основной задачей которого является обработка запросов пользовательских приложений и



сторонних систем. Доступ клиентских приложений к серверу приложений обеспечивается по протоколам http, https и tcp/ip, что позволяет работать в существующей у заказчика сетевой инфраструктуре.

- СУБД Oracle, используемая для хранения данных и настроек.
- Модули сбора данных, представляющие из себя программные адаптеры и позволяющие обращаться к источникам данных (OPC, СУБД (Oracle, MS SQL), web-сервисам, файлам (бинарным, текстовым, XML) и др.) по тем протоколам, которые они поддерживают, и получать значения параметров. В зависимости от особенностей предприятия есть вероятность использования огромного множества модулей сбора данных.
- Трендовая служба, используемая для приёма данных от модулей сбора данных, обработки и записи данных в базу данных.



Рис.1. Упрощённая структура информационной среды «Инфоконт»

В условиях реального предприятия количество программных компонентов, необходимых для обеспечения работоспособности информационной среды, возрастает. При этом некорректная работа хотя бы одного из компонентов может не только привести к потере значительного количества данных, но и полностью нарушить работоспособность среды. Одним из способов повышения стабильности работы среды является полное дублирование и резервирование как программных, так и аппаратных компонентов (в виде резервных серверов), однако, это не исключает необходимость постоянного мониторинга системы.

У предприятий с большим количеством физически отдалённых объектов появляется острая необходимость мониторинга целого ряда основных и резервных серверов, а также источников данных, что в свою очередь требует наличия



и использования централизованных систем диагностики, способных производить сбор диагностических данных.

Для решения данной проблемы разработана система диагностики, позволяющая собирать диагностические данные по заданным программным и аппаратным компонентам информационной среды «Инфоконт». Помимо этого в системе имеется возможность отправки электронных сообщений при возникновении или устранении ошибок в работе информационной среды.

В результате анализа работы информационной среды «Инфоконт» был определен набор критических данных и их детекторов, необходимый для анализа состояния информационной среды:

- Информация о перебоях в доступности сервера (хоста).
- Информация о перебоях в доступности и работе программных компонентов:
 - Сервер приложений;
 - База данных Oracle;
 - Модуль сбора данных (МСД) и модуль передачи данных (МПД).
- Информация о свободном дисковом пространстве.
- Информация о свободном пространстве в tablespace СУБД Oracle.
- Информация о выполнении плановых задач в СУБД Oracle.

Общая структура системы диагностики и анализируемых компонентов информационной среды представлена на рис. 2.



Рис. 2. Структура системы диагностики информационной среды «Инфоконт»

Таким образом, система диагностики позволяет оперативно реагировать как на программные, так и на аппаратные сбои в работе информационной среды «Инфоконт», и в максимально короткие сроки осуществлять комплекс мер, не-



обходимых для устранения неполадок и возвращения среды в штатный режим. В дальнейшем планируется доработка системы диагностики и добавление в нее следующих детекторов: загруженность центрального процессора и использование оперативной памяти общими и отдельными процессами; проверка корректности выполнения плановых заданий операционной системы Windows; проверка корректности запуска служб и программ при перезагрузке серверов; проверка корректности значений параметров, поступающих с источников данных.

Литература

1. Официальный сайт программного комплекса «Инфоконт» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.infocont.ru/> (дата обращения 14.02.2017 г.).

А.А. Булаев, А.А. Смагин, С.В. Липатова

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ 3D ГИС

(Ульяновский государственный университет)

Особенностями перехода от проектирования 2D ГИС к проектированию 3D ГИС является то, что функционирование 3D-систем в отличие от первых может включать в себя выполнение таких операций как:

- обработка динамических трёхмерных изображений;
- преобразование растровых изображений в векторные графические модели с учетом рельефа местности;
- построение 3D моделей объектов или местности;
- аналитическая обработка моделей текстур и рельефа ГИС;
- аналитическая обработка геоданных с учётом рельефа.

Любая ГИС взаимодействует с особым видом данных – пространственными данными, состоящими из координатных (метрических) и атрибутивных (семантических) данных.

Средства проектирования 2D ГИС являются ограниченными, например, недостаточно хорошо отображают динамический аспект ситуационной обстановки и не поддерживают работу с современными спутниковыми трехмерными картами.

Один из известных подходов к проектированию ГИС, в том числе и 3D ГИС, основан на использовании ядра и наращивании его дополнительными модулями [1]. Такой подход реализует одна из ведущих фирм на российском рынке ГИС - КБ "Панорама" [2], но при этом требуется построение интерфейса по преобразованию базового комплекта вручную, что является не всегда тривиальной задачей.

Большинство известных геоинформационных систем является заказными платными разработками, цены на которые достигают нескольких сотен тысяч



рублей за одну рабочую станцию, и пользователи таких систем имеют ограниченные возможности редактирования ГИС и доработки в соответствии с необходимостью решения дополнительных задач.

При разработке 3D ГИС имеется возможность автоматизировать некоторые этапы и процессы их проектирования, к которым относятся:

- базы данных свободно-распространяемых библиотек;
- базы данных 3D моделей объектов окружающей обстановки;
- базы данных текстур и рельефа;
- базы данных алгоритмов проектирования 3D ГИС;
- набор моделей ситуаций и обстановок.

В рамках данной работы предлагается CASE-средство для проектирования 3D ГИС, поддерживающее перечисленные выше возможности и построенное на базе свободно распространяемых ресурсов (Рис. 1).

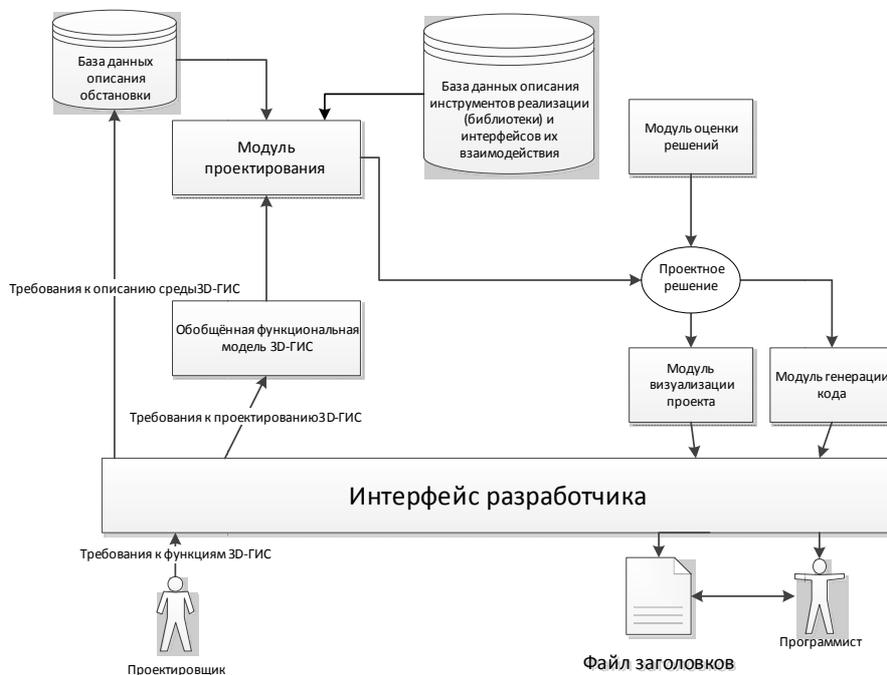


Рис. 1. Структура CASE-средства проектирования 3D ГИС

Структурно CASE-средство представляет собой трехуровневую систему. Первый уровень – уровень хранения данных – содержит базу данных описания обстановки и базу данных инструментов реализации, которые строятся на основе реляционных моделей представления данных.

Эти модели используются для описания функций и объектов проектируемой 3D ГИС; на уровне представления информации находится интерфейс разработчика, который позволяет использовать модели и предоставляет проектировщику средства для формализации функциональных требований. Также с помощью этого интерфейса проектировщик и программист могут получать доступ к результатам проектирования, а именно: просматривать проектные ре-



шения в виде диаграмм и получать файлы заголовков на выбранном языке программирования [3].

На втором уровне – уровне бизнес-логики – находятся функциональные модули проектирования, которые позволяют на основе пересечения множеств функций обобщенной функциональной модели 3D ГИС и функций, описанных проектировщиком, определять доступные для данного проекта библиотеки, а на основе описания библиотек на уровне хранения в модуле проектирования формировать проектные решения.

К проектным решениям относятся:

- структурная модель, в которой библиотеки объединяются в функциональные подсистемы и обозначаются модули, требуемые для собственной разработки, и с учётом выбранных библиотек определяется архитектура (клиент-серверная, web-сервис-ориентированная и т. д.) 3D ГИС;
- функциональная модель проектируемой 3D ГИС на основе требований проектировщика может быть представлена в виде дерева функций или в виде диаграммы UML прецедентов использования;
- диаграмма интерфейсов, которая описывает схему API между свободно распространяемыми библиотеками и собственными разработками в виде диаграмм классов UML.

CASE-средство может сформировать несколько вариантов проектных решений, которые ранжируются в модуле оценки решений по следующим критериям: количество строк кода в библиотеке, количество связей между библиотеками, однородность технологий разработки (языка описания, протоколов взаимодействия, архитектуры и т. д.).

На третьем уровне – уровне представления – находятся интерфейс разработчика и модуль визуализации. На базе полученных оценок пользователь может выбрать лучшее для него проектное решение и просмотреть его в виде диаграмм в модуле визуализации, а также на базе диаграммы классов получить заголовочные файлы с помощью модуля генерации кода.

Предлагаемое CASE-средство может осуществлять информационную поддержку проектировщику и разработчику на этапах анализа и проектирования 3D ГИС, а файлы заголовков являются результатом проектирования, используемым на этапе реализации 3D ГИС.

CASE-средство 3D ГИС выполняет две основные задачи:

- проектирование ядра 3D ГИС;
- проектирование проектных решений 3D ГИС на базе выбранного ядра.

На этапе проектирования ядра 3D ГИС проектировщику необходимо указать несколько критериев, на основе которых CASE-средство предложит набор подходящих ядер 3D ГИС.

Критерии ядра 3D ГИС: тип 3D ГИС, платформа (Windows, Linux, Mac OS и т.д.), архитектура (файл-серверная, клиент-серверная, сервис-ориентированная и др.), язык разработки.



Важным критерием при проектировании ядра является выбор типа разрабатываемой 3D ГИС. В зависимости от выбранного типа 3D ГИС выделяются два вида ядер: базовое ядро и специализированное ядро.

Базовые ядра содержат только те функции, которые необходимы для разработки любой 3D ГИС. Специализированные ядра 3D ГИС имеют набор библиотек с функциями по реализации 3D ГИС в конкретной области применения, например, геологическая ГИС, метеоГИС, архитектурная ГИС и т.д. После выбора типа ядра 3D ГИС проектировщик может задать остальные критерии ядра.

Следующим шагом проектирования является выбор функций и объектов проектируемой 3D ГИС.

После определения всех необходимых данных CASE-средство генерирует перечень проектных решений, готовых к реализации. При этом проектное решение включает в себя модели 3D ГИС (структурная, функциональная, брокерная, модель проекций и т.д.) и диаграммы (диаграмма классов, диаграмма прецедентов и т.д.), а также исходные коды файлов заголовков.

Интерфейс CASE-средства 3D ГИС представляет собой панель инструментов с возможностью задания функций и объектов (местность, объекты, ситуации) 3D ГИС, языка программной реализации 3D ГИС, поддерживаемых платформ и генерируемых для проектных решений моделей.

Из всего множества сгенерированных проектных решений формируется перечень, каждое из них удовлетворяет заданным характеристикам 3D ГИС. Проектировщик имеет возможность просмотра моделей и диаграмм любого проектного решения, а также получения информации по ним для выбора наиболее оптимального проектного решения.

С помощью предложенного CASE-средства разработана система моделирования 3D ГИС отображения ситуационной обстановки, которая позволяет визуально оценивать проектные решения, генерируемые CASE-средством, а также моделировать разнообразные статические и динамические ситуации с использованием растровых (GeoTIFF, PNG, JPG) и векторных (KML, S57, SHAPE) карт и нанесением 3D моделей реальных объектов. Система может работать в режимах введения входных данных вручную оператором 3D ГИС, в виде XML-файла и по UDP порту.

CASE-средство разработано на языке программирования Python, система моделирования 3D ГИС в среде разработки Qt на языке программирования C++. Обе системы поддерживают кроссплатформенное использование.

Литература

1. Дышленко С.Г. Трехмерное моделирование в ГИС // Перспективы науки и образования. – 2014. – №2 (8). – С. 28-34.
2. Технология построения инфраструктуры пространственных данных // ГИС ПАНОРАМА - Технологии. 2017. – URL: <http://gisinfo.ru/support/tehno.htm>
3. Булаев А.А., Липатова С.В., Мерзляков Д.А., Смагин А.А. CASE-средство проектирования 3D-ГИС на основе свободно распространяемых библиотек // Автоматизация процессов управления. – 2016. – № 2 (44). – С. 35-44.



АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ПО ПОВЕРКЕ ЦИФРОВЫХ МУЛЬТИМЕТРОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Мы живем в век больших скоростей, когда каждая секунда на счету. Ежедневно выходят дополнения к нормативным документам, новые приказы правительства и Росстандарта, новые или доработанные ГОСТы и ТУ, новые многофункциональные средства измерений и соответственно методики поверки к ним. На сегодняшний день большинство средства измерений измеряют и воспроизводят множество параметров, в связи с чем существенно увеличивается количество необходимых измерений в процессе поверки, что в свою очередь увеличивает вероятность ошибки оператора и появлению субъективной погрешности.

Также, в связи с совершенствованием систем качества и, соответственно, увеличению списка требований к оформлению документов о результатах поверки, значительно увеличивается время затрачиваемое метрологом на оформление документов.

В результате время требуемое на проведение поверки существенно возрастает, повышается вероятность ошибки оператора, увеличивается стоимость поверки средств измерений. Одним из вариантов решения описанных выше проблем является автоматизация процесса поверки.

Автоматизация процесса поверки всегда была актуальна и востребована.

Автоматизированные установки для поверки разрабатывались и выпускались крупными советскими предприятиями. Минский опытный завод «Эталон» например изготавливал установку поверочную полуавтоматическую универсальную УППУ-1М для поверки аналоговых стрелочных приборов. Кроме того «на местах» изготавливались автоматизированные поверочные стенды состоящие из нескольких отечественных эталонных средств измерений работающих в связке и цифropечатающего устройства. Аналогично дела обстояли и за рубежом.

Автоматизация процесса поверки позволяет решить следующие задачи:

- полное исключение субъективных (операторских) погрешностей;
- сокращение времени затрачиваемое поверителем на поверку;
- сокращение расходов (как следствие сокращения времени затрачиваемое поверителем на поверку).

В работе были исследованы различные подходы к автоматизации рабочего места по поверке цифровых мультиметров и разработано автоматизированное рабочее место по поверке цифровых мультиметров на основе многофункционального калибратора электрических сигналов и машинного зрения.

Мультиметр - комбинированный электроизмерительный прибор, объединяющий в себе несколько функций. В большинстве своем это измерители по-



стоянного и переменного электрического напряжения, силы постоянного и переменного тока, электрического сопротивления постоянному току, электрической емкости. В данной работе речь идет о поверке исключительно цифровых мультиметров, в дальнейшем для упрощения назовем их просто мультиметры.

На сегодняшний день рынок переполнен предложениями по автоматизации процесса поверки. Предложения в основном отличаются типами автоматизируемых средств измерений, а объединяет все – высокая цена.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что существующие на рынке предложения имеют слишком высокую цену или охватывают не все необходимые виды измерений. Отсюда возникает актуальность проблемы автоматизации рабочего места. Стоит отметить, что данное автоматизированное рабочее место по поверке цифровых мультиметров также может быть организовано в других метрологических центрах.

М.А. Верхотуров, Г.Н. Верхотурова, К.В. Данилов

УПАКОВКА 3D-ОБЪЕКТОВ В ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КОНТЕЙНЕР НА БАЗЕ “NO FIT POLYHEDRON” В ОБЪЕКТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ И С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОКСЕЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

1. Введение

Анализ этапов жизненного цикла сложных изделий в различных отраслях промышленности показывает, что многие из них связаны с решением оптимизационных задач размещения. Нахождение оптимального или близкого к нему решения позволяет существенно сократить расход различных ресурсов и понизить себестоимость продукции. Такие задачи являются важными с точки зрения экономии ресурсов, но сложными для принятия решений.

Многие исследователи в мире занимаются изучением класса проблем раскроя-упаковки, наиболее сложной из которых, является задача оптимизации размещения трехмерных объектов сложных форм в заданную область (контейнер). Анализ опубликованных работ и обзорных статей в этой области [1] показал, что из 158 работ за период 1980-2011гг. задаче нерегулярного размещения сложных трехмерных объектов было посвящено только 3 статьи, что составляет примерно 1.9% всех работ. Содержание этих статей, а также других работ, которые не попали в вышеуказанный обзор, позволяет сделать вывод, что исследование способов повышения эффективности получаемых решений (затраченного на процесс решения времени и их качество) продолжает быть актуальным.

2. Постановка задачи

Пусть имеется набор \overline{T} трехмерных геометрических объектов (ГО) $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$: $T_i \subset \mathbf{R}^3, i = \overline{1, n}$, каждый из которых задан в собственной системе координат.



Область размещения $Q \subset \mathbf{R}^3$ представляет собой прямоугольный параллелепипед с переменной высотой H , фиксированными длиной L и шириной W .

Пусть $T_i(\bar{u}_i)$ геометрический объект T_i , смещенный на вектор $\bar{u}_i(x_i, y_i, z_i)$ (возможность поворотов в данной работе не рассматривается).

В результирующей карте/схеме размещения должны выполняться следующие условия:

- условия непересечения объектов между собой:

$$T_i(\bar{u}_i) \cap T_j(\bar{u}_j) = \emptyset, \forall i = \overline{1, n}, \forall j = \overline{1, n}, i \neq j, \quad (1)$$

- условия нахождения геометрических объектов в области размещения:

$$T_i(\bar{u}_i) \cap Q = T_i(\bar{u}_i), \forall i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Условия (1) и (2) связывают параметры размещения $U = (\bar{u}_1, \bar{u}_2, \dots, \bar{u}_n) \in R^{3n}$ объектов множества T в области Q и являются для них ограничениями.

Обозначим высоту H области Q как $Z(T(U))$, необходимую для размещения геометрических объектов множества $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ с векторами смещения $U = \{\bar{u}_1, \bar{u}_2, \dots, \bar{u}_n\}$ соответственно.

Требуется найти такое множество векторов смещения U , чтобы $Z(T(U)) \rightarrow \min$, при этом выполнялись условия взаимного расположения объектов между собой и с областью размещения (1), (2).

В данной постановке эта проблема является сложной задачей оптимизационного геометрического моделирования в пространстве высокой размерности с невыпуклой и несвязной областью допустимых решений и, с точки зрения комбинаторной сложности, принадлежат к классу NP-трудных. В ней, кроме оптимизационной составляющей, особое место занимает геометрическая, заключающаяся в необходимости соблюдения в результирующем решении условий непересечения упаковываемых объектов между собой и условий их нахождения в исходной области размещения.

3. Подходы к решению задачи

При решении 3D задач нерегулярного размещения геометрических объектов сложных форм широко распространенными являются методы нахождения рациональных (допустимых) укладок близких к оптимальным. Они отличаются тем, что, как правило, на каждом элементарном шаге решения оперируют отдельными геометрическими объектами (принцип пообъектного размещения), т.е. производят некоторые геометрические преобразования каждого из них.

Процесс нахождения решения в этом случае состоит из выполнения следующих процедур (называемых «*encoding*», «*decoding*», «*evaluating*» [Ошибка! Источник ссылки не найден.]):

Оптимизационная процедура – операции с приоритетным списком:

- формирование последовательности размещаемых объектов;
- изменение последовательности размещенных объектов.



Геометрическая процедура – операции с объектами, соответствующими номерам в приоритетном списке:

- представление объектов в соответствующем виде (полигональном, воксельном и т.д.);
- моделирование движения объектов;
- выбор, согласно некоторому критерию, точки размещения;
- занесение объекта в область (изменение области размещения).

Взаимодействие этих процедур чаще всего реализуется по следующему алгоритму:

Цикл по формированию приоритетных списков:

1. Формирование последовательности размещаемых объектов (приоритетный список).

2. Цикл по элементам приоритетного списка:

2.1. моделирование движения объектов;

2.2. выбор, согласно некоторому критерию, точки размещения;

2.3. занесение объекта в область (изменение области).

3. Определение значения целевой функции.

Условием выхода из внешнего цикла является заданное число итераций, время работы или достижение значения целевой функции заданного предела.

Существует большое количество разнообразных мета/эвристических методов, применяемых для решения задач нерегулярного размещения объектов и используемых для реализации оптимизационной процедуры.

Одним из наиболее применяемых методов реализации геометрической процедуры является подход, основанный на моделировании движения объектов в области размещения с учетом их взаимного непересечения. Он базируется на понятии *No-Fit-Polyhedron (NFP)* [2].

No-Fit-Polyhedron G_{12} или $G(T_1(0), T_2(u_2))$ подвижного объекта $T_2(u_2)$ относительно зафиксированного $T_1(0)$ называется такое множество положений центра объекта T_2 , при котором он плотно расположен относительно объекта T_1 .

NFP G_{12} подвижного объекта $T_2(u_2)$ относительно зафиксированного $T_1(0)$ может быть определен через операции Минковского следующим образом:

$$G_{12} = T_1(0) \oplus -(T_2(u_2)), \text{ где}$$

$$A \oplus B = \{a + b | a \in A, b \in B\} - \text{сумма Минковского множеств } A \text{ и } B.$$

3.1. Варианты использования *NFP* размещаемого объекта относительно размещенных объектов и внешности области размещения

Существует несколько вариантов схемы использования *NFP* размещаемого объекта при упаковке: предварительная; интегральная и динамическая. В данной работе была реализована «динамическая» схема использования *NFP*.

3.2. Подходы к построению *NFP*

3.2.1. В объектном пространстве

Будем считать, что имеется набор многогранных объектов $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$: $T_i \subset R^3, i = \overline{1, n}$, каждый из которых задан в собственной сис-



теме координат. $F_i = \{F_i^f\}$ – множество полигонов, $E_i = \{E_i^e\}$ – множество ребер, $V_i = \{V_i^v\}$ – множество вершин, определяющих многогранный объект T_i .

Условия непересечения границ двух произвольных многогранных объектов T_i и T_j можно сформулировать следующим образом: границы многогранных объектов T_i и T_j не пересекаются, если не существует ребра E_i^e многогранного объекта T_i , которое пересекает грань F_j^f объекта T_j .

$$\begin{cases} \nexists E_i^e, F_j^f : E_i^e \cap F_j^f \in F_j^f, \forall i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, i \neq j \\ \nexists V_i^v, T_j : V_i^v \in T_j, \forall i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, i \neq j \end{cases} \quad (4)$$

Параметрическое уравнение ребра

$$E_i^e = \{e_a, e_b\} : e_a + (e_b - e_a)t, t \in [0, 1] \quad (5)$$

Параметрическое уравнение полигона

$$F_j^f = \{p_0, p_1, \dots, p_m\} : p_0 + (p_1 - p_0)w + (p_2 - p_0)v, w \in R, v \in R \quad (6)$$

Приравняем уравнения (5) и (6), найдем неизвестные, если $t \in [0, 1]$, то $E_i^e \cap F_j^f = I = e_a + (e_b - e_a)t$.

Ребро E_i^e пересекает полигон F_j^f в точке I , если I принадлежит F_j^f .

Пусть ϕ_k – угол между лучами Ip_{k-1} и Ip_k : $\phi_k = \arccos\left(\frac{Ip_{k-1} \cdot Ip_k}{|Ip_{k-1}| \cdot |Ip_k|}\right)$

(Ошибка! Источник ссылки не найден.7)

Если сумма $\sum_{k=0}^m \phi_k > 0$, то I не является внутренней точкой полигона F_j^f , иначе является, и границы многогранных объектов T_i и T_j пересекаются.

Пусть границы многогранных объектов T_i и T_j не пересекаются. Для определения их взаимного расположения из любой вершины $E_i^e \in T_i$ проведем луч l в произвольном направлении. Если количество точек пересечения луча l и полигонов $F_j^f \in T_j$ число четное, то T_i находится снаружи многогранного объекта T_j ($T_i \cap T_j = \emptyset$), иначе T_i находится внутри объекта T_j ($T_i \cap T_j = T_i$).

Определение точек занесения

При размещении многогранного объекта $T_m \in T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$, $1 \leq m \leq n$, когда уже размещены первые $(m - 1)$ объекты, допустимые параметры размещения будут находиться в области $R^3 \setminus \bigcup_{i=1}^{m-1} G_{i,m} \setminus G_{Qm}$.

Таким образом, точки локальных экстремумов будут принадлежать множеству вершин вогнутости границы объединения $NFP \bigcup_{i=1}^{m-1} G_{i,m} \cup G_{Qm}$. Множество таких вершин может быть найдено в результате объединения точек следующих типов:



1. Вершины вогнутости каждого NFP множества $\bigcup_{i=1}^{m-1} G_{i,m} \cup G_{Qm}$.
2. Точки пересечения ребер вогнутости каждого NFP множества $\bigcup_{i=1}^{m-1} G_{i,m} \cup G_{Qm}$ и граней каждого другого NFP множества $\bigcup_{i=1}^{m-1} G_{i,m} \cup G_{Qm}$.
3. Точки пересечения трех граней всевозможных троек NFP множества $\bigcup_{i=1}^{m-1} G_{i,m} \cup G_{Qm}$.

Для размещения очередного объекта среди множества точек, описанных выше трех случаев, следует выбрать ту, которая имеет минимальную координату по оси Oz и является допустимой.

3.2.2. На базе воксельного представления информации

Дальнейшее упрощение базовых операций, с учетом необходимости повышения их надежности, возможно с переходом к логическим операциям.

Возможны различные варианты реализации построения трехмерного NFP на базе дискретно-логического представления информации и цепного кодирования, зависящие от следующих характеристик:

- связность границ объектов (6-ти, 18-ти и 26-ти связные для 3D объектов);
- касание границ объектов и области упаковки («плотное» и «неплотное»);
- выбор направления движения объектов.

Поверхности трехмерных объектов описываются последовательностью элементарных векторов, ориентированных по 6, 18 или 26 направлениям в зависимости от выбранного принципа кодирования.

6-тисвязное кодирование является самым простым для описания поверхностей трехмерных объектов и надежным при построении NFP .

Необходимо отметить, что дискретно-логическое способ представления информации позволяет строить NFP с различной точностью R , который напрямую связан с размером дискретной сетки, т.е. размером «вокселя».

В данной работе для построения NFP было использовано дискретно-логическое представление объектов в виде 6-связных кодов и «неплотное» касание границ объектов и области упаковки.

Выбор направления движения объектов при построении NFP

Для решения этой задачи в работе предложен и разработан подход, основанный на алгоритмах «заполнения сплошных областей с затравочным вокселем» и «поиска в глубину».

4. Результаты вычислительного эксперимента

Для проверки качества разработанных в работе методов и алгоритмов на примере задач из литературы и практики проведен вычислительный эксперимент, а также произведено сравнение решений с результатами, полученными другими методами.

Для оценки эффективности разработанного подхода были использованы наборы входных данных из статей Стояна Ю.Г.[3] и Ягудина Р.Р.[4].



Примеры №1-3. Задан набор из 20, 30, 40 многогранников соответственно, по 2 каждого типа. Основание области упаковки имеет ширину 30 и длину 35. Сравнение производилось по параметру «плотность упаковки» $C[\%]$.

Практически во всех примерах плотность упаковки наилучшая у метода «Первый подходящий с упорядочиванием + ЛП» и «GRASP с ЛП» из [4]. Плотность упаковки объектов, полученная с помощью воксельного подхода, несколько ниже, т.к. была использована простейшая реализация процедуры оптимизации, однако при определенных параметрах точности он позволяет упаковать объекты быстрее.

В процессе вычислительного эксперимента были получены результаты, позволяющие сделать следующие выводы.

Основными преимуществами применения дискретно - логического представления информации и цепного кодирования являются:

- корректность решаемой (в рамках этого представления) поставленной задачи - небольшие изменения в исходных данных не влекут за собой изменения результатов решения основной задачи размещения;
- быстрота и надежность выполнения базовых логических операций;
- возможность манипулирования точностью получаемых результатов - в зависимости от выбираемого допуска аппроксимации (шага дискретно-логической сетки) можно получать грубые (для начальных шагов решения) и точные результаты (для окончательного решения). При количестве граней каждого из объектов в несколько тысяч, надежность вычислений с «плавающей запятой» резко падает, в то время как надежность использования воксельного представления от количества граней никак не зависит.

5. Заключение

В работе рассмотрен подход к решению задачи упаковки сложных трёхмерных объектов в параллелепипедный контейнер, основанный на построении *NFP* с использованием как объектного пространства (операции над вещественными числами), так и воксельное представление (логические операции), позволяющие получать различные по времени и точности вычисления результаты. При реализации *NFP* в объектном пространстве, в случае решения примеров с общим количеством граней, превышающим несколько десятков тысяч, алгоритм иногда работает ненадежно (происходит заикливание). При использовании же воксельного представления плотность упаковки при уменьшении шага дискретной сетки приближается к общедоступным результатам, а время упаковки фактически не зависит от точности аппроксимации объектов полигонами, что оказывает значительное влияние на результат упаковки объектов в объектном пространстве.



Литература

1. Bortfeldt, A.; Wäscher, G. (2013): Constraints in container loading - A state-of-the-art review. In: European Journal of Operational Research 229, 1-20.
2. Jens Egeblad, Benny K. Nielsen, Allan Odgaard. Fast neighborhood search for two and three-dimensional nesting problems. European Journal of Operational Research 183 (2007) 1249–1266.
3. Stoyan Yu., Gil M., Scheithauer G., Pankratov A. Packing non-convex polytopes into a parallelepiped. TU Dresden, 2004.-32с.- (Preprint MATH-NM-06-2004)
4. Ягудин Р.Р. Решение задачи оптимизации упаковки многогранников в параллелепипедную область на основе построения годографа вектор-функции плотного размещения // Научно-технические ведомости. Санкт-петербургский государственный политехнический университет. Системный анализ и управление, 5 (157), г.Санкт-Петербург, 2012 – С.58-63.

Г.С. Воронков

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ С ОРТОГОНАЛЬНЫМ ЧАСТОТНЫМ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Одним из основных направлений развития современных систем беспроводной связи является увеличение скорости передачи в эфире [1,2]. Однако, наряду с этим, большое внимание также уделяется энергоэффективности систем [3]. При этом повышение скорости передачи данных требует увеличения мощности передатчиков для повышения отношения сигнал-шум, что негативно сказывается на энергоэффективности. В то же время, известны и активно применяются в различных системах передачи так называемые дифференциальные методы [4]. Дифференциальный метод позволяет передать в канал связи не сигнал, а разность между сигналом и его предсказанным значением, генерируемым экстраполятором. Это позволяет уменьшить динамический диапазон передаваемого сигнала, уменьшив тем самым канальную скорость, не потеряв при этом в объёме принятой информации. Можно говорить, что речь идёт о способе сжатия информации. Суть дифференциального метода проиллюстрирована на рисунке 1.

В многоканальной системе использование дифференциального метода требует либо установки экстраполятора в каждый из каналов, либо координирования экстраполяторов. Обобщённую структуру системы с использованием OFDM и дифференциальной обработки приведена на рисунке 2.

В приведённой схеме предложены два способа обработки, условно можно их обозначить как «преобразование по входу» и «преобразование по выходу». Следует дополнительно отметить, что для систем с OFDM координирование



предусматривает не только объединение функционала нескольких экстраполяторов в одном блоке, но и сохранение ортогональности квадратурных составляющих комплексной огибающей сигнала.

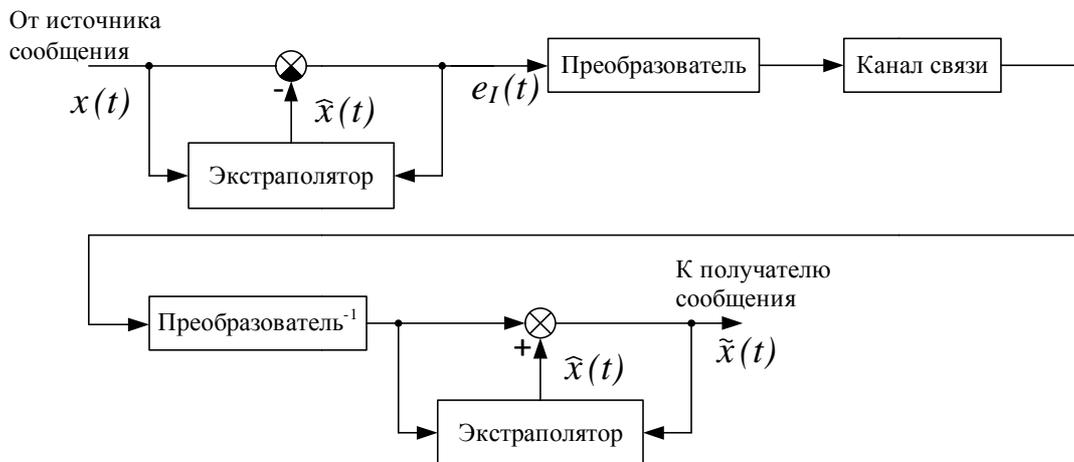
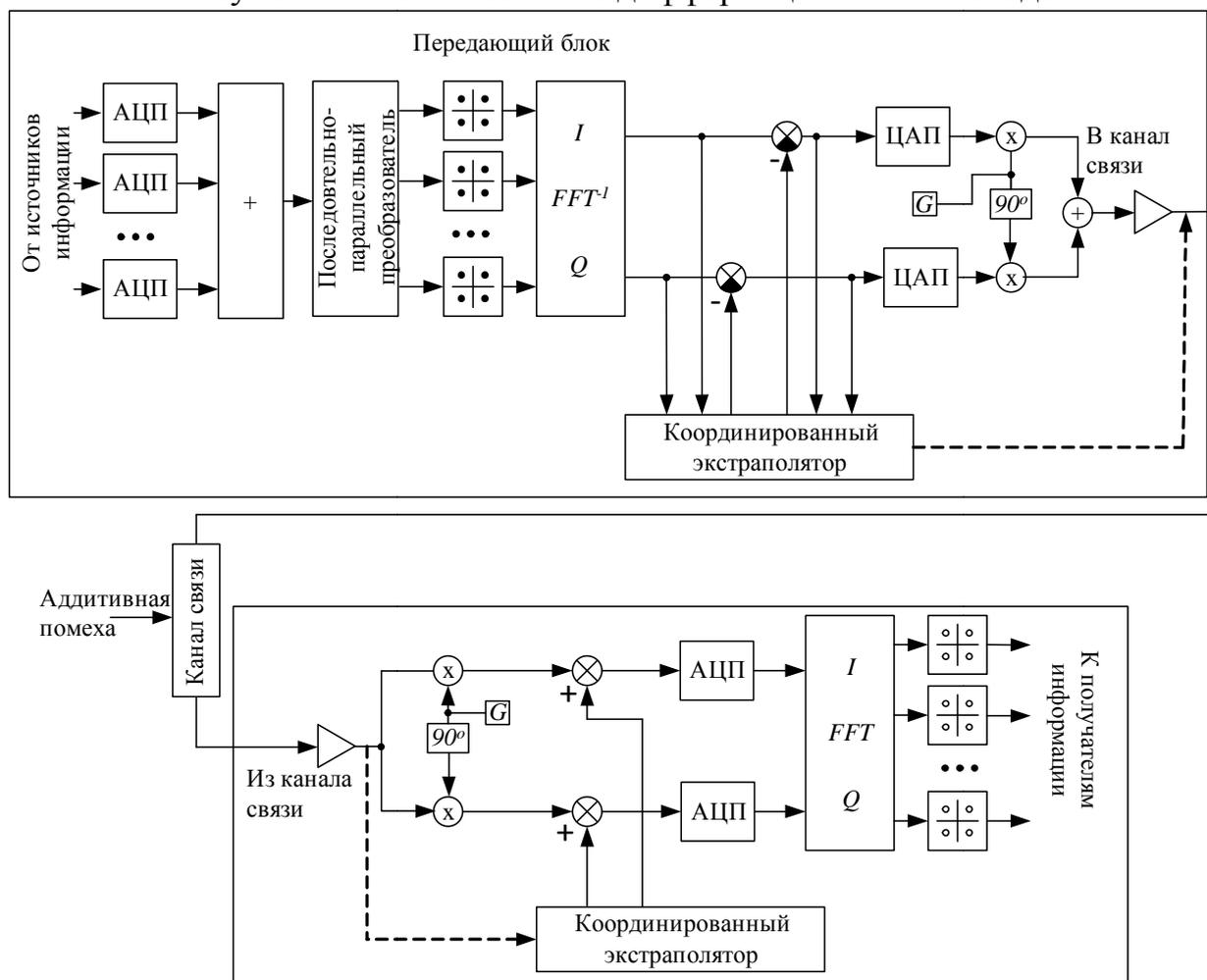


Рисунок 1 – Использование дифференциального метода



- - передача по каналу вторичного уплотнения
- генератор несущей частоты
- квадратурный демодулятор
- квадратурный модулятор

Рисунок 2 – Обобщённая структура тракта OFDM при использовании дифференциальной схемы преобразования



Наиболее очевидным решением задачи экстраполяции является использование схемы «по входу» на основе фильтра Калмана-Бьюси. Этот вариант позволит учесть канальную помеху напрямую в модели и позволяет обрабатывать нестационарные сигналы. Однако использование такой схемы приведёт к большим ошибкам экстраполяции на начальных этапах работы, при этом необходимо будет накладывать дополнительные условия с целью сохранения устойчивости системы, поскольку в системе появится положительная обратная связь. Более предпочтительным является экстраполирование «по выходу» на основе фильтра Винера. Это решение также позволит учесть канальную помеху, однако не создает проблемы устойчивости системы.

Литература

1. Fundamentals of 5G Mobile Networks Edited Jonathan Rodriguez© 2015 John Wiley & Sons, Ltd.
2. Шахнович, И. В. Современные технологии беспроводной связи / И. В. Шахнович .— Изд. 2-е, испр. и доп. — М. : Техносфера, 2006 .— 288 с.
3. Energy Efficient Smart Phones for 5G Networks by Ayman Radwan © 2015 Springer.
4. Филатов, П.Е. Разработка группового кодека с дифференциальной импульсно-кодовой модуляцией сигналов для многоканальных энергодефицитных систем передачи данных / И.В. Кузнецов, А.Н. Гимаев., П.Е. Филатов // Журнал Радиотехника. – 2015. – № 2. – С. 87-91.

Г.С. Воронков

ВОЗМОЖНОСТИ ВТОРИЧНОГО УПЛОТНЕНИЯ В СИСТЕМАХ С ОРТОГОНАЛЬНЫМ ЧАСТОТНЫМ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Системы с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDM) широко используются в современной технике связи для увеличения скорости передачи данных в беспроводных системах. В работах [1,2] предложен способ повышения энергоэффективности OFDM-систем на основе дифференциальных методов, при котором за счёт использования экстраполятора уменьшается динамический диапазон сигнала, передаваемого в канал. Обобщённая структура системы с использованием OFDM и дифференциального преобразования «по выходу» при этом приведена на рисунке 1.

Как видно, для корректной работы предлагаемой схемы необходима передача параметров экстраполятора на приёмную сторону. Исходя из структуры OFDM-кадра [3,4] можно предложить различные способы решения указанной задачи.

Первый заключается во включении информации о параметрах экстраполятора в сам OFDM-символ. Чтобы избежать при этом снижения скорости пе-



передачи данных основного канала, можно предложить включать параметры экстраполятора не в информационный блок, а в преамбулу OFDM. С одной стороны, такой вариант позволяет использовать саму структуру OFDM для передачи дополнительных данных, способ не требует дополнительных блоков. В то же время при такой реализации можно ожидать значительных задержек при передаче параметров экстраполятора, поскольку данные можно будет ввести только в преамбулу следующего за рассматриваемым OFDM-символа.

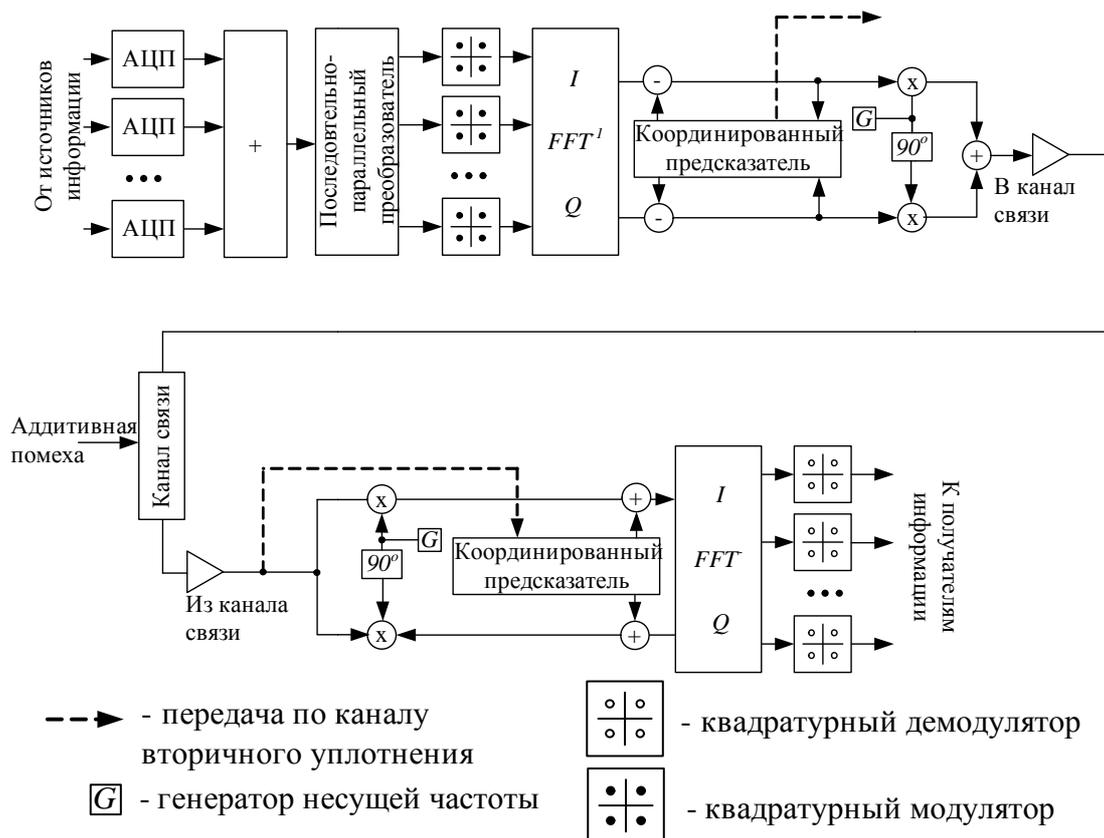


Рисунок 1 – Обобщённая структура тракта OFDM при использовании дифференциальной схемы преобразования

Альтернативой рассмотренному выше способу является организация вторичного канала, то есть передача параметров экстраполятора по отдельному каналу, располагаемому в полосе частот, занимаемой основным каналом. При этом необходимо решить задачу минимизации взаимного влияния основного и вторичного каналов друг на друга. Будем считать, что канал вторичного уплотнения для передачи параметров экстраполятора будет низкоскоростным относительно основного канала, то есть будет занимать малую полосу частот. Тогда для упрощения задачи предлагается рассматривать вариант передачи вторичного канала в области частот, близкой к «верхней» поднесущей OFDM-сигнала., это позволяет свести задачу к вторичному уплотнению узкополосных сигналов. Для решения задачи в частотной области её можно сформулировать в следующем виде: при известной спектральной плотности мощности (СПМ) основного канала сформировать СПМ вторичного канала исходя из минимума взаимного



влияния каналов друг на друга. Допустимый уровень взаимного влияния определяется допустимой вероятностью ошибки для каждого из каналов.

Предложенный способ вторичного уплотнения может быть применён не только для передачи параметров экстраполятора в системах с дифференциальной обработкой, но и вообще для организации дополнительного канала в полосе передачи сигнала OFDM для повышения спектральной эффективности технологии либо для скрытой низкоскоростной передачи данных.

Литература

1. Воронков, Г.С., Кузнецов, И.В. Подход к концепции построения низкоскоростных OFDM-модемов для энергодефицитных систем связи / Г.С. Воронков, И.В. Кузнецов // Электротехнические и информационные комплексы и системы — Уфа, 2016. — С. 44-49
2. Кузнецов, И.В., Воронков, Г.С., Султанов, А.Х., Антонов, В.В. Разработка дифференциального OFDM-преобразователя с координированным предсказанием сигналов для энергодефицитных систем связи / И.В. Кузнецов, Г.С. Воронков, А.Х. Султанов, В.В. Антонов // Радиотехника — М., 2016. №12, С. 59-63
3. Шахнович, И. В. Современные технологии беспроводной связи / И. В. Шахнович .— Изд. 2-е, испр. и доп. — М. : Техносфера, 2006 .— 288 с.
4. LTE for UMTS: OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access Edited by Harri Holma and Antti Toskala© 2009 John Wiley & Sons, Ltd.

С.Ю. Гордеев, Т.В. Никифорова

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ТВОРЧЕСКИ ОДАРЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

В настоящее время повышение качества образования в вузах является приоритетной задачей. Психологическое сопровождение студентов в период обучения, является ключевым фактором в повышении качества образования. Все большее внимание уделяется развитию творческих способностей, одаренности у студентов. К одному из инструментов развития творческих способностей можно отнести выполнение различного рода исследовательских, творческих работ [1]. К сожалению, во время выполнения научно-исследовательских работ студенты сталкиваются с множеством факторов, которые негативно сказываются на образовательном процессе и на развитии личности в целом, поэтому возникает потребность психологической поддержки и диагностики со стороны квалифицированных специалистов [1].

Психологическое сопровождение может осуществляться через просвещение, профилактику, диагностику, мониторинг, коррекцию и абилитацию. Мониторинг в данном контексте является центральным звеном так как, при помощи должного анализа данных полученных в результате психологического



мониторинга можно с высокой вероятностью определить эффективность проводимой работы по поддержке студентов, а так же выявить новые закономерности, позволяющие скорректировать процесс дальнейшей работы.

Традиционный подход психологического мониторинга использует для хранения и анализа полученной информации либо бумажные носители, либо стандартные средства для обобщенного статистического анализа, например пакет программ Microsoft Office. К сожалению, возможности стандартных инструментов психологического мониторинга ограничены при проведении достаточно масштабных и распределенных исследований.

В Самарской области действует областная научно-образовательная программа «ПОЛЕТ», в рамках которой лучшие студенты основных вузов региона выполняют научно-исследовательскую работу [2]. При этом с этими студентами проводится развивающая работа, проводятся занятия по модулям «Методология профессиональной деятельности» и «Психология научного творчества». Для НОП «ПОЛЕТ» была разработана система, в которой студенты отражали ход работы над исследованием, заполняя журнал. Научный руководитель каждого студента оценивал деятельность своего подопечного.

В рамках психологического модуля велась активная психологическая работа, психологи проводили различного рода тестирования и получали характеристики по каждому студенту. Поэтому в рамках областной научно-образовательной программы «ПОЛЕТ» встала задача разработки специализированной информационной системы, целью которой стало накопление, хранение и анализ информации о психологических характеристиках участников программы, а также их научного и творческого рейтинга. Научный рейтинг складывается из оценки выполнения научно-исследовательской работы в рамках НОП «ПОЛЕТ». Творческий рейтинг складывается из различных достижений студента в области спорта, общественной деятельности. Данные о психологических характеристиках, творческом и научном рейтинге поступают в разработанную систему из профильных систем (ИКС «ПОЛЕТ» и информационная система психологической поддержки одаренных студентов в рамках психологического модуля).

Разрабатываемая система должна быть доступна в интернете и предоставлять функционал для организации групп участников во главе с психологами, работающими с этими группами, и позволяющий психологам предоставлять изменяющиеся с течением времени характеристики участников. Также система должна содержать модуль анализа полученных данных и вывода графиков по различным параметрам.

Диаграмма прецедентов (диаграмма вариантов использования) в UML представлена на рисунке 1.

Для системы была использована СУБД Mongo DB, которая представляет собой документоориентированную систему управления базами данных с открытым исходным кодом, не требующая описания схемы таблиц [3]. Серверная часть написана на Node.js – программная платформа, основанная на движке V8 (транслирующем JavaScript в машинный код), превращающая JavaScript из уз-



коспециализированного языка в язык общего назначения. Node.js добавляет возможность JavaScript взаимодействовать с устройствами ввода-вывода через свой API, написанный на C++, подключать другие внешние библиотеки, написанные на разных языках, обеспечивая вызовы к ним из JavaScript-кода [4].

Клиентская часть информационной системы была разработана с помощью Angular.js, представляющий собой JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом [5].

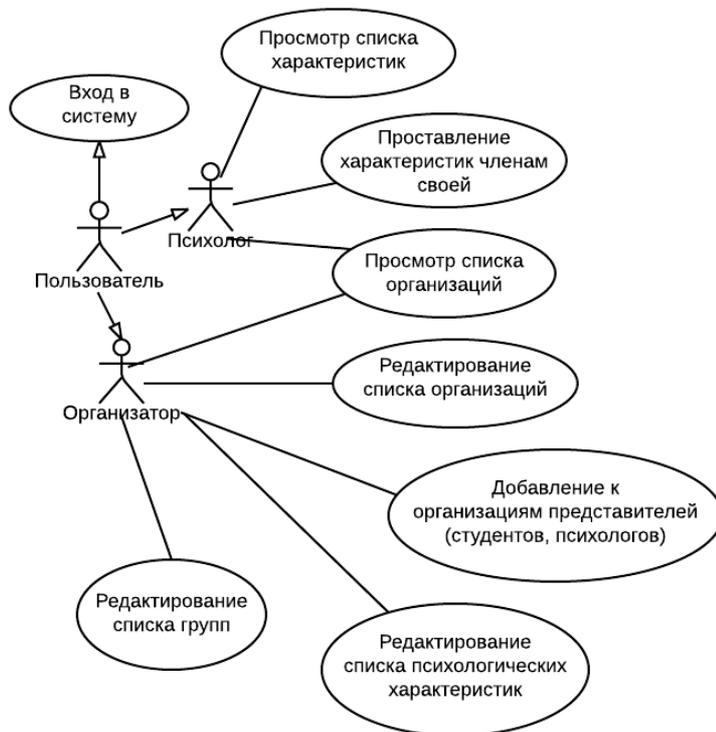


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования системы

Схема базы данных системы отражена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема базы данных системы



Таким образом, разработанная нами система формирует данные из различных систем-источников, представляя полное представление о личности студента, учитывая его творческий рейтинг, научный рейтинг, а также различные психологические характеристики, что позволит психологам осуществлять мониторинг развития этих характеристик, наблюдать изменения, выявлять закономерности и взаимосвязи.

Литература

1. Колесникова, Е.И. Моделирование исследовательской деятельности в развитии одаренности студента вуза [Текст] / Е.И. Колесникова, Т.В. Никифорова, С.А. Пиявский // Психолого-педагогическое сопровождение одаренных детей: опыт, проблемы и перспективы Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 277-281.

2. Пиявский, С.А. Системные аспекты формирования единой региональной системы работы с творчески одаренной молодежью [Текст] / С.А. Пиявский // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Самарский государственный архитектурно-строительный университет; под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова. – Самара. – 2016. – С. 494-497.

3. Документация MongoDB [Электронный ресурс] // Официальный сайт MongoDB. – Режим доступа: <https://www.mongodb.com/>, свободный. – (Дата обращения 05.02.2017).

4. Документация Node.js [Электронный ресурс] // Официальный сайт Node.js. – Режим доступа: <https://nodejs.org/en/>, свободный. – (Дата обращения 06.02.2017).

5. Документация AngularJS [Электронный ресурс] // Официальный сайт AngularJS. – Режим доступа: <https://www.angularjs.org/>, свободный. – (Дата обращения 05.02.2017).

А.В. Голигров

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Обеспечение безопасности является для человека очень важной задачей и сейчас как никогда актуальна. Ценность жизни индивидуального человека растет из года в год, так как кроме природных факторов риска человеку угрожают и социальные, преступная деятельность в том числе. Участников происшествий, в случае необходимости, в большинстве случаев можно опознать только с помощью стационарных камер наблюдения и то не во всех местах. Решением такой проблемы могла бы быть простейшая система видеонаблюдения, носимая «всегда с собой» и развернутая на мобильном устройстве.



Современные мобильные устройства представляют широкий ряд разнообразных возможностей, однако, тема личной безопасности затронута поверхностно и весь её потенциал не раскрыт. Например, существующие приложения личной безопасности не предусматривают представления визуальной информации, хотя передача видеоряда уже несколько лет не является проблемой даже при низкой скорости передачи данных через мобильный интернет. Такие приложения предусматривают только передачу координат местонахождения устройства, что, хоть и даёт результат, не всегда является достаточным.

В связи с актуальностью данной проблемы автором было принято решение разработать приложение, которое могло бы передавать изображения с камеры, подключенной к мобильному устройству, заданным абонентам. Мобильное приложение будет работать под управлением мобильной версии операционной системы Windows с использованием простейшей недорогой цифровой камеры.

Некоторые организации, предоставляющие услуги безопасности, имеют свои мобильные приложения. В основном они отвечают за:

- управление установленным стационарным оборудованием;
- вызов службы быстрого реагирования.

Стационарное оборудование надёжно, но его невозможно взять с собой. В таком случае на помощь человеку пришли бы приложения, которые бы не требовали никакого дополнительного оборудования кроме, например, смартфона. Функции этих приложений могут быть различными, но все они могут определять координаты устройства с помощью системы онлайн-GPS [1].

Поскольку метод обнаружения GPS не всегда точен и работает только при хороших для него условиях, автором было принято решение отказаться от этой технологии. К тому же постоянная работа GPS-приёмника может быстро израсходовать заряд батареи мобильного устройства.

Рассмотрим задачи, которые должно решать разрабатываемое приложение:

1 *Выбор цифровой камеры для работы.* В приложении должна быть реализована возможность выбора подключенной к устройству камеры, если она не одна, или, в крайнем случае, использовать камеру самого устройства (при запуске приложение должно автоматически формировать список камер, подключенных к мобильному устройству).

2 *Преобразование полученного изображения.* По умолчанию приложение должно преобразовывать изображение в монохромное (для экономии ограниченной памяти устройства и упрощения передачи изображения на сервер).

3 *Настройки приложения.* Должны присутствовать базовые настройки для вариативности работы: пользователь должен иметь возможность настроить цветность изображения, если монохромное его не устраивает по той или иной причине, а также возможность выбрать сервер для передачи данных (при передаче изображений следует учесть максимальный размер файла – 800 Кбайт).



Рис. 1. Схема взаимодействия устройства с сервером

4 *Передача изображения на сервер.* Приложение должно реализовывать взаимодействие с сервером для передачи изображения через сеть Интернет. Схема взаимодействия устройства с сервером приведена на рис. 1.

5 *Отображение полученного изображения.* Должна быть предусмотрена возможность просмотра последнего полученного с камеры изображения.

6 *Формирование отчета о работе приложения.* Приложение должно формировать отчет о своей работе, включая в него название выбранной камеры, цветность изображения и состояние соединения с сервером.

Данное приложение будет полезно широкому кругу потребителей вследствие его доступности и простоты, в частности, родителям, заботящимся о безопасности своих детей при отсутствии прямого визуального контакта, престарелым людям, которые в случае чрезвычайного происшествия, связанного, например, со здоровьем, смогут с его помощью передать информацию родственникам или соответствующим организациям.

Литература

1. Определение и принцип работы GPS [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS/>.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И ПЛАНИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО РАБОТЕ С ЕГО КЛИЕНТАМИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

В высоко-конкурентных отраслях эффективная реализация проектов становится ключевым фактором успеха бизнеса. Объектом проектного управления принято считать особым образом организованный комплекс работ, направленный на решение определенной задачи или достижение определенной цели, выполнение которого ограничено во времени, а также связано с потреблением конкретных финансовых, материальных и трудовых ресурсов [1].

Управление проектами имеет свою специфику и требует наличия у менеджеров и участников проектных команд специальных навыков и знаний. В то же время успех проектов зависит не только от опыта менеджера проекта и команды проекта, но и в значительной степени от поддержки проекта внутри компании, реализующей проект, от поддержки высшего руководства, от целого ряда других внешних факторов.

В связи с этим автоматизация управления проектами в компании является актуальной задачей, использование информационных технологий обеспечивает поддержку соблюдения корпоративного стандарта управления проектами и возможность влияния на реализацию проекта в ходе выполнения работ, позволяет повысить эффективность взаимодействия участников проекта. Одним из основных инструментов повышения обоснованности управленческих решений становятся автоматизированные системы управления и системы поддержки принятия решений.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы автор разрабатывает автоматизированную систему учета и планирования деятельности предприятия ООО ЦИТ «Парус-Волга» по работе с его клиентами, которая:

- 1) позволит хранить информацию о клиентах, вести учет всех договоров с ними, контролировать сроки получения и обновления лицензий клиентов;
- 2) обеспечит доступ к информации для участия в конкурсных процедурах клиентов и поддержку исполнения обязательств по договору с клиентами;
- 3) будет производить необходимые расчеты и формировать различные отчеты по запросу пользователей.

Основой для разработки системы является ее модель, представленная на рис. 1. В системе должны поддерживаться два бизнес-процесса:

- 1) *Учет*, в этом случае необходимо обеспечить подготовку договора с клиентом, его заключение и контроль исполнения, а также получение и обновление лицензий;



2) *Планирование*, в этом случае необходимо разработать инструменты, позволяющие создавать расписание встреч, отслеживать конкурсы (аукционы), интересующие предприятие.

Система должна быть построена по клиент-серверной архитектуре и поддерживать технологию «толстый клиент». На сервере должна храниться вся документация (договора, акты выполненных работ в виде электронных копий (сканов), файлы лицензий) и база данных (БД), в которой должны храниться сведения о клиентах, работниках клиента, сотрудниках предприятия, лицензиях и их спецификациях, договорах, оказываемых и оказанных услугах, заявках. Логическая модель данных системы представлена на рис. 2.

В системе необходимо предусмотреть разграничение прав пользователей в соответствии с предполагаемыми ролями: администратор, руководитель проекта и специалист. После прохождения процедуры аутентификации должна осуществляться настройка интерфейса пользователя согласно его правам. На рис. 3 приведена диаграмма вариантов использования системы.

К функциям администратора системы необходимо отнести регистрацию пользователей в системе и определение их прав, а также доступ ко всем функциям системы. На рис. 4 приведена диаграмма вариантов использования системы для данной роли.

К функциям руководителя проекта необходимо отнести возможность внесения изменений в свои проекты, создание плана работ по проекту для сотрудников. На рис. 5 приведена диаграмма вариантов использования системы для данной роли.

К функциям сотрудника необходимо отнести возможность внесения информации о проделанной работе, а также просмотра данных. На рис. 6 приведена диаграмма вариантов использования системы для данной роли.

Система будет разрабатываться на языке программирования высокого уровня С# в среде программирования Microsoft Visual Studio 2015, в качестве СУБД выбрана PostgreSQL.



Рис.1. Бизнес-модель системы

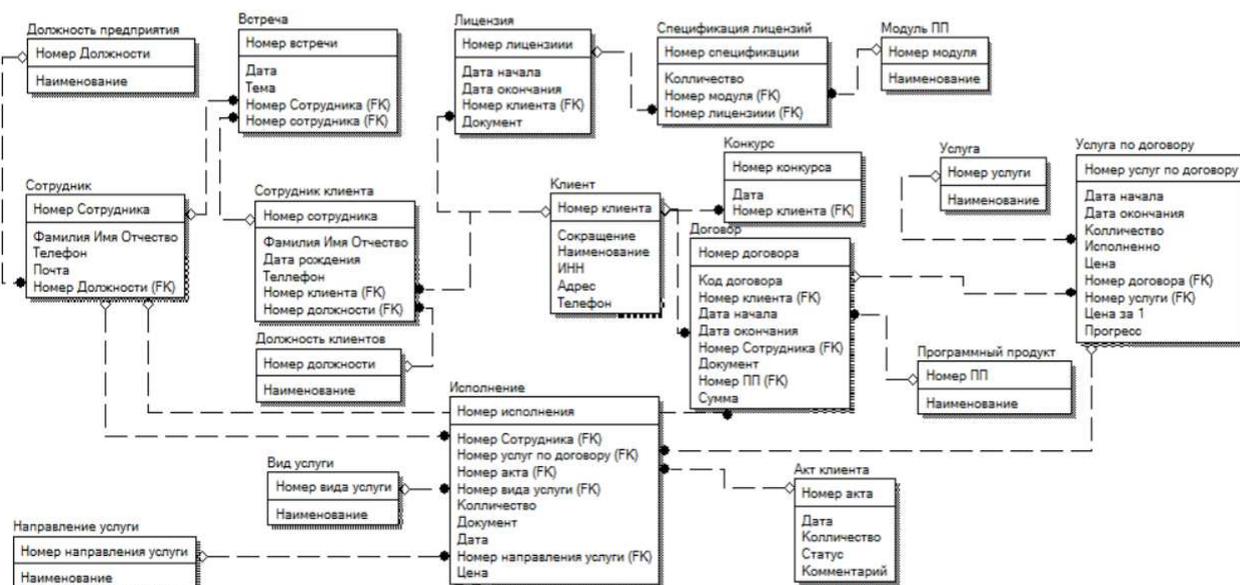


Рис. 2. Логическая модель данных системы

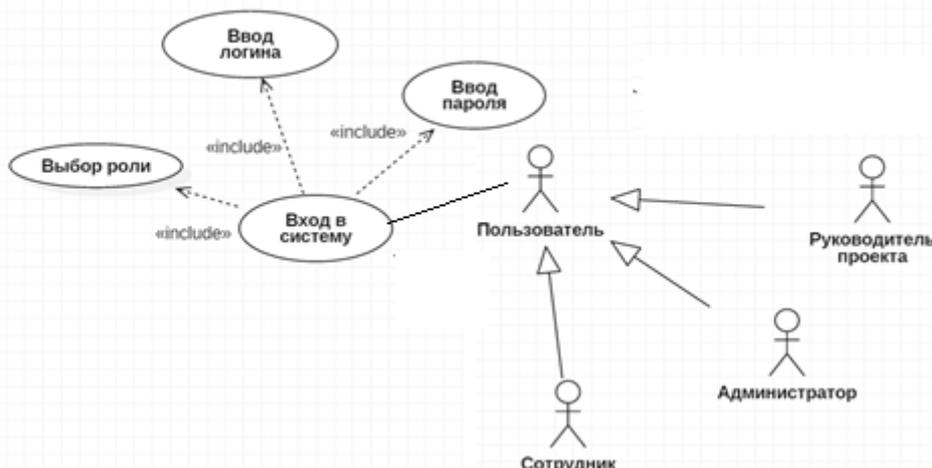


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования системы

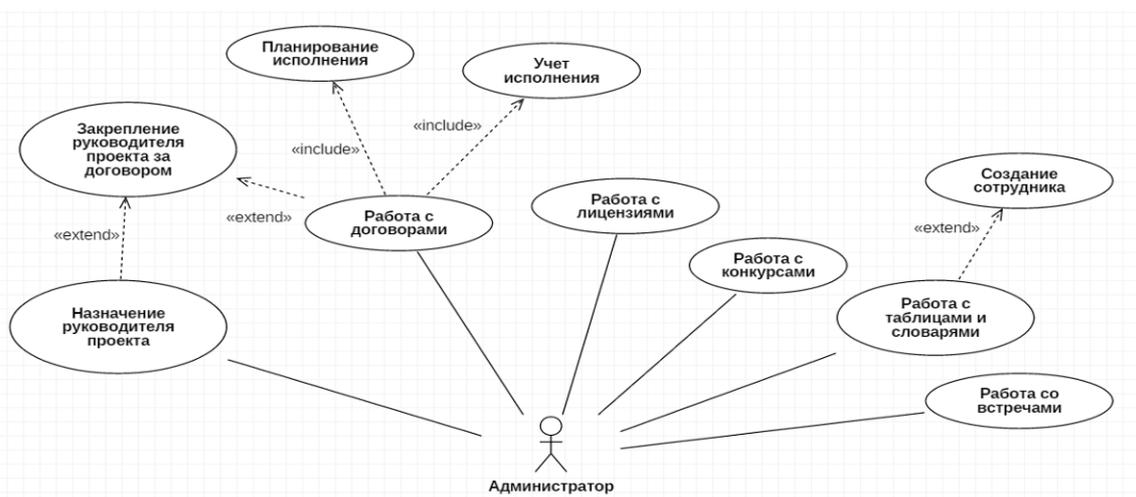


Рис. 4. Диаграмма вариантов использования системы для роли «Администратор»

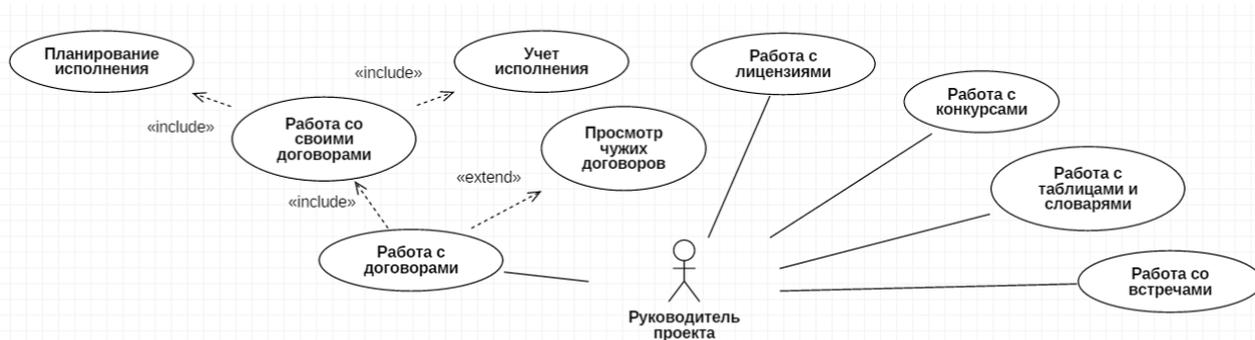


Рис. 5. Диаграмма вариантов использования системы для роли «Руководитель проекта»

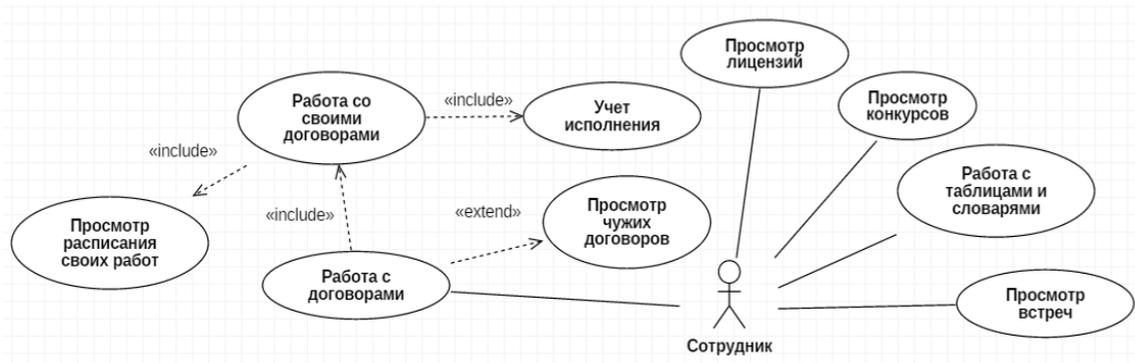


Рис. 6. Диаграмма вариантов использования системы для роли «Сотрудник»

Применение данной системы на предприятии обеспечит централизованное хранение всей информации, контроль исполнения составленного плана, анализ хода работ и своевременную его корректировку, поддержку соблюдения корпоративного стандарта управления проектами, повысит эффективность реализации проектов.

Литература

- 1 Ефремов, В.С. Стратегия бизнеса [Текст]. – М.: Финпресс, 1998.- 192 с.

Ш.Т. Дадабаев

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПУСКА

(Худжандский политехнический институт таджикского технического университета имени академика М.Осими)

В электрических машинах процесс преобразования энергии всегда вызывает потери, которые превращаются в тепло, т.е. машины нагреваются при работе. Тем выше температура машины при работе, тем быстрее она теряет свои свойства изоляции. Поэтому вопрос исследования нагрева электродвигателей и их устранения является актуальным вопросом.

Технический ресурс электрооборудования всегда зависит от его правильного использования, т.е. эксплуатации. Оптимальное использование дает импульс к увеличению технического ресурса электродвигателя и всего электрооборудования в целом. С этой целью в данной статье выполнено моделирование мощного синхронного электропривода насосных агрегатов Аштской насосной станции (АНС-1) на базе программы MATLAB/Simulink [3]. В АНС-1 используются синхронные электродвигатели мощностью 8000 кВт и частотой вращения 375 об/мин. На рисунке 1 приведена математическая модель СД в операторной форме в системе координат $d-q$ в относительных единицах [1, 2].

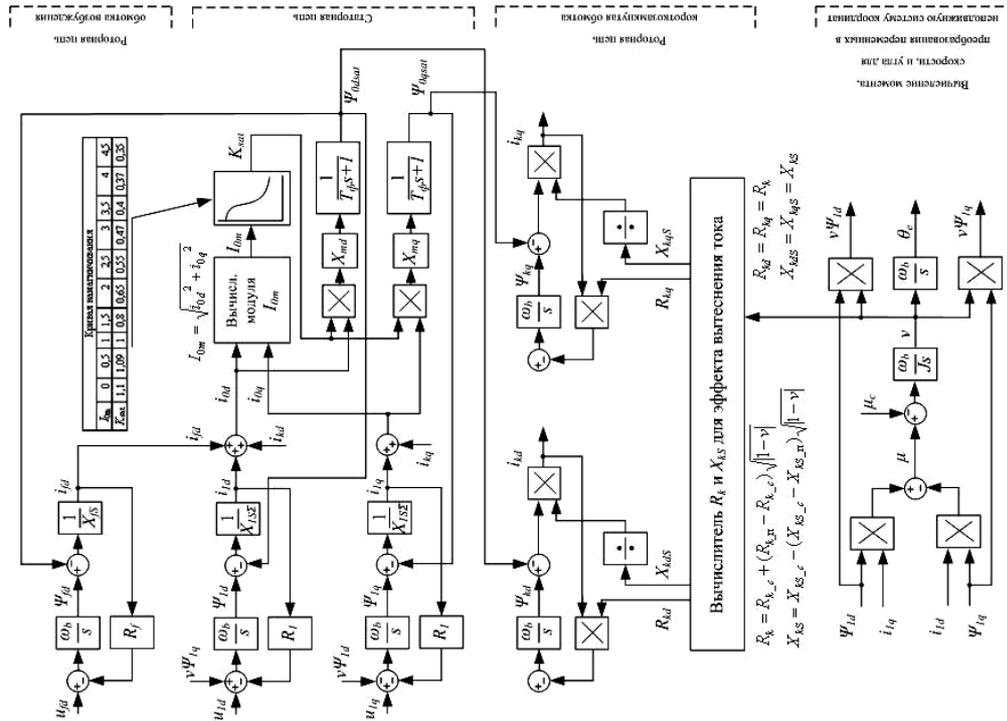


Рис.1. Структура математической модели СД в операторной форме в системе координат $d-q$ в относительных единицах

Результаты моделирования прямого пуска синхронного двигателя (СД) приведены на рисунке 2.

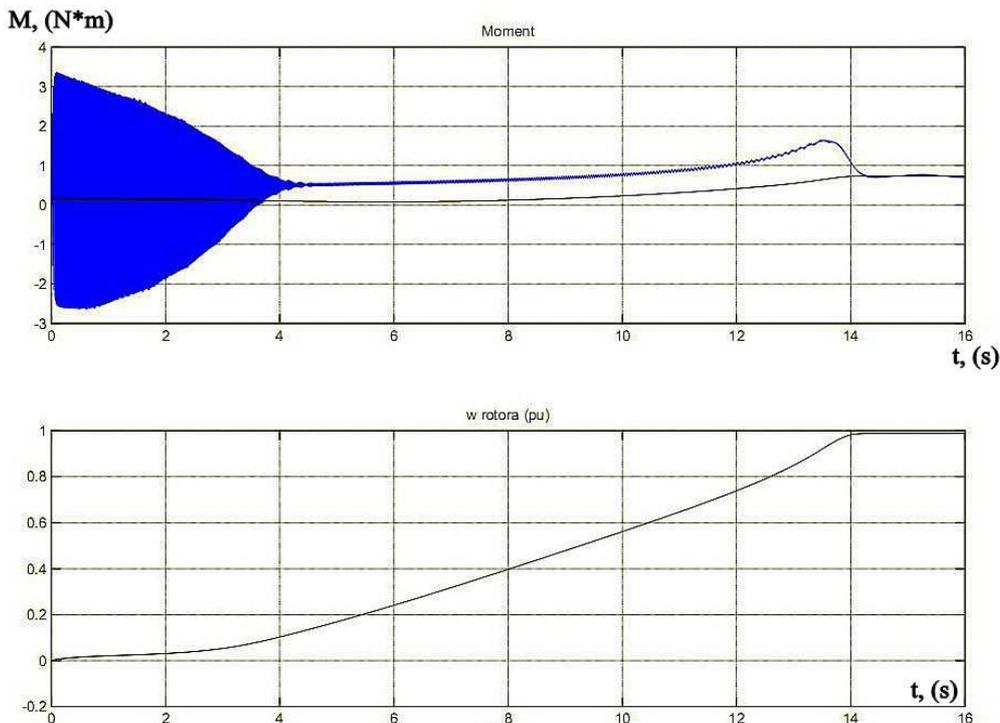


Рис.2. Графики переходных процессов при прямом пуске синхронного электродвигателя



Как видно из графиков, при пуске момент изменяется в больших кратностях с знакопеременным значением. Это обстоятельство приводит к возникновению вибрации в механических частях электрооборудования, так как момент и ток в электродвигателях пропорциональны друг-другу, тогда нагрев тоже при прямом пуске будет иметь место.

Для моделирования нагрева синхронного двигателя, формулу количество теплоты Q преобразуем в дифференциальное уравнение следующего вида:

$$W = \int R_1 \cdot i^2 dt$$

Общий вид модели приведен на рисунке 3.

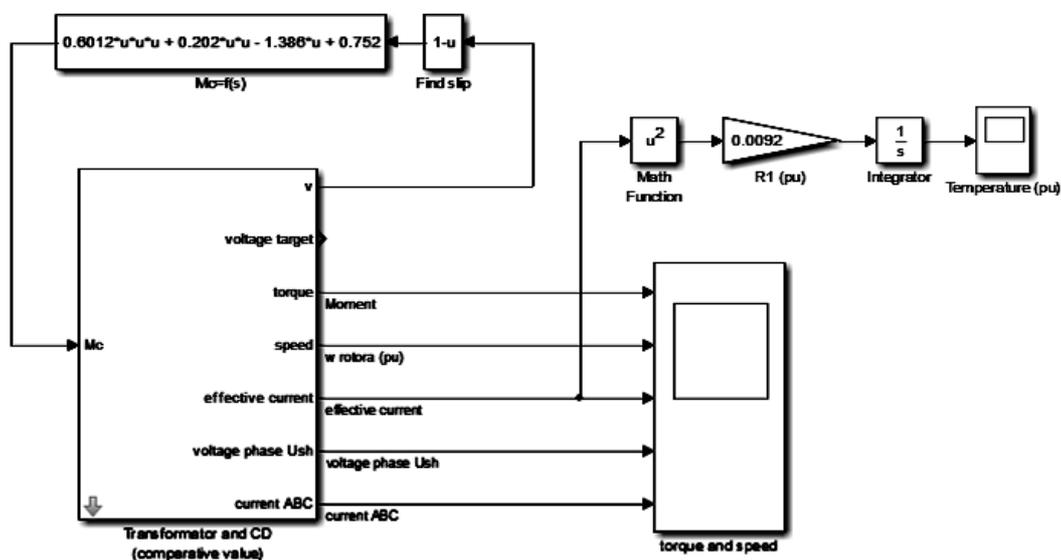


Рис. 3. Компьютерная модель для исследования нагрева СД

Результаты моделирования при прямом и плавном пуске приведены на рисунках 4-7. На рисунках 5-7 показан график нагрева обмоток статора СД при плавном пуске с помощью устройство плавного пуска (УПП), которое дает возможность плавно увеличить напряжение обмоток от нуля до номинального значения.

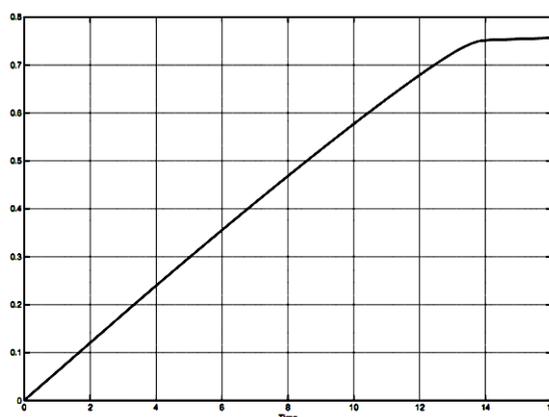


Рис. 4. График нагрева обмотки статора СД при прямом пуске

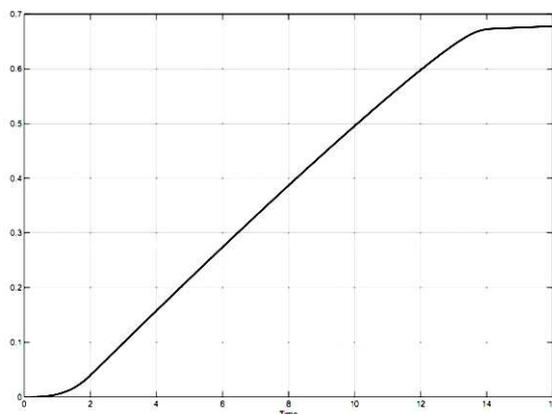


Рис. 5. График нагрева обмотки статора СД при плавном пуске при повышении напряжения обмоток от 0 до номинального значения за 1 с

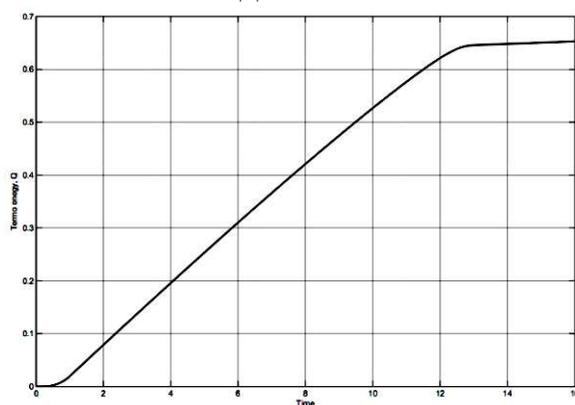


Рис. 6. График нагрева обмотки статора СД при плавном пуске при повышении напряжения обмоток от 0 до номинального значения за 2 с

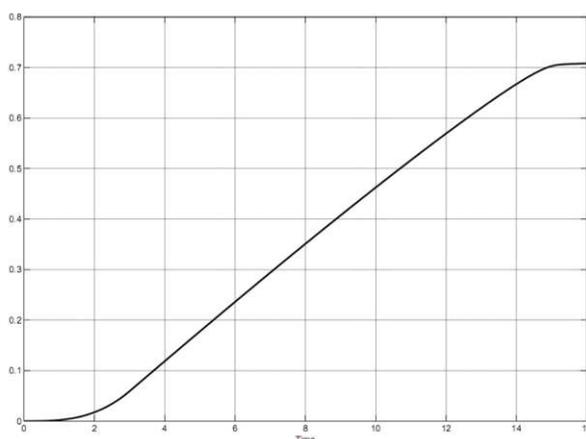


Рис. 7. График нагрева обмотки статора СД при плавном пуске при повышении напряжения обмоток от 0 до номинального значения за 3 с

Результат моделирования и проведенных исследования дали следующие выводы:

– при прямом пуске, количество теплоты имеет наибольшее значение (0,76 в о.е.);



- при плавном пуске при увеличении U статора от 0 до U_n значения за 1 секунду, количество теплоты минимален (0,66 в о.е);
- при плавных пусках при увеличении U статора от 0 до U_n за 2 и 3 секунды количество теплоты увеличилось чем за 1 секунды (0,69 и 0,71 в о.е.).

Выбор точного и оптимального значения ограничения пускового тока оказался весьма трудной задачей, поскольку для каждого электродвигателя и механизма данное значение может быть разным. Для исследуемого нами объекта значение ограничения пускового тока равнялся примерно трехкратному значению номинального тока, так как при прямом пуске пусковой ток имел пяти, шестикратное значение.

Литература

1. Донской Н.В. Регулируемые электроприводы переменного тока. Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2007. – 204с.
2. Калинин, А. Г. Исследование и разработка энергоэффективных режимов электроприводов в системах электроснабжения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Чебоксары 2011.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с., ил.

А.И. Заико

СЛУЧАЙНЫЙ ПРОЦЕСС ЗАИКО

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Широкое распространение для описания измеряемых сигналов получил стационарный случайный процесс с нормальным (гауссовым) законом распределения. Он обладает эргодическим свойством, хорошо согласуется с центральной предельной теоремой и характеризуется всего тремя параметрами: математическим ожиданием, дисперсией и ковариационной функцией [1, 2].

Недостатком нормального процесса являются бесконечные границы существования, что затрудняет применение его для описания дискретных и цифровых измерений. Использование усеченных нормальных законов распределений устраняет этот недостаток, но усложняет математическое описание [1, 2].

В статье описывается оригинальный стационарный случайный процесс с равномерным законом распределения плотности вероятности, который свободен от этих недостатков и сравнительно прост [3].

Одномерные характеристики [1, 2]. *Одномерная плотность распределения вероятности* такого процесса

$$w_1[X] = \begin{cases} (X_e - X_n)^{-1}, & X_n \leq X \leq X_e; \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

где X_n и X_e – нижняя и верхняя границы изменения сигнала $x(t)$.



Одномерное распределение вероятности

$$W_1[X] = \int_{X_n}^{X_1} w_1[Y] dY = \begin{cases} 0, & X < X_n; \\ \frac{X - X_n}{X_6 - X_n}, & X_n \leq X \leq X_6; \\ 1, & X_6 < X. \end{cases}$$

Математическое ожидание такого процесса

$$m_x = \int_{X_n}^{X_6} X w_1[X] dX = \frac{X_6 + X_n}{2},$$

дисперсия

$$D_x = \sigma_x^2 = \int_{X_n}^{X_6} (X - m_x)^2 w_1[X] dX = \frac{(X_6 - X_n)^2}{12}$$

и одномерная характеристическая функция

$$\theta_1[j\nu] = \int_{X_n}^{X_6} w_1[X] e^{j\nu X} dX = \exp(j\nu m_x) \frac{\sin(\sqrt{3} \nu \sigma_x)}{\sqrt{3} \nu \sigma_x}.$$

Двумерные характеристики [4, 5]. Условная двумерная плотность вероятности $w_2[X_2|X_1]$, также распределена равномерно между нижней $X_n(X_1)$ и верхней $X_6(X_1)$ границами динамического диапазона изменения $x(t_2)$ при условии, что $x(t_1) = X_1$, которые равны: $X_n(X_1) = X_n + (X_1 - X_n)\rho_{12}$; $X_6(X_1) = X_6 - (X_6 - X_1)\rho_{12}$, где $\rho_{12} = \rho(t_2 - t_1)$ – нормированная корреляционная функция, обладающая следующими свойствами: 1) $\rho_{12} = \rho_{21}$; 2) $\rho_{11} = \rho_{22} = 1$; 3) $\rho_{-\infty 2} = \rho_{1\infty} = \rho_{-\infty\infty} = 0$.

Тогда условная двумерная плотность вероятности

$$w_2[X_2|X_1] = \begin{cases} [X_6(X_1) - X_n(X_1)]^{-1} = [(X_6 - X_n)(1 - \rho_{12})]^{-1}, \\ X_n \leq X_1 \leq X_6; X_n(X_1) \leq X_2 \leq X_6(X_1); \\ 0, \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

Условные математическое ожидание и дисперсия:

$$m_{x2}(X_1) = \int_{X_n(X_1)}^{X_6(X_1)} X_2 w_2[X_2|X_1] dX_2 = m_x + (X_1 - m_x)\rho_{12};$$

$$D_{x2}(X_1) = \int_{X_n(X_1)}^{X_6(X_1)} [X_2 - m_{x2}(X_1)]^2 w_2[X_2|X_1] dX_2 = D_x(1 - \rho_{12})^2.$$

Отсюда следует, что X_2 можно выбирать раньше или позже X_1 , т. е. могут быть $t_2 > t_1$ или $t_2 < t_1$.

Двумерная плотность распределения вероятности



$$w_2[X_1; X_2] = \begin{cases} \frac{1}{(X_\theta - X_n)[X_\theta(X_1) - X_n(X_1)]} = \frac{1}{(X_\theta - X_n)^2(1 - \rho_{12})}, & X_n \leq X_1 \leq X_\theta; \\ & X_n(X_1) \leq X_2 \leq X_\theta(X_1); \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Корреляционная функция процесса

$$R_x(t_2 - t_1) = \sigma_x^2 \rho_{12}.$$

Двумерная функция вероятности

$$W_2[X_1; X_2] = \int_{X_n}^{X_1} \int_{X_n(X_1)}^{X_2} w_2[Y_1; Y_2] dY_1 dY_2 = \begin{cases} 0, & X_1 < X_n, X_2 < X_n(X_1); \\ \frac{(X_1 - X_n)[X_2 - X_n(X_1)]}{(X_\theta - X_n)^2(1 - \rho_{12})}, & X_n \leq X_1 \leq X_\theta, X_n(X_1) \leq X_2 \leq X_\theta(X_1); \\ 1, & X_\theta < X_1, X_\theta(X_1) < X_2. \end{cases} \quad \text{Двумер-}$$

ная характеристическая функция процесса

$$\begin{aligned} \theta_2[jv_1; jv_2] &= \int_{X_n}^{X_\theta} \int_{X_n(X_1)}^{X_\theta(X_1)} w_2[X_1; X_2] e^{j(v_1 X_1 + v_2 X_2)} dX_1 dX_2 = \\ &= \exp[j(v_1 + v_2)m_x] \frac{\sin[\sqrt{3}v_2(1 - \rho_{12})\sigma_x]}{\sqrt{3}v_2(1 - \rho_{12})\sigma_x} \frac{\sin[\sqrt{3}(v_1 + v_2\rho_{12})\sigma_x]}{\sqrt{3}(v_1 + v_2\rho_{12})\sigma_x}. \end{aligned}$$

Трёхмерные характеристики [5]. Условная трёхмерная плотность вероятности $w_3[X_3|X_1; X_2]$ распределена равномерно между нижней $X_n(X_1; X_2)$ и верхней $X_\theta(X_1; X_2)$ границами динамического диапазона изменения $x(t_3)$ при условии, что $x(t_1) = X_1$ и $x(t_2) = X_2$, и равна

$$w_3[X_3|X_1; X_2] = \begin{cases} [X_\theta(X_1; X_2) - X_n(X_1; X_2)]^{-1} = \left[(X_\theta - X_n) \left(1 - \frac{\rho_{13} + \rho_{23}}{1 + \rho_{12}} \right) \right]^{-1}, \\ X_n \leq X_1 \leq X_\theta, X_n(X_1) \leq X_2 \leq X_\theta(X_1), \\ X_n(X_1; X_2) \leq X_3 \leq X_\theta(X_1; X_2); \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Условные математическое ожидание и дисперсия:

$$\left. \begin{aligned} m_{x_3}(X_1; X_2) &= \int_{X_n(X_1; X_2)}^{X_\theta(X_1; X_2)} X_3 w_3[X_3|X_1; X_2] dX_3 = \\ &= m_x + (X_1 - m_x) \frac{\rho_{13} - \rho_{23}\rho_{12}}{1 - \rho_{12}^2} + (X_2 - m_x) \frac{\rho_{23} - \rho_{13}\rho_{12}}{1 - \rho_{12}^2}; \\ D_{x_3}(X_1; X_2) &= \int_{X_n(X_1; X_2)}^{X_\theta(X_1; X_2)} [X_3 - m_{x_3}(X_1; X_2)]^2 w_3[X_3|X_1; X_2] dX_3 = D_x \left(1 - \frac{\rho_{13} + \rho_{23}}{1 + \rho_{12}} \right)^2. \end{aligned} \right\}$$

Отсюда следует, что $w_3[X_3|X_1; X_2]$ является четной функцией по отношению к сдвигам времени $t_2 - t_1, t_3 - t_1$ и $t_3 - t_2$. Это означает, что X_1, X_2 и X_3 можно выбирать в любой последовательности.

Трёхмерная безусловная плотность распределения вероятностей



$$w_3[X_1; X_2; X_3] = \begin{cases} \{(X_\theta - X_H)[X_\theta(X_1) - X_H(X_1)][X_\theta(X_1; X_2) - X_H(X_1; X_2)]\}^{-1} = \\ = \left[(X_\theta - X_H)^3 (1 - \rho_{12}) \left(1 - \frac{\rho_{13} + \rho_{23}}{1 + \rho_{12}} \right) \right]^{-1}, & X_H \leq X_1 \leq X_\theta; \\ X_H(X_1) \leq X_2 \leq X_\theta(X_1); X_H(X_1; X_2) \leq X_3 \leq X_\theta(X_1; X_2); \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Трехмерная функция вероятности

$$W_3[X_1; X_2; X_3] = \int_{X_H}^{X_1} \int_{X_H(X_1)}^{X_2} \int_{X_H(X_1; X_2)}^{X_3} W_3[Y_1; Y_2; Y_3] dY_1 dY_2 dY_3 = \\ = \begin{cases} 0, & X_1 < X_H, X_2 < X_H(X_1), X_3 < X_H(X_1; X_2); \\ \frac{(X_1 - X_H)[X_2 - X_H(X_1)][X_3 - X_H(X_1; X_2)]}{(X_\theta - X_H)[X_\theta(X_1) - X_H(X_1)][X_\theta(X_1; X_2) - X_H(X_1; X_2)]}, & X_H \leq X_1 \leq X_\theta; X_H(X_1) \leq X_2 \leq X_\theta(X_1); X_H(X_1; X_2) \leq X_3 \leq X_\theta(X_1; X_2); \\ 1, & X_\theta < X_1; X_\theta(X_1) < X_2; X_\theta(X_1; X_2) < X_3. \end{cases}$$

Трехмерная характеристическая функция процесса

$$\theta_3[jv_1; jv_2; jv_3] = \exp[j(v_1 + v_2 + v_3)m_x] \frac{\sin \left[\sqrt{3}v_3 \left(1 - \frac{\rho_{13} + \rho_{23}}{1 + \rho_{12}} \right) \sigma_x \right] \sin \left[\sqrt{3} \left(v_2 + v_3 \frac{\rho_{23} - \rho_{13}\rho_{12}}{1 - \rho_{12}^2} \right) (1 - \rho_{12}) \sigma_x \right]}{\sqrt{3}v_3 \left(1 - \frac{\rho_{13} + \rho_{23}}{1 + \rho_{12}} \right) \sigma_x \sqrt{3} \left(v_2 + v_3 \frac{\rho_{23} - \rho_{13}\rho_{12}}{1 - \rho_{12}^2} \right) (1 - \rho_{12}) \sigma_x} \times \\ \times \frac{\sin \left[\sqrt{3}(v_1 + v_2\rho_{12} + v_3\rho_{13}) \sigma_x \right]}{\sqrt{3}(v_1 + v_2\rho_{12} + v_3\rho_{13}) \sigma_x}.$$

Марковское свойство. Это свойство ограниченного последействия описывается уравнением $w_3[X_3|X_1; X_2] = w_2[X_3|X_2]$ [1]. Из него следует, что при $\rho_{13} = \rho_{12}\rho_{23}$, где $t_1 \leq t_2 \leq t_3$, *условная двумерная плотность вероятности*

$$w_2[X_3|X_2] = \begin{cases} [X_\theta(X_2) - X_H(X_2)]^{-1} = [(X_\theta - X_H)(1 - \rho_{23})]^{-1}, \\ X_H \leq X_1 \leq X_\theta, X_H(X_1) \leq X_2 \leq X_\theta(X_1), X_H(X_2) \leq X_3 \leq X_\theta(X_2); \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

где границы изменения $X_H(X_2) = X_H + (X_2 - X_H)\rho_{23}$; $X_\theta(X_2) = X_\theta - (X_\theta - X_2)\rho_{23}$.

Условные математическое ожидание и дисперсия такого процесса:

$$m_{x3}(X_2) = \int_{X_H(X_2)}^{X_\theta(X_2)} X_3 w_2[X_3|X_2] dX_3 = m_x + (X_2 - m_x)\rho_{23}; \\ D_{x3}(X_2) = \int_{X_H(X_2)}^{X_\theta(X_2)} [X_3 - m_{x3}(X_2)]^2 w_2[X_3|X_2] dX_3 = D_x(1 - \rho_{23})^2.$$

Решением уравнения $\rho_{13} = \rho_{12}\rho_{23}$ является нормированная корреляционная функция $\rho_{ij} = \rho(t_j - t_i) = \exp(-\alpha|t_j - t_i|)$, $0 \leq \alpha \leq \infty$.

Трехмерная характеристическая функция такого процесса

$$\theta_3[jv_1; jv_2; jv_3] = \exp[j(v_1 + v_2 + v_3)m_x] \frac{\sin \left[\sqrt{3}v_3(1 - \rho_{23}) \sigma_x \right]}{\sqrt{3}v_3(1 - \rho_{23}) \sigma_x} \times \\ \times \frac{\sin \left[\sqrt{3}(v_2 + v_3\rho_{23})(1 - \rho_{12}) \sigma_x \right] \sin \left[\sqrt{3}(v_1 + v_2\rho_{12} + v_3\rho_{12}\rho_{23}) \sigma_x \right]}{\sqrt{3}(v_2 + v_3\rho_{23})(1 - \rho_{12}) \sigma_x \sqrt{3}(v_1 + v_2\rho_{12} + v_3\rho_{12}\rho_{23}) \sigma_x}.$$



Таким образом, разработанный случайный процесс требует минимума априорной информации (X_n, X_g и ρ_{ij}), и адекватен большому количеству реальных сигналов. Он удобен и нашел применение для описания дискретной обработки сигналов и в цифровой технике.

Литература

1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – М.: Мир, 1989.–540 с.
2. Губарев В.В. Вероятностные модели: справочник. В 2-х ч., Ч.2 – Новосибирск: Новосиб. электротехн. ин-т, 1992.–183 с.
3. Свид. 72200700005. Случайный процесс Заико А.И. с равномерным законом распределения. Математическая модель // Заико А.И.; Зарег. ФГУП «ВНТИЦ» 28.02.07 г.–10 с.
4. Заико А.И. Случайный процесс с равномерным законом распределения // Измерительная техника.–1999.–№1.–С.9.
5. Заико А.И. Случайные процессы. Модели и измерения: учеб. пособие.– М.: Изд-во МАИ, 2006.–207 с.

В.А.Засов, Е.Н.Никоноров, М.В.Ромкин

УСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ В МНОГОМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Рассмотрим модель образования сигналов в виде линейной многомерной системы, имеющей N входов и M выходов. Входными сигналами модели являются сигналы $s_n(k)$, $n=1,2,\dots,N$, выходными сигналами $x_m(k)$, $m=1,2,\dots,M$. Входные сигналы – это сигналы, генерируемые различными источниками сигналов, а выходными сигналами этой системы могут являться сигналы различных приемных устройств, например, датчиков, измерительных преобразователей, антенн и т.п. Положим, что каждый из M выходов такой многомерной системы связан со всеми N входами линейными каналами передачи сигналов.

В любой дискретный момент времени k M - мерный вектор измеряемых датчиками дискретных сигналов $\mathbf{x}(k) = [x_1(k), x_2(k), \dots, x_M(k)]^T$ получается из N - мерного вектора сигналов источников $\mathbf{s}(k) = [s_1(k), s_2(k), \dots, s_N(k)]^T$. Математическая модель образования сигналов описывается системой уравнений типа дискретной свертки (1), в которой m - ный наблюдаемый сигнал представляет собой аддитивную смесь искаженных каналами сигналов источников и шума [1], т.е.



$$x_m(k) = \sum_{n=1}^N \sum_{g=0}^{G-1} (h_{mn}(g, \mathbf{l})) s_n(k-g) + y_m(k), \quad (1)$$

где $h_{mn}(g)$ - элемент $M \times N$ матрицы $\mathbf{h}(g)$ импульсных характеристик каналов, $\mathbf{y}(k) = [y_1(k), y_2(k), \dots, y_M(k)]^T$ - вектор шума. Динамические характеристики каналов $h_{mn}(g, \mathbf{l})$ являются квазистационарными, т.е. изменяются в зависимости от некоторого вектора параметров \mathbf{l} (времени, температуры, местоположения и т.д.).

Задачей идентификации входных сигналов является определение сигналов источников $s_n(k)$, недоступных для прямых измерений, по измеренным в доступных точках сигналам приемников, в которых сигналы представляют собой аддитивную смесь искаженных в процессе передачи сигналов источников.

В общем случае решение этой задачи сводится к вычислению разделяющей матрицы $\mathbf{w}(g)$, которая является равной или близкой по тому или иному критерию матрице, обратной матрице $\mathbf{h}(g)$. Таким образом, в общем случае решение задачи есть решение системы (1) и может быть представлено в виде:

$$s_n(k) = \sum_{m=1}^M \sum_{g=0}^{G-1} w_{nm}(g) x_m(k-g), \quad (2)$$

где $\mathbf{w}(g)$ - матрица импульсных характеристик перестраиваемых фильтров с элементами $w_{nm}(g)$. В частотной области уравнение (2) можно записать в виде

$$\mathbf{S}(\omega) = \mathbf{W}(\omega) \mathbf{X}(\omega),$$

(3)

где $\mathbf{W}(\omega) = \mathbf{H}^{-1}(\omega)$.

Из общего решения следует, что задача идентификации входных сигналов относится к классу обратных задач, которые в общем случае могут быть некорректными. Поэтому решение может быть неустойчивым, т.е. малые изменения параметров смешивающей матрицы $\mathbf{H}(\omega, \mathbf{l})$ приводят к недопустимо большим изменениям решения, т.е. неустойчивости вычисления сигналов $s(k)$ [1]. Изменение параметров $\mathbf{H}(\omega, \mathbf{l})$ может привести к миграции устойчивого решения к неустойчивому, и поэтому непригодному для практического применения.

На основе методов регуляризации [2] разработаны алгоритмы обеспечения устойчивости разделения сигналов, отличительной особенностью которых является возможность использование результатов анализа устойчивости.

Операторное уравнение, описывающее модель образования сигналов с возмущениями, имеет вид

$$\hat{\mathbf{H}} \cdot \mathbf{s} = \hat{\mathbf{x}}, \quad \mathbf{s} \in L_2, \quad \hat{\mathbf{x}} \in L_2, \quad (4)$$

где вместо точных \mathbf{H} и \mathbf{x} известны их приближенные значения $\hat{\mathbf{H}}$ и $\hat{\mathbf{x}}$ такие, что $\|\hat{\mathbf{H}} - \mathbf{H}\|_E \leq \zeta_{\mathbf{H}}$ и $\|\hat{\mathbf{x}} - \mathbf{x}\|_2 \leq \delta$, где δ и $\zeta_{\mathbf{H}}$ - оценки сверху абсолютных погрешностей измерений сигналов \mathbf{x} и смешивающей матрицы \mathbf{H} . Регуляризованное решение \mathbf{s}_α по методу Тихонова [2], используя SVD разложение смешивающей матрицы, можно записать следующим образом

$$\mathbf{s}_\alpha = \sum_{n=1}^N f_n \cdot \frac{u_n^* \mathbf{x}}{\sigma_n} v_n,$$



где σ_n - сингулярные числа, а f_n - фильтрующие множители вида

$$f_n^{\text{Тихонов}} = \frac{\sigma_n^2}{\sigma_n^2 + \alpha},$$

где $\alpha > 0$ - параметр регуляризации.

В работе предлагается регуляризирующий оператор $\tilde{\mathbf{W}}_\alpha(\omega) = (\hat{\mathbf{H}}(\omega) - \alpha \tilde{\mathbf{Z}}_{\text{крит}}^{\text{svd}}(\omega))^{-1}$, определяемый на основе матрицы $\tilde{\mathbf{Z}}_{\text{крит}}^{\text{svd}}$ сингулярных направлений [3].

Тогда, используя SVD разложение матрицы направлений $\tilde{\mathbf{Z}}_{\text{крит}}^{\text{svd}}(\omega) = -u_N(\omega)v_N^*(\omega)$, регуляризованное решение задачи разделения сигналов представляется следующим образом

$$\mathbf{S}_\alpha(\omega) = \tilde{\mathbf{W}}_\alpha(\omega) \hat{\mathbf{X}}(\omega) = \sum_{n=1}^N f_n(\omega) \cdot \frac{u_n^*(\omega) \hat{\mathbf{X}}(\omega)}{\sigma_n(\omega)} v_n(\omega), \quad (5)$$

где фильтрующие множители равны

$$\tilde{f}_n(\omega) = \begin{cases} 1, \sigma_n(\omega) \geq \alpha \\ \frac{\sigma_n(\omega)}{\sigma_n(\omega) + \alpha}, \sigma_n(\omega) < \alpha \end{cases} \quad (6)$$

Если модель существенно неустойчива, то учитывая выполняющееся в этом случае неравенство $\sigma_N \ll \alpha$, фильтрующие множители (6) можно представить в виде

$$\tilde{f}_n^{\text{mod}}(\omega) = \begin{cases} 1, \sigma_n(\omega) \geq \alpha \\ \frac{\sigma_n(\omega)}{\alpha}, \sigma_n(\omega) < \alpha \end{cases} \quad (7)$$

Выражения (5-7) представляют регуляризованное решение многомерной задачи идентификации входных сигналов, отличающееся использованием предложенных (6, 7) фильтрующих множителей и тем, что $\mathbf{S}_\alpha(\omega)$, $\hat{\mathbf{X}}(\omega)$ - векторы, а $\hat{\mathbf{H}}(\omega)$, $\tilde{\mathbf{W}}_\alpha(\omega)$ - матрицы, в отличие от классических одномерных случаев, где эти компоненты являются скалярами.

Параметр регуляризации α при известных погрешностях ξ и δ предлагается определять на основе модифицированного метода обобщенной невязки, который учитывает погрешность задания сигналов \mathbf{x} и матрицы \mathbf{H} и размерность задачи $\beta(r, M, N)$. Применительно к задаче разделения сигналов параметр регуляризации $\alpha > 0$ находится как корень уравнения

$$\|\hat{\mathbf{H}}\mathbf{s}_\alpha - \hat{\mathbf{x}}\|_2^2 = (\delta + \xi_{\mathbf{H}} \|\mathbf{s}_\alpha\|_2)^2 / \beta(r, M, N), \quad (8)$$

в котором α является параметром \mathbf{s}_α , а введенный множитель $\beta(r, M, N) \geq 1$ выполняет роль масштабирующего множителя, определяемого размерностью задачи ($M \times N$) и погрешностью измерения параметров сигналов и каналов (определяемой, в частности, разрядностью АЦП r).

Особенностью предложенного алгоритма регуляризации, приведенного в таблице, является возможность использования дополнительной информации, которая получается в результате анализа устойчивости, что позволяет уменьшить вычислительную сложность регуляризации.



Таблица. Обобщенный алгоритм регуляризации решения задачи разделения сигналов

№	Действие	Комментарий
1	<p>Зададим начальное значение итерации $j=1$, определим $\alpha_{min} = \min_{\omega} \ \Delta\tilde{\mathbf{H}}(\omega)\ _2$, $\alpha_{max} = \max_{\omega} \sigma_{max}(\mathbf{H}(\omega))$, $\alpha_{\Pi} = \alpha_{min}$</p> <p>Определяем SVD разложение $\mathbf{H}(\omega_g) = \mathbf{U}(\omega_g)\mathbf{\Sigma}(\omega_g)\mathbf{V}^*(\omega_g)$</p>	Инициализация при $\omega_g = \omega_0, \dots, \omega_{G-1}$
2	<p>Для каждой частоты ω_g проверяется условие: если $\ \Delta\tilde{\mathbf{H}}(\omega_g)\ _2 < \alpha_{\Pi}$, то вычисляется $\tilde{f}_n(\omega_g)$,</p> $\mathbf{s}_{\alpha}(\omega_g) = \sum_{n=1}^N \tilde{f}_n(\omega_g) \cdot \frac{u_n^*(\omega_g)\tilde{\mathbf{X}}(\omega_g)}{\sigma_n(\omega_g)} v_n(\omega_g)$	Корректировка спектральных матриц
3	$\rho(\alpha) = \ \hat{\mathbf{H}}\mathbf{s}_{\alpha} - \tilde{\mathbf{x}}\ _2^2 - (\delta + \zeta_{\mathbf{H}}\ \mathbf{s}_{\alpha}\ _2)^2 / \beta(r, M, N)$	Вспомогательная функция
4	Если $\rho(\alpha_{min}) \cdot \rho(\alpha_{max}) > 0$, то $\alpha_{\Pi} = \delta + \zeta_{\mathbf{H}}$, иначе поиск корня уравнения $\rho(\alpha) = 0$, например, методом бисекций или методом Ньютона	Определение параметра регуляризации

Рассмотренный алгоритм регуляризации многомерной задачи разделения сигналов сложен и громоздок, но представление его в частотной области и с учетом SVD разложения позволяет осуществлять регуляризацию в каждом частотном диапазоне параллельно во времени, что сокращает время регуляризации.

Приведенные ниже результаты компьютерного моделирования и сравнительного анализа разработанного алгоритма с известными показали достоверность сделанных теоретических выводов и подтвердили преимущества предложенного алгоритма регуляризации.

Проведем оценку вычислительной сложности предложенного алгоритма. В качестве примера рассмотрим модель со смешивающей матрицей с $M = N = 2$, где сигналы и каналы задаются с погрешностью, соответствующей 8 двоичным разрядам АЦП. Зависимости числа обусловленности исходного и регуляризованного решения от частоты, полученные в результате моделирования, приведены на рис. 1.

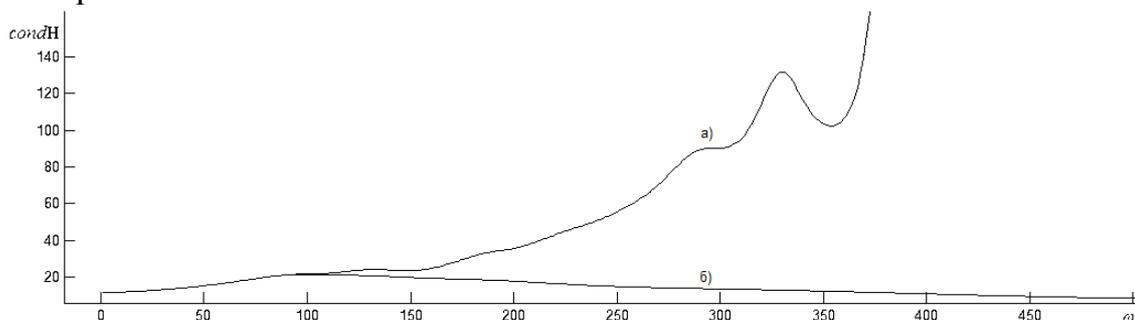


Рис. 1. Зависимость числа обусловленности от частоты: а) не регуляризованное решение, б) регуляризованное решение



Из графика на рис. 1 следует, что регуляризация решения задачи производилась в диапазоне частот с 100Гц по 400Гц, смешивающие же спектральные матрицы в диапазоне с 0 Гц по 100Гц оставались неизменными.

Таким образом, предлагаемый алгоритм регуляризации, обеспечивает устойчивость решения задачи идентификации входных сигналов и отличается меньшей вычислительной сложностью за счет использования результатов анализа процесса миграции устойчивости.

Литература

1. Засов В.А, Никоноров Е.Н., Тарабардин М.А. Идентификация входных сигналов в задачах контроля и диагностики динамических объектов //Четвертая международная конференция по проблемам управления (МКПУ-IV): Сб. трудов. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – 2009. - С. 1478-1486.
2. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука.– 1979. – 385 с.
3. Засов В.А., Никоноров Е.Н. Алгоритм регуляризации решения задачи разделения сигналов, использующий результаты анализа устойчивости. // В сборнике: Труды 9-ой междунардн. конф. «Идентификация систем и задачи управления SICPRO-12». – М.: Институт проблем управления РАН, 2012. - С. - 949-962.

А.И. Заико

ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА ЗАИКО С ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИЕЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Метод гистограмм разработан для измерения плотностей вероятностей случайных **величин**. Традиционное применение его для случайных **процессов** возможно только для равномерных законов распределений случайного процесса со ступенчатой корреляционной функцией и погрешностей отсчетов при экстраполяции сигнала между ними [1]. В работе эта задача решена для случайного процесса Заико с экспоненциальной корреляционной функции при экстраполяции в будущее и интерполяции сигнала между отсчетами.

Реализация $x(t)$ случайного процесса, равномерно дискретизируются во времени с шагом T_0 и квантуется по уровню с шириной кванта $2\Delta_k$. Получаются дискретные отсчеты x_{il} , где i – номер отсчета, датированного моментом времени t_i , а l – номер кванта, соответствующий уровню квантования x_l . Количество уровней квантования L , а номера уровней квантования $l = 1, 2, \dots, L$ [2].

Оценка одномерной плотности вероятности при *экстраполяции в будущее* реализации процесса $x(t)$ по последнему отсчету



$$\langle w_1[X] \rangle_3 = \frac{1}{T_0} \langle P(x_l) \rangle \int_0^{T_0} w_1[X|\lambda; x_l] d\lambda,$$

(1)

где $\langle P(x_l) \rangle$ – частота появления отсчета x_l и определяющих условную плотность распределения вероятности $w_1[X|\lambda; x_l]$; λ – текущее время между соседними отсчетами, $0 \leq \lambda \leq T_0$; T_0 – шаг дискретизации.

Оценка одномерной плотности вероятности при *интерполяции* реализации процесса между уровнями квантования x_l и x_k

$$\langle w_1[X] \rangle_n = \frac{1}{T_0} \langle P(x_l, x_k) \rangle \int_0^{T_0} w_1[X|\lambda; x_l, x_k] d\lambda, \quad (2)$$

где $\langle P(x_l, x_k) \rangle$ – частота появления отсчетов, следующих друг за другом и соответствующих уровням квантования x_l и x_k , определяющих плотность вероятности $w_1[X|\lambda; x_l, x_k]$.

Случайный процесс Заико с равномерным законом распределения плотности вероятности $w_1[X]$ описывается тремя параметрами: нижней X_n и верхней X_b границами изменения случайного процесса и нормированной корреляционной функцией $\rho(\tau)$, которую положим равной

$$\rho(\tau) = e^{-\alpha\tau}, \quad |\tau| \geq 0, \quad (3)$$

где τ – временной сдвиг; α – коэффициент динамичности, $0 \leq \alpha < \infty$. Тогда процесс будет обладать еще и Марковским свойством [3].

Для него распределение плотности вероятности процесса

$$w_1[X] = \begin{cases} (X_b - X_n)^{-1} = (2\Delta_k L)^{-1}, & X_n \leq X \leq X_b; \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Погрешность квантования по уровню случайна, стационарна и независима для отсчетов и от процесса. Опишем её для $l=1, 2, \dots, L$ равномерной плотностью вероятности при получении отсчета x_l

$$w[X|x_l] = \begin{cases} 1/2\Delta_k, & x_l - \Delta_k \leq X \leq x_l + \Delta_k; \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Экстраполяция. При экстраполяции в будущее реализация $x(t)$ случайного процесса с Марковским свойством восстанавливается по предыдущему отсчету. При равномерном распределении случайного процесса и погрешности квантования условная плотность вероятности $w_1[X|\lambda; x_{il}] = w_1[X|\lambda; x_l]$, где $0 \leq \lambda < T_0$, также равномерна [3]:

$$w_1[X|\lambda; x_l] = \begin{cases} [X_b(\lambda; x_l) - X_n(\lambda; x_l)]^{-1}, & X_n(\lambda; x_l) \leq X \leq X_b(\lambda; x_l); \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad (6)$$



где верхняя $X_B(\lambda; x_l)$ и нижняя $X_H(\lambda; x_l)$ границы динамического диапазона изменения случайного процесса при экстраполяции [3]:

$$X_B(\lambda; x_l) = X_B - (X_B - x_l - \Delta_k)e^{-\alpha\lambda}; \quad X_H(\lambda; x_l) = X_H + (x_l - \Delta_k - X_H)e^{-\alpha\lambda}, \quad 0 \leq \lambda < T_0.$$

Выражение (6) при этом примет вид

$$w_1[X|\lambda; x_l] = (2\Delta_k)^{-1} \times \begin{cases} [L - (L-1)e^{-\alpha\lambda}]^{-1}, & X_H + (x_l - \Delta_k - X_H)e^{-\alpha\lambda} \leq X \leq X_B - (X_B - x_l - \Delta_k)e^{-\alpha\lambda}, & 0 \leq \lambda < T_0; \\ L^{-1}, & X_H \leq X \leq X_B, & \lambda \geq T_0; \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

(7)

Подставив (7) в выражение (3) получим оценку $\langle w_1[X] \rangle_3$ одномерной плотности вероятности для $l = 1, 2, \dots, L$ при экстраполяции в виде

$$\langle w_1[X] \rangle_3 = \begin{cases} \frac{\langle P(x_l) \rangle}{2\Delta_k L \alpha T_0} \begin{bmatrix} \alpha T_0 + \ln \frac{L - (L-1)e^{-\alpha T_0}}{1 + L \frac{x_l - \Delta_k - X}{X - X_H}}, & X_H + (x_l - \Delta_k - X_H)e^{-\alpha T_0} \leq X \leq x_l - \Delta_k; \\ \alpha T_0 + \ln(L - (L-1)e^{-\alpha T_0}), & x_l - \Delta_k \leq X \leq x_l + \Delta_k; \\ \alpha T_0 + \ln \frac{L - (L-1)e^{-\alpha T_0}}{1 + L \frac{X - x_l - \Delta_k}{X_B - X}}, & x_l + \Delta_k \leq X \leq X_B - (X_B - x_l - \Delta_k)e^{-\alpha T_0}; \end{bmatrix} \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

(8)

Абсолютная погрешность $\Delta_3[X]$ оценки $\langle w_1[X] \rangle_3$ (8) при комплексном подходе к её определению для $l = 1, 2, \dots, L$ [4]

$$\Delta_3[X] = \langle w_1[X] \rangle_3 - w_1[X] = (2\Delta_k L)^{-1} \times$$

$$\begin{cases} -1, & X_H \leq X \leq X_H + (x_l - \Delta_k - X_H)e^{-\alpha T_0}; \quad X_B - (X_B - x_l - \Delta_k)e^{-\alpha T_0} \leq X \leq X_B; \\ \frac{\langle P(x_l) \rangle}{\alpha T_0} \begin{bmatrix} \alpha T_0 + \ln \frac{L - (L-1)e^{-\alpha T_0}}{1 + L \frac{x_l - \Delta_k - X}{X - X_H}}, & X_H + (x_l - \Delta_k - X_H)e^{-\alpha T_0} \leq X \leq x_l - \Delta_k; \\ \alpha T_0 + \ln(L - (L-1)e^{-\alpha T_0}), & x_l - \Delta_k \leq X \leq x_l + \Delta_k; \\ \alpha T_0 + \ln \frac{L - (L-1)e^{-\alpha T_0}}{1 + L \frac{X - x_l - \Delta_k}{X_B - X}}, & x_l + \Delta_k \leq X \leq X_B - (X_B - x_l - \Delta_k)e^{-\alpha T_0}; \end{bmatrix} - 1; \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

(9)

Интерполяция. При интерполяции реализация $x(t)$ случайного процесса с Марковским свойством условная плотность вероятности восстановления по



двум отсчетам $w_1[X|\lambda; x_{il}, x_{(i+1)k}] = w_1[X|\lambda; x_l, x_k]$, где $0 \leq \lambda \leq T_0$ [3, 5], также равномерна

$$w_1[X|\lambda; x_l, x_k] = \begin{cases} [X_B(\lambda; x_l, x_k) - X_H(\lambda; x_l, x_k)]^{-1}, & X_H(\lambda; x_l, x_k) \leq X \leq X_B(\lambda; x_l, x_k); \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad (10)$$

где разность верхней $X_B(\lambda; x_l, x_k)$ и нижней $X_H(\lambda; x_l, x_k)$ границ динамического диапазона изменения случайного процесса [3, 5]:

$$X_B(\lambda; x_l, x_k) - X_H(\lambda; x_l, x_k) = 2\Delta_k \left[L - (L-1) \frac{e^{-\alpha\lambda} + e^{-\alpha(T_0-\lambda)}}{1 + e^{-\alpha T_0}} \right].$$

Подставив её в выражение (10), получим

$$w_1[X|\lambda; x_l, x_k] = (2\Delta_k)^{-1} \times \begin{cases} \left[L - (L-1) \frac{e^{-\alpha\lambda} + e^{-\alpha(T_0-\lambda)}}{1 + e^{-\alpha T_0}} \right]^{-1}, & X_H + (x_l - \Delta_k - X_H) \frac{e^{-\alpha\lambda} - e^{-\alpha(2T_0-\lambda)}}{1 - e^{-2\alpha T_0}} + \\ + (x_k - \Delta_k - X_H) \frac{e^{-\alpha(T_0-\lambda)} - e^{-\alpha(T_0+\lambda)}}{1 - e^{-2\alpha T_0}} \leq X \leq X_B - (X_B - x_l - \Delta_k) \frac{e^{-\alpha\lambda} - e^{-\alpha(2T_0-\lambda)}}{1 - e^{-2\alpha T_0}} - \\ - (X_B - x_k - \Delta_k) \frac{e^{-\alpha(T_0-\lambda)} - e^{-\alpha(T_0+\lambda)}}{1 - e^{-2\alpha T_0}}, & 0 \leq \lambda \leq T_0; \\ L^{-1}, & X_H \leq X \leq X_B, & \lambda \geq T_0; \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Подставив это значение $w_1[X|\lambda; x_l, x_k]$ в выражения (4), получим оценку плотности распределения вероятности $\langle w_1[X] \rangle_n$ при интерполяции в виде:

$$\langle w_1[X] \rangle_n = \begin{cases} \frac{1 + e^{-\alpha T_0}}{2\Delta_k \alpha T_0 A} \langle P(x_l) \rangle \ln \frac{L(1 - e^{-\alpha T_0})^2 + 4e^{-\alpha T_0} + A(1 - e^{-\alpha T_0})}{L(1 - e^{-\alpha T_0})^2 + 4e^{-\alpha T_0} - A(1 - e^{-\alpha T_0})}, & x_l - \Delta_k \leq X \leq x_l + \Delta_k, \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad (11)$$

где $A = \sqrt{L^2(1 + e^{-\alpha T_0})^2 - 4(L-1)^2 e^{-\alpha T_0}} = \sqrt{L^2(1 - e^{-\alpha T_0})^2 + 4(2L-1)e^{-\alpha T_0}}$.

Абсолютная погрешность $\Delta_n[X]$ этой оценки

$$\Delta_n[X] = \langle w_1[X] \rangle_n - w_1[X] = (2\Delta_k)^{-1} \times \begin{cases} -L^{-1}, & X_H \leq X \leq x_l - \Delta_k; & x_l + \Delta_k \leq X \leq X_B; \\ \frac{1 + e^{-\alpha T_0}}{\alpha T_0 A} \langle P(x_l) \rangle \ln \frac{L(1 - e^{-\alpha T_0})^2 + 4e^{-\alpha T_0} + A(1 - e^{-\alpha T_0})}{L(1 - e^{-\alpha T_0})^2 + 4e^{-\alpha T_0} - A(1 - e^{-\alpha T_0})} - \frac{1}{L}, & x_l - \Delta_k \leq X \leq x_l + \Delta_k; \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (12)$$



Из выражений (8) и (11) следует, что оценки плотностей вероятностей экстраполяции $\langle w_1[X] \rangle_3$ и интерполяции $\langle w_1[X] \rangle_{\text{и}}$ при $\alpha T_0 = 0$ равны

$$\langle w_1[X] \rangle_3 = \langle w_1[X] \rangle_{\text{и}} = \frac{\langle P(x_l) \rangle}{2\Delta_k}, \quad x_l - \Delta_k \leq X \leq x_l + \Delta_k,$$

а выражения (9) и (12) принимают вид

$$\Delta_3[X] = \Delta_{\text{и}}[X] = \frac{1}{2\Delta_k} \left[\langle P(x_l) \rangle - \frac{1}{L} \right], \quad x_l - \Delta_k \leq X \leq x_l + \Delta_k.$$

Аналогично при $\alpha T_0 \rightarrow \infty$ и $x_l - \Delta_k \leq X \leq x_l + \Delta_k$

$$\langle w_1[X] \rangle_3 = \langle w_1[X] \rangle_{\text{и}} = \frac{\langle P(x_l) \rangle}{2\Delta_k L}; \quad \Delta_3[X] = \Delta_{\text{и}}[X] = \frac{1}{2\Delta_k L} [\langle P(x_l) \rangle - 1]$$

Просуммировав последние выражения по l , получим:

$$w_1[X] = \sum_{l=1}^L \langle w_1[X] \rangle_3 = \sum_{l=1}^L \langle w_1[X] \rangle_{\text{и}} = \frac{1}{2\Delta_k L}, \quad \sum_{l=1}^L \Delta_3[X] = \sum_{l=1}^L \Delta_{\text{и}}[X] = 0, \quad X_{\text{н}} \leq X \leq X_{\text{в}}.$$

Заключение. При измерении плотности вероятности эргодического случайного процесса на гистограмму влияют не только ширина столбцов $2\Delta_k$, но и их «размытие», а также взаимное наложение. Учесть эти факторы можно, восстанавливая реализацию процесса между отсчетами. При этом переход от экстраполяции к интерполяции сигнала между отсчетами позволяет повысить точность измерения при $0.001 \leq \alpha T_0 \leq 1$ или увеличить шаг дискретизации T_0 на два порядка. Для нахождения погрешностей оценок плотности вероятности $\langle w_1[X] \rangle$ с учетом всех факторов необходим комплексный подход к их определению. Приведенные результаты позволяют не только учесть эти особенности, но и оптимизировать измерения плотности распределения вероятности $\langle w_1(X) \rangle$ эргодических случайных процессов.

Литература

1. Заико А.И. и др. Измерение плотности вероятности эргодического случайного процесса // Труды междунар. НТК «Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015)». – Т.1. – Самара: СНЦ РАН, 2015. – С.54-60.
2. Свид. 72200700005. Случайный процесс Заико А.И. с равномерным законом распределения. Математическая модель // Заико А.И.; зарег. ФГУП «ВНТИЦ» 28.02.07 г. – 10 с.
3. Заико А. И. Случайные процессы. Модели и измерения: учеб. пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2006. – 207 с.
4. Заико А. И. Комплексный подход к определению погрешностей // Датчики и Системы. – 2007. – № 8. – С. 52-59
5. Zaiko A. I. Random signal with uniform distribution // Measurement Techniques. – 1999. – v. 42. – Juni. – P. 11-13.



О. А. Заякин¹, В. Н. Белопухов², В. Д. Треумов¹

ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ МАКСИМУМА ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ОТКЛИКА КООРДИНАТНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

(¹Самарский государственный аэрокосмический университет)

(²Институт проблем управления сложными системами РАН, г. Самара)

Представлены результаты численных расчетов изменения величин информативных параметров двумерного лазерного триангулятора [1] под влиянием электронных шумов. Этот перспективный прибор, предназначенный для контроля качества формы рабочих поверхностей подшипников, разрабатывался в Самарском филиале Физического института РАН. Результаты расчетов получены с помощью специально созданной компьютерной программы. Программа создана на MathCad 14.

Сущность способа, лежащего в основе действия исследуемого прибора, заключается в сканировании контролируемой поверхности узким сфокусированным пучком света лазера и регистрации местоположения пучка света, зеркально отражаемого при этом данной поверхностью, позиционно-чувствительным (в данном случае матричным) фотоприемником на основе прибора с зарядовой связью (ПЗС). Фотоприемники этого типа широко распространены в настоящее время. Идея способа в чем-то напоминает датчик волнового фронта Шака-Гартмана, только у нас гартманограмма, в виртуальном виде, получается последовательным сканированием с дискретным шагом, что заменяет множество субапертур.

В качестве модельной функции был взят, для простоты, одномерный гауссиан:

$$y_0(n) = \exp\left(-\frac{2(x-x_0)^2}{L^2}\right), \quad (1)$$

где x задается дискретными отсчетами.

Он моделировал распределение мощности лазерного пучка, отраженного контролируемой поверхностью, на позиционно-чувствительном фотоприемнике, то есть входной сигнал в триангуляторе в заданный момент. Информативными параметрами в двумерном лазерном триангуляторе являются координаты центра лазерного пучка на фотоприемнике.

Шумы, возникающие как от электроники, так и от лазера, моделировались, для простоты, белым шумом, имеющим аддитивную и мультипликативную составляющие:

$$y(x) = \left(1 - \frac{A}{2} + A \chi\right) y_0(x) - B \xi. \quad (2)$$

Первое слагаемое моделировало мультипликативную составляющую шума (неоднородность чувствительности элементов ПЗС-фотоприемника), второе



- аддитивную (погрешность амплитудно-цифрового преобразования); χ и ξ -случайные величины с равномерным распределением в интервале значений больше нуля, но меньше единицы; χ и ξ не зависят друг от друга.

Величины коэффициентов A и B , задающих в модели амплитуду шума, были выбраны нами из данных наших же экспериментов [2], а также сведений из литературы [3]: $A=0,04$, $B=0,005$.

В нашей программе присутствовали два алгоритма расчета центра пятна. По первому из них этот центр вычислялся как «центр тяжести», или, как говорят оптики, «энергетический центр». Он определялся как первый начальный момент модельной функции. Для статистической оценки искомой величины в программе задавалось количество повторений процедуры этого алгоритма. По выборочной дисперсии рассчитывалась статистическая оценка (в виде С.К.О.). Другие параметры сигнала и шума пользователь должен был задавать самостоятельно.

По второму алгоритму искомый центр определялся как координата максимума аппроксимирующей функции. Аппроксимирующая функция в программе задана такого же вида, как и модельная. Это гауссиан с тремя искомыми параметрами:

$$y(x) = a_1 \exp[(x - a_2)^2 / a_3]. \quad (3)$$

где a_1 - амплитуда; a_2 - координата максимума (нужная нам величина); a_3 - полуширина. Аппроксимация проводилась по известному методу наименьших квадратов. Для этого находили a_1 , a_2 , a_3 из системы уравнений:

$$\begin{aligned} F_1(a_1, a_2, a_3) &= \sum_i y(x) = \{y_i - a_1 \exp[(x_i - a_2)^2 / a_3]\} \exp[(x_i - a_2) / a_3] = 0; \\ F_2(a_1, a_2, a_3) &= \sum_i y(x) = \{y_i - a_1 \exp[(x_i - a_2)^2 / a_3]\} \exp[(x_i - a_2) / a_3] x_i = 0; \\ F_3(a_1, a_2, a_3) &= \sum_i y(x) = \{y_i - a_1 \exp[(x_i - a_2)^2 / a_3]\} \exp[(x_i - a_2) / a_3] x_i^2 = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Для решения (2) использовался метод Ньютона. При этом первое приближение выбиралось в виде:

$$a_{10} = \max(y_i); a_{20} = \frac{\sum_i y_i x_i}{\sum_i y_i}; a_{30} = -\frac{2 \sum_i y_i (x_i - a_{20})^2}{\sum_i y_i}. \quad (5)$$

Решив систему

$$\begin{aligned} F_{10} + \frac{\partial F_{10}}{\partial a_1} \varepsilon_1 + \frac{\partial F_{10}}{\partial a_2} \varepsilon_2 + \frac{\partial F_{10}}{\partial a_3} \varepsilon_3 &= 0; \\ F_{20} + \frac{\partial F_{20}}{\partial a_1} \varepsilon_1 + \frac{\partial F_{20}}{\partial a_2} \varepsilon_2 + \frac{\partial F_{20}}{\partial a_3} \varepsilon_3 &= 0; \\ F_{30} + \frac{\partial F_{30}}{\partial a_1} \varepsilon_1 + \frac{\partial F_{30}}{\partial a_2} \varepsilon_2 + \frac{\partial F_{30}}{\partial a_3} \varepsilon_3 &= 0, \end{aligned} \quad (6)$$



где $F_{10} = F_1(a_{10}, a_{20}, a_{30})$; $F_{20} = F_2(a_{10}, a_{20}, a_{30})$; $F_{30} = F_3(a_{10}, a_{20}, a_{30})$, определась поправка $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$. Затем делалась замена

$$a_{10} \rightarrow a_{10} + \varepsilon_1; a_{20} \rightarrow a_{20} + \varepsilon_2; a_{30} \rightarrow a_{30} + \varepsilon_3 \quad (7)$$

в (6) и находились следующие поправки $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$, продолжая процесс до тех пор, пока не выполнялись условия:

$$|\varepsilon_1| < \varepsilon_{1 \min}; |\varepsilon_2| < \varepsilon_{2 \min}; |\varepsilon_3| < \varepsilon_{3 \min}. \quad (8)$$

Пределы допустимых в наших расчетах погрешностей определения параметров гауссиана (амплитуды, координаты центра и полуширины) были заданы соответственно 0,003 (от максимума гауссиана), 1×10^{-6} (доли дискретного отсчета ПЗС-фотоприемника) и 0,01 от L (1).

Из-за значительно большего времени счета, по сравнению с первым алгоритмом, статистическая оценка по второму алгоритму в программе не проводилась. Для этого мы использовали другую программу, специально созданную нами. Файл данных для нее мы формировали с клавиатуры.

Существенным моментом в нашей программе было применение цифровой адаптивной пороговой фильтрации сигнала, при которой отчеты, меньшие некоторого порогового уровня, заданного в долях максимума отклика, отбрасывались, чтобы они не увеличивали погрешность определения центра отклика. При этом заданный уровень также должен был быть не менее уровня фонового шума. Этот фактор, связанный с отчетами распределения мощности лазерного пучка на краях одномодального оптоэлектронного отклика (1), был обнаружен нами из численного моделирования, благодаря чему мы заблаговременно внесли в нашу программу соответствующие изменения. При этом уровень порога фильтрации был нами выбран опытным путем (по критерию минимума погрешности определения координаты максимума) равным $\exp(-2)$ от максимума оптоэлектронного отклика (это 13%).

Для верификации нашей программы, мы сравнивали наши результаты с полученными ранее [4] другими специалистами, которые исследовали влияние дискретности на погрешность оптического триангулятора. В их работах центр отклика определялся по «центру тяжести». Для сравнения мы задавали нулевой уровень шума. Сравнение показало, что результаты удовлетворительно совпадали, что придало нам уверенности в правильности наших вычислений.

По результатам работы программы построены гистограммы, по которым видно отклонение рассчитанной координаты центра (или же максимума), возникающее при действии шума. Гистограммы статистической выборки в обоих случаях (объем выборки мы брали равный 10000) практически соответствовали нормальному распределению непрерывной случайной величины.

Результаты показали, что алгоритм аппроксимации гауссианом имел несколько меньшую устойчивость к шумам, чем алгоритм «центра тяжести» (см. рис. 1).

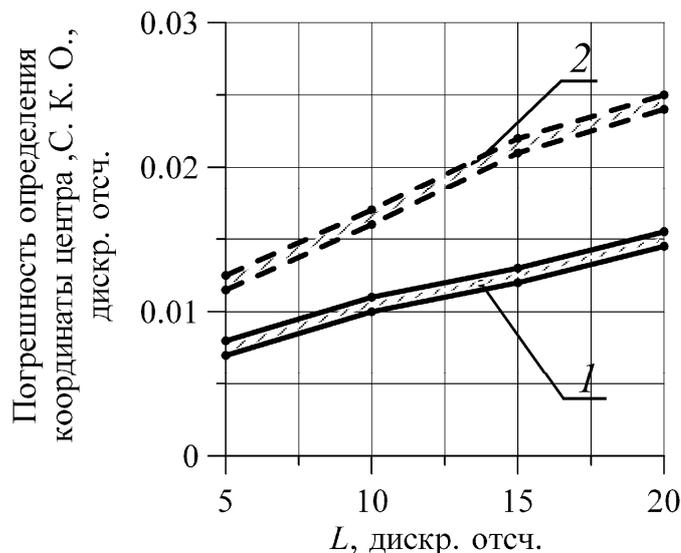


Следует признать, что при сравнении с алгоритмом (который мы здесь не рассматривали) поиска центра по медиане, то есть, по равенству объемов под графиком функции отклика, эффект был бы еще скромнее, хотя и не слишком значительно.

Полученные величины удовлетворяли требованиям в такой практически важной задаче [1], как, например, контроль круглости радиального профиля желоба колец подшипников.

В то же время исследуемый алгоритм аппроксимации требовал значительного большего, на два порядка, времени работы цифрового вычислительного устройства (так, количество итераций получалось от 12 до 15), но при этом не мог дать нужного эффекта, для которого он предназначался.

Выражаем признательность В. Н. Подвигину за полезные обсуждения и помощь в работе.



1 – алгоритм «центра тяжести»;
2 – аппроксимация гауссианом

Рис. 1 – Результаты численного моделирования

Литература

1. Белопухов, В. Н. Лабораторный макет лазерного кругломера [Текст] / В. Н. Белопухов, М. Ю. Грачев, М. В. Лесников, О. А. Заякин, Ю. О. Понявин // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2012) : сб. науч. тр.- Самара: Изд. Самарского научного центра РАН, 2012. - С. 10 - 13. - ISBN 978-5-93424-627-4.
2. Заякин, О. А. Информационно-измерительная система контроля деталей подшипников на основе двумерной лазерной триангуляции [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: специальность 05.11.16. - Самара: 2005. - 19 с.
3. Носов, Ю. Р. Основы физики приборов с зарядовой связью [Текст] / Ю. Р. Носов, В. А. Шилин. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. - 320 с.
4. Волков, Е. В. Исследование влияния ширины зондирующего пучка на погрешность измерения триангуляционных систем [Текст] / Е. В. Волков, С. В. Плотников // Автометрия. - 1997. - №2. - С. 19 - 25.



Г.П. Климашова, А.Н. Коварцев

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НАЧАЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ КОНФОРМАЦИЙ АТОМОВ КЛАСТЕРОВ МОРСА НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОГО МЕТОДА

(Самарский университет)

Аннотация

Рассматривается задача формирования начальных приближений конформаций атомов кластеров Морса на основе геометрически обоснованного метода.

Введение

Кластеры – это система, состоящая из конечного числа одинаковых частиц (атомов, молекул, ионов), обычно связанных [1]. Изучение кластеров имеет важнейшее значение для различных областей человеческой деятельности. Данные, полученные в ходе исследований кластеров, применяются в медицине, в металлургии (при моделировании металлов), используются для понимания процессов катализа, сворачивания белка, конденсации паров воды в облаках, а также при расчёте электронных и динамических характеристик наноматериалов, создании новых источников света и т.д. Основной задачей данного направления является обнаружение такой геометрической структуры атомного кластера (конформации), которая соответствует минимуму энергии взаимодействия входящих в него атомов [2].

Одной из наиболее используемых моделей является так называемый «кластер Морса». Эта модель позволяет описывать различные конфигурации металлических кластеров и находить среди них оптимальные, имеющие минимальную потенциальную энергию межатомных связей.

Известны две основные группы методов для нахождения минимума энергии кластеров. К первой относятся подходы, не использующие свойства, специфичные для данной задачи, т. е. неспециализированные методы оптимизации. Во вторую категорию входят методы, использующие специфику задачи. Эти методы основаны на общих геометрических закономерностях, наблюдаемых для конформаций с минимальной энергией. Предполагаемые глобальные минимумы зарегистрированы в Кэмбриджской базе данных (БД) (The Cambridge Energy Landscape Database) [3], как благодаря применению адаптированных алгоритмов глобальной оптимизации, так и генерации исходных конформаций-кандидатов на основании имеющихся представлений о структурных свойствах кластеров.

Постановка задачи

Для кластеров Морса учитывается только парное взаимодействие атомов кластера, которое описывается потенциальной функцией:

$$v(r_{ij}) = M(r; \rho) = e^{\rho(1-r_{ij})}(e^{\rho(1-r_{ij})} - 2), \quad (1)$$



где r_{ij} – расстояние между атомами i и j ; ρ – параметр (иногда называемый «коэффициентом жесткости»), характеризующий взаимодействие атомов в кластере Морса, который позволяет моделировать различные вещества. Обычно ρ принадлежит диапазону от 3 до 14. Данная работа посвящено кластерам, обладающим $\rho = 14$.

Энергию взаимодействия всех атомов кластера можно вычислить как сумму энергий парных взаимодействий

$$v(X) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ (i \neq j)}}^N v(r_{ij}), \quad (2)$$

где $X = (x_1, \dots, x_N)$, $x_i \in \mathbb{R}^3$ – координаты центров атомов кластера [2].

Как видно из рисунка 1 функции резко растут при приближении расстояния между атомами к нулю, имеют единственную точку минимума и асимптотически стремятся к нулю при стремлении к бесконечности расстояния между парами атомов. Функции зависят от расстояния между парами атомов и не являются выпуклыми; результирующая целевая функция, полученная при суммировании вклада энергий парных взаимодействий, также представляет собой не выпуклую мультимодальную функцию пространственных координат N атомов. Таким образом, проблема поиска оптимальных конформаций атомных кластеров изящным образом свелась к задаче глобальной оптимизации потенциальной функции (2).

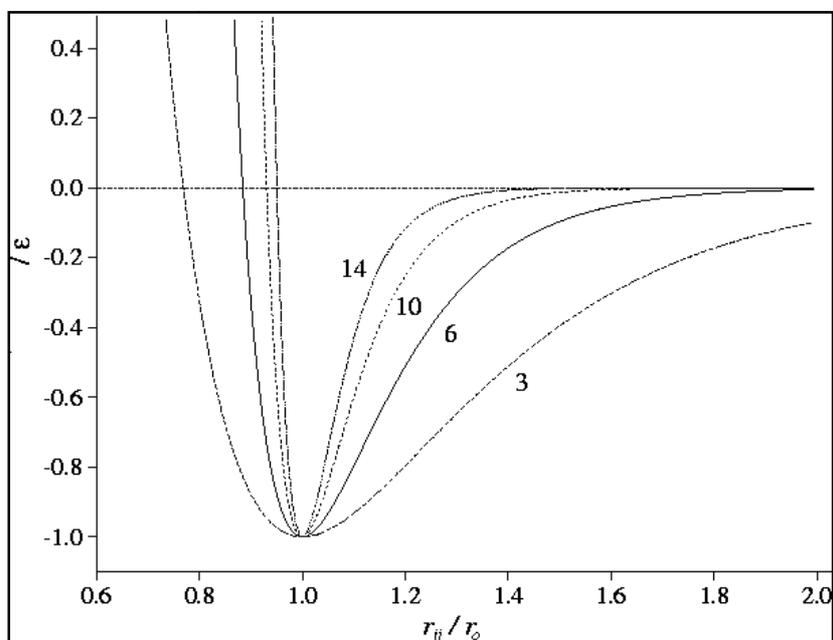


Рисунок 1 – Потенциал Морса парного взаимодействия при различных значениях ρ



Следует отметить, что целевая функция задачи (2) зависит от большого количества оптимизируемых переменных и имеет множество экстремумов. Всё это, в совокупности, делает невозможным использование прямых методов глобальной оптимизации и требует разработки различных эвристик. Одним из таких алгоритмов является геометрически-обоснованный метод формирования начальной конфигурации полной икосаэдрической структуры атомного кластера. Основу метода составляет алгоритм размещения центров атомов при формировании структурных конфигураций любых размерностей, предложенный на кафедре программных систем факультета информатики, математики и электроники Самарского университета профессором Коварцевым А.Н.

Таким образом, основная задача разрабатываемого программного комплекса – построение кластеров на основе исходных файлов из Кэмбриджской БД и нахождение потенциальной энергии исследуемого кластера для сравнения с «эталоном» – значением, приведенным в указанной БД.

Литература

- 1 Смирнов, Б.М. Кластеры и фазовые переходы / Б.М. Смирнов // Успехи физических наук. – 2007. – Т. 177, №4, – С. 369-373.
- 2 Коварцев, А.Н. Геометрически-обоснованный метод формирования атомных кластеров Морса больших размерностей / А.Н.Коварцев // Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40, №4 – С. 234-240.
- 3 База кластеров Морса The Cambridge Cluster Database [Электронный ресурс]. URL: <http://www-wales.ch.cam.ac.uk/CCD.html> (дата обращения: 12.02.2017).

¹А.Е. Акимова, ²А.А. Трешников, ¹Л.С. Зеленко

ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ГЭС. ПОДСИСТЕМА РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

¹ Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва

² ООО Научно-внедренческая фирма «Сенсоры. Модули. Системы»)

Бесперебойная работа оборудования промышленного предприятия – одно из важнейших условий его успешной работы. Для улучшения показателей производительности работы предприятия необходимо увеличивать основной показатель всеобщего ухода за оборудованием (ОЕЕ – Overall Equipment Effectiveness), который отражает степень эффективности его использования. Для вычисления ОЕЕ требуется принимать в расчет качество продукции, производительность и готовность оборудования.

В настоящее время на Саяно-Шушенской гидроэлектростанции (ГЭС) функционирует комплексная система автоматизации, решающая различные за-



дачи: формирование документации, мониторинг параметров, импорт данных из АСУ ТП и др.

За учет и контроль работы оборудования отвечает подсистема наработки оборудования, которая позволяет персоналу ГЭС просматривать технологические показатели режимов работы гидроагрегатов (количество вхождений гидроагрегата в режим работы, время нахождения в режиме и т.д.) в виде таблиц и графиков.

Подсистема расчета эффективности работы оборудования расширит существующую подсистему и позволит специалистам предприятия получить информацию по простоям и потере производительности для принятия оперативных решений по оптимизации работы оборудования и технологических процессов.

Основными функциями подсистемы являются:

- 1) расчет и оценка ключевых показателей эффективности работы оборудования ГЭС и их составляющих:
 - интенсивность работы оборудования (отношение фактической и плановой среднечасовой наработки);
 - критерий надежности;
 - плановый коэффициент готовности;
 - фактический коэффициент готовности (отношение времени исправной работы к общему времени, которое складывается из времени вынужденного простоя и времени исправной работы);
 - снижение операционных расходов (затрат);
 - выполнение графиков ввода мощностей;
 - продолжительность unplanned простоев;
 - коэффициент аварийности оборудования;
 - интенсивность работы оборудования;
 - интенсивность отказов (отношение числа отказавших объектов в единицу времени к среднему числу исправно работающих объектов);
 - коэффициент использования установленной мощности (отношение фактической энерговыработки за определенный период эксплуатации к теоретической энерговыработке при работе без остановок на номинальной мощности);
- 2) расчет общей эффективности оборудования (ОЕЕ);
- 3) формирование отчетных форм по ключевым показателям эффективности за указанный период времени (по расписанию или вручную), на рис. 1 приведен отчет по расчету коэффициента готовности оборудования Саяно-Шушенской и Майнской ГЭС;
- 4) отображение показателей в виде диаграмм (рис. 2) и таблиц (рис. 3);
- 5) сравнение фактических и плановых показателей;
- 6) импорт данных из центра сбора и обработки данных;



- 7) импорт данных из единой базы оборудования и нормативно-справочной информации программно-аппаратного комплекса «Автоматизированная система управления ремонтами энергетического оборудования» (АСУРЭО);
- 8) экспорт отчетов в файл заданного формата (Excel, PDF, Html, Txt);
- 9) отправка отчетов по электронной почте;
- 10) работа с деревом отчетов.

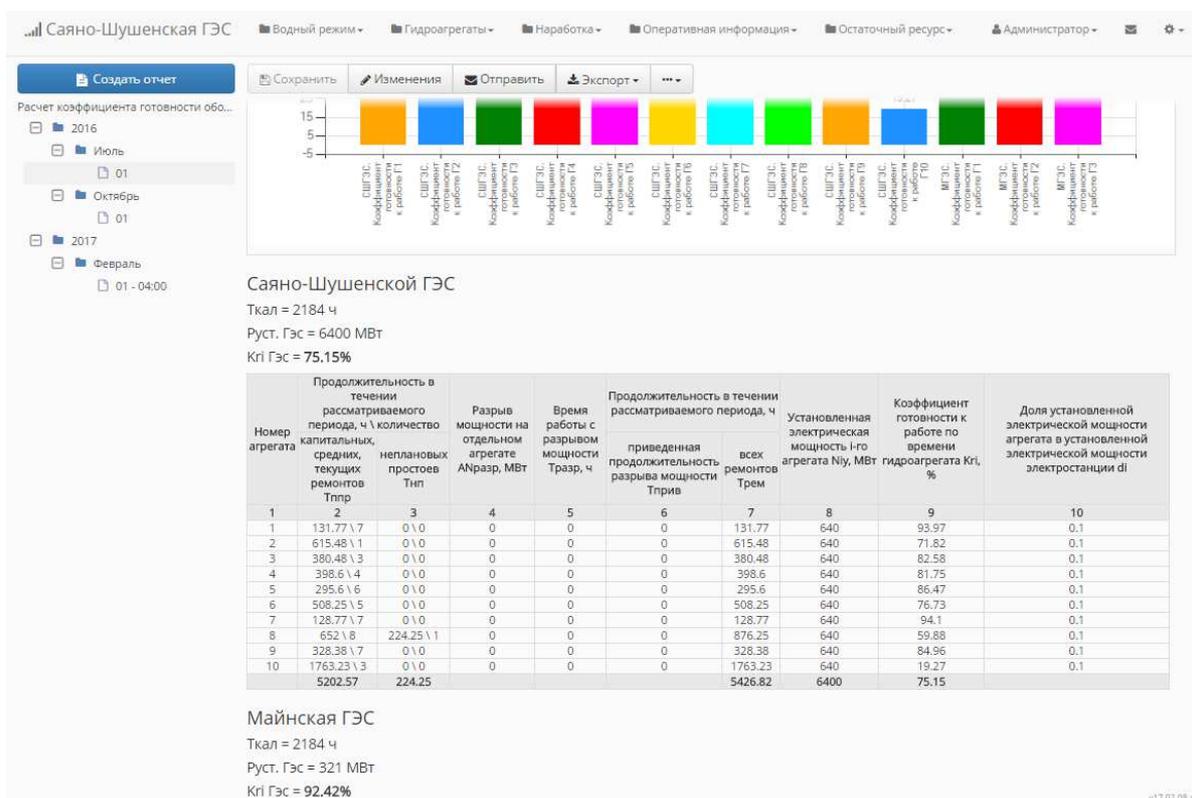


Рис. 1. Отчет «Расчет коэффициента готовности оборудования»

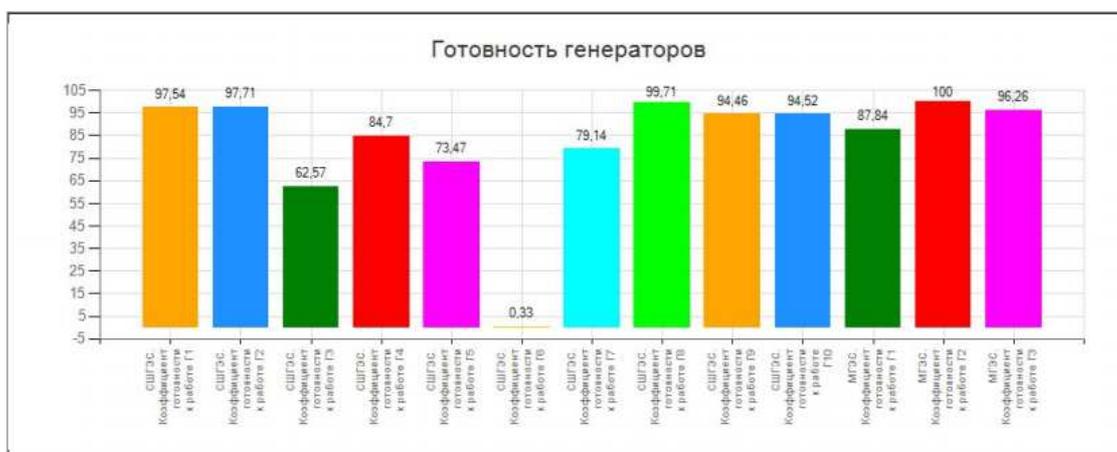


Рис. 2. Диаграмма готовности генераторов



Саяно-Шушенской ГЭС

Ткал = 2184 ч

Руст. ГЭС = 6400 МВт

Kri ГЭС = 75.15%

Номер агрегата	Продолжительность в течении рассматриваемого периода, ч \ количество		Разрыв мощности на отдельном агрегате ANразр, МВт	Время работы с разрывом мощности Тразр, ч	Продолжительность в течении рассматриваемого периода, ч		Установленная электрическая мощность i-го агрегата Niу, МВт	Коэффициент готовности к работе по времени гидроагрегата Kri, %	Доля установленной электрической мощности агрегата в установленной электрической мощности электростанции di
	капитальных, средних, текущих ремонтов Тппр	неплановых простоев Тпп			приведенная продолжительность разрыва мощности Тприв	всех ремонтов Трем			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	131.77 \ 7	0 \ 0	0	0	0	131.77	640	93.97	0.1
2	615.48 \ 1	0 \ 0	0	0	0	615.48	640	71.82	0.1
3	380.48 \ 3	0 \ 0	0	0	0	380.48	640	82.58	0.1
4	398.6 \ 4	0 \ 0	0	0	0	398.6	640	81.75	0.1
5	295.6 \ 6	0 \ 0	0	0	0	295.6	640	86.47	0.1
6	508.25 \ 5	0 \ 0	0	0	0	508.25	640	76.73	0.1
7	128.77 \ 7	0 \ 0	0	0	0	128.77	640	94.1	0.1
8	652 \ 8	224.25 \ 1	0	0	0	876.25	640	59.88	0.1
9	328.38 \ 7	0 \ 0	0	0	0	328.38	640	84.96	0.1
10	1763.23 \ 3	0 \ 0	0	0	0	1763.23	640	19.27	0.1
	5202.57	224.25				5426.82	6400	75.15	

Рис. 3. Расчет коэффициентов готовности оборудования

Подсистема будет представлять собой веб-приложение, доступное оперативному персоналу и специалистам в пределах корпоративной информационной сети ГЭС, реализованное по клиент-серверной архитектуре с помощью языков программирования JavaScript и C# с использованием технологии ASP.NET в среде программирования Visual Studio 2015. В качестве системы управления базой данных выбрана Oracle Database 11g Release 2 Enterprise Edition.

Подсистема разрабатывается как часть единой комплексной автоматизированной системы управления технологическими процессами Саяно-Шушенской ГЭС. Она поможет специалистам ГЭС получить оперативную информацию по простоям и потере производительности, позволит предупредить о снижении производительности или предоставить информацию, которая поможет снизить потери, связанные с функционированием оборудования.

А.В. Кравченко

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АВТОРСТВА ТЕКСТОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
 имени академика С.П. Королева)

Постановка задачи

Важность задачи определения автора печатного текста обуславливается повсеместным переходом от рукописного письма к печатному способу набора. При возникновении ситуации спорного авторства, при криминалистическом исследовании печатного текста развитые методы идентификации по почерку могут оказаться бесполезными. Кроме того, почерковедческая экспертиза позволяет определить лишь исполнителя, но не автора текста. Проведение авторо-ведческой экспертизы в настоящее время осуществляется с привлечением экс-



пертов, имеющих соответствующее образование в области лингвистики и филологии. Эффективных же количественных методов и инструментов автоматического определения авторства текстов на русском языке на данный момент разработано мало, поэтому исследования в данном направлении остаются актуальными.

Методы

Для определения авторства текстов используются такие методы, как «Топ 100», опорных слов, накопительной суммы, субъективно-атрибутивная методика и другие [3]. Подобные методы, помимо криминалистики, могут найти своё применение в работе историков, литературоведов, юристов.

Метод «Топ 100» заключается в следующем. На основе произведений известного автора составляется вектор частот встречаемости ста самых часто используемых слов языка. Для того чтобы определить автора анонимного произведения, для него строится аналогичный вектор. Из векторов известных авторов ищется вектор с наименьшим отклонением относительно вектора анонимного произведения. Отклонение векторов можно оценить по одной из двух формул.

Критерий среднего абсолютного отклонения имеет вид:

$$\delta_{\min} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{|x_i - y_i|}{n} \rightarrow \min \right),$$

где x_i – i -ый элемент вектора автора;

y_i – i -ый элемент вектора анонимного произведения;

$n=100$.

Критерий среднеквадратичного отклонения имеет вид:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - y_i)^2}{n} \rightarrow \min},$$

где x_i – i -ый элемент вектора автора;

y_i – i -ый элемент вектора анонимного произведения;

$n=100$.

Автором анонимного текста признается, тот автор, вектор которого имеет наименьшее отклонение от вектора анонимного произведения.

Описание и результаты эксперимента

Взято множество произведений десяти авторов: А.С. Пушкин, Ф.М Достоевский, Л.Н. Толстой, Н.В. Гоголь, А.П. Чехов, М. Горький, И.С. Тургенев, М.А. Булгаков, И.А. Гончаров, М.Ю. Лермонтов. Тексты произведений были получены из электронной библиотеки Максима Мошкова [1]. Сто самых часто используемых слов языка было взято с электронного ресурса «Национальный корпус русского языка» [2]. Для каждого автора на основе текстов его произведений был получен вектор, характеризующий частоту встречаемости ста самых часто используемых слов языка. Для анонимных произведений были составлены аналогичные вектора. Вектора ав-



торов и вектора анонимных произведений были сравнены по формуле среднеквадратичного отклонения. В результате проведенного эксперимента было получено при использовании метода «Топ 100» авторство анонимных произведений верно определяется с вероятностью 0,77.

Проведен аналогичный эксперимент используя формулу среднего абсолютного отклонения. В результате вероятность верного определения авторства произведения составила 0,87. Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что формула среднего абсолютного отклонения дает более точный результат верного определения авторства текста относительно формулы среднеквадратичного отклонения.

На основе полученных векторов частот авторов можно сделать вывод, что для определения вектора, по которому можно достоверно определить авторство текста достаточно 60000 слов. На рисунке 1 изображен усредненный график по анализируемым авторам, который отображает зависимость усредненного значения изменения векторов авторов от количества слов.

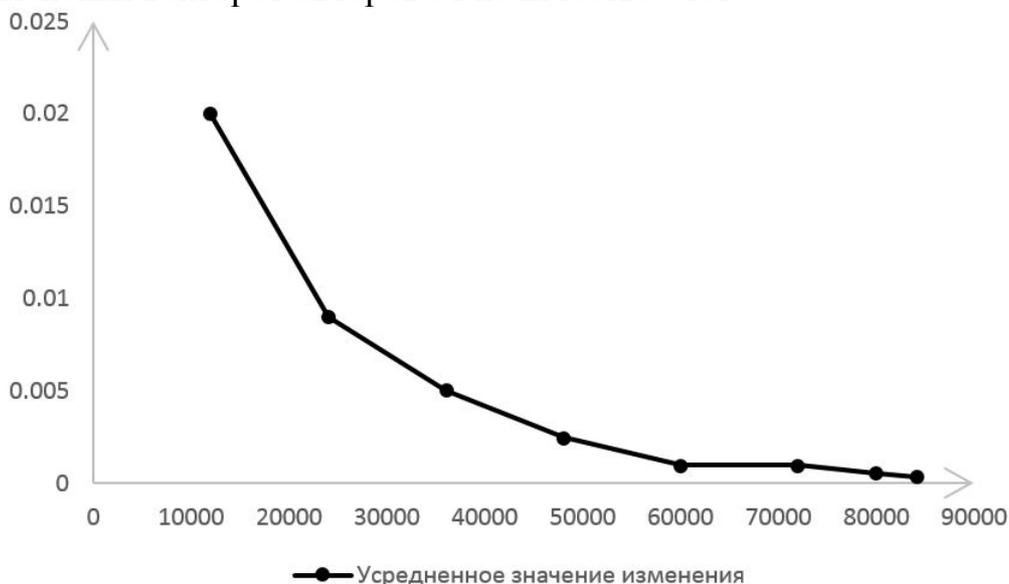


Рисунок 1 – Усредненный график по анализируемым авторам

Заключение

Таким образом метод «Топ 100» позволяет определить авторство произведения с вероятностью достаточной для большинства практических задач. В результате проведенных экспериментов при использовании формулы среднеквадратичного отклонения вероятность верно определить авторство произведения составила 0,77, а при использовании формулы среднего абсолютного отклонения – 0,87. Следовательно, этот метод пригоден для использования в работе историков, литературоведов, юристов, лингвистов и филологов.

Литература

1 Библиотека Максима Мошкова [Электронный ресурс]. – <http://www.lib.ru/> (дата обращения 20.01.2017 г.);



2 Национальный корпус русского языка [Электронный ресурс]. – <http://ruscorpora.ru/1grams.top.html> (дата обращения 20.01.2017 г.).

3 Романченко Т.Н. Методы атрибуции в автороведческой экспертизе // Вестник Саратовской государственной юридической академии. №2 (91), 2013. – С. 228-233.

В.А. Куделькин

СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ГОСУДАРСТВА

(Консорциум «Интегра-С»)

«Интегра-Планета-4D» представляет собой геоинформационную систему (ГИС) высокого уровня – это единственная в мире система, в которой все объекты, датчики, устройства и даже видеоизображение привязаны к географическим координатам и времени. Таким образом, мы получаем виртуальный 3D мир с объективной реальностью.

Интеграционная платформа «Интегра-Планета-4D» применима для работы как с небольшими объектами, например, одиночными зданиями или подвижными средствами, так и с территориально протяженными объектами, такими, как города, регионы, государства.

«Интегра-Планета-4D» работает под управлением операционных систем с открытыми исходными кодами Linux, Zarya и др. (Распоряжение ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ от 17 декабря 2010 г. № 2299-р).

Возможности:

- ГИС высокого уровня. Интеграция с различными геоинформационными системами (ГИС) «Open Street Map», Yandex, ИНГЕО, «Панорама» и др. Это позволяет постепенно детализировать каждый объект на карте, т.о. с помощью «Интегра-Планета-4D» стало возможно построение Единой системы безопасности объектов Государства.

- 3D - использование трехмерных моделей объектов с привязкой к географическим координатам на местности. В результате, мы получаем продукт, который создан для задач визуализации изменений объектов и состояния оборудования по времени, с возможностью, как и просмотра произошедших ранее событий в различном временном масштабе, так и прогнозирования будущих;

- Привязка видеоизображения к географическим координатам. Оператор выбирает на плане интересующее место, обозначая его курсором мыши, и система сама выводит изображения с камер, в зону видимости которых входит указанное место.

- Привязка к географическим координатам объектов, датчиков, камер и прочих устройств;

- Наложение видеоизображения на трехмерный план объекта.



- Открытые протоколы. Упрощает процесс интеграции оборудования различных производителей;
- Отображение подземных и надземных коммуникаций, мониторинг их состояния;
- Трекинг. Отслеживание положения объектов в реальном времени;
- Шифрация каналов связи.
- Цифровая подпись

Данная система используется, как готовое решение для АПК «Безопасный город», а также для обеспечения безопасности стратегически важных объектах Государства: вокзалов, мостов, гидросооружений, портов, тоннелей, объектов ТЭК, заводов, ВУЗов, ТЦ и др. Она позволяет обеспечить комплексную защиту и объединить тысячи объектов федерального значения в единую систему непрерывного мониторинга ситуаций на объектах и территориях Государства.

Г.И. Леонович, В.Н. Захаров, А.И. Горшков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ НА БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

В настоящее время к одним из наиболее эффективных преобразователей, отвечающих высоким требованиям по метрологическим и эксплуатационным показателям, относятся волоконно-оптические, оптомеханические и оптоэлектронные преобразователи физических величин с передачей информации от сенсора к контроллеру по волоконно-оптическим линиям связи (с встроенными волоконно-оптическими линиями связи – ВОЛС).

До недавнего времени основным типом датчиков для измерения механической деформации и температуры были тензодатчики, пьезодатчики, терморезисторы и др. Однако благодаря интенсивному развитию волоконной оптики были разработаны и получают всё большее распространение волоконно-оптические датчики, обладающие рядом преимуществ по сравнению с тензодатчиками: более высокой чувствительностью, помехозащищенностью и устойчивостью к воздействиям агрессивных сред, а также меньшей стоимостью.

Среди волоконно-оптических датчиков перспективными являются квазираспределённые волоконно-оптические датчики на основе брэгговских решёток (далее – брэгговские датчики), [1] позволяющие контролировать состояние объекта во многих точках одновременно благодаря возможности спектрального и временного мультиплексирования.

Брэгговские решетки связывают основную моду волоконного световода, распространяющуюся в прямом направлении по волоконному световоду, с основной модой, распространяющейся в противоположном направлении, на резонансной длине волны λ_{br} , определяющейся соотношением [2]:



$$\lambda_{Br} = 2n_{eff}\Lambda$$

Для моделирования и анализа работы данного типа датчиков была разработана автоматизированная система. Система разработана на языке Java 7 SE.

Система позволяет моделировать работу брэгговских датчиков путем изменения основных параметров, таких как материал оптоволокна, количество витков, радиус оптоволокна, геометрические параметры датчика. Также система демонстрирует графики изменения тока и напряжения в зависимости от сдвига датчика.

Окно реализованной системы приведено на рисунке 1. Пользователю предлагается обширные возможности для редактирования параметров моделирования. После нажатия на кнопку «Добавить график» в оба графика добавляются новые смоделированные данные, отличающиеся от предыдущих цветом. Также у пользователя есть возможность очистки графиков, всех полей и генерации отчета по данным по нажатию кнопки «Отчет».

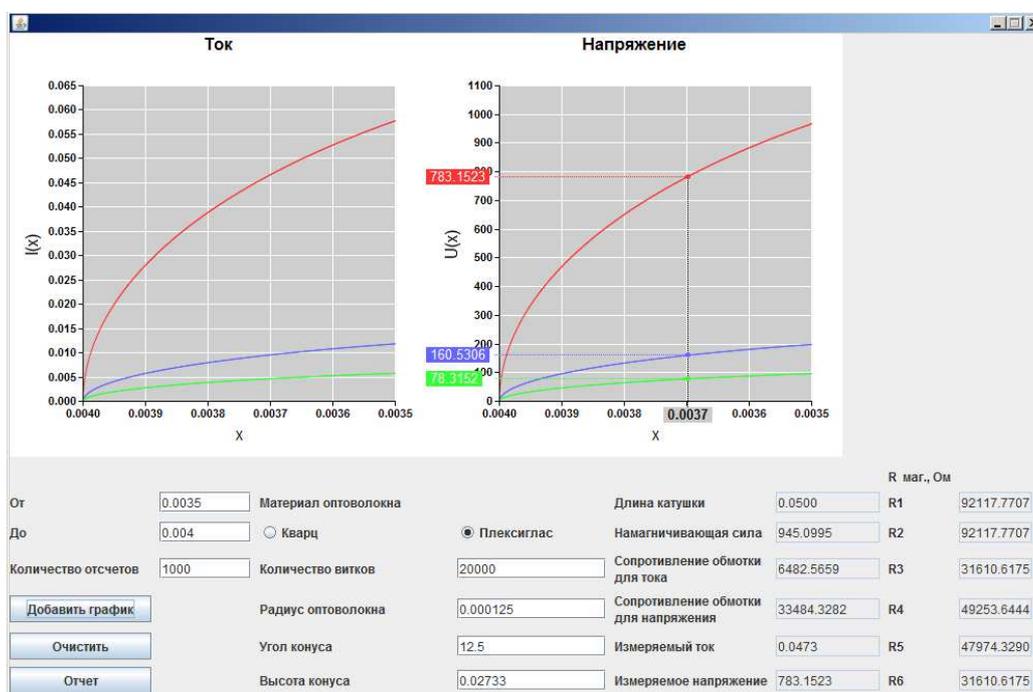


Рисунок 1 – Рабочая форма программы

На основе приведенной выше модели и системы, приведенных выше были выполнены лабораторные испытания.

В ходе лабораторных испытаний были проведены эксперименты на стенде, где был смонтирован вышеупомянутый датчик и получены результаты по минимальной чувствительности и зафиксированы критические параметры работы данного датчика (рис 2, 3). Полученные данные после проведения тестирования стенда. Параметры источника питания: 20В; 2.5А. На графике наблюдается скачек изменения длины волны отраженного спектра от внутриволоконной решетки Брегга при подаче питания на катушку – 7: (1524.990 – 1525.048нм).

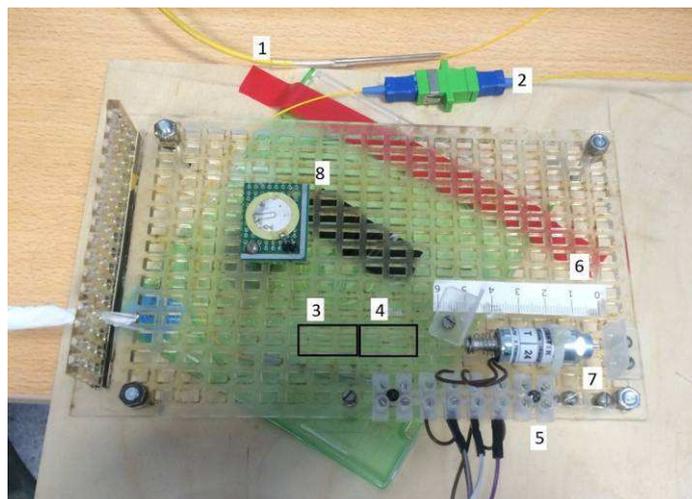


Рисунок 2 – Фото стенда. (1- оптическое волокно, 2 –разъем, 3,4-решетки Брегга, 5-электрические разъемы, 6-линейка, 7-катушка, 8-пьезо элемент (не используется))

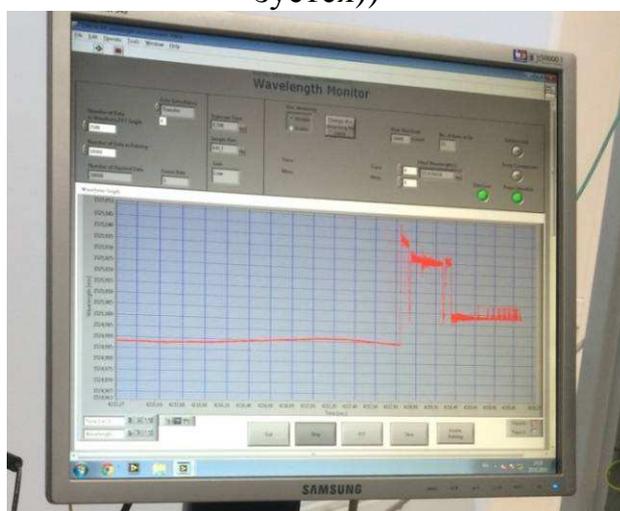


Рисунок 3 – Фото программы интеррогатора.

Литература

1. С. А. Васильев, О. И. Медведков, И. Г. Королев, А. С. Божков, А. С. Курков и Е. М. Дианов, «Волоконные решетки показателя преломления и их применение,» Квантовая электроника, т. 35, № 12 С. 1085-1103, 2005.

2. А. Othonos, «Fiber Bragg gratings,» Rev. of scientific instruments, № vol. 68 No. 12, pp. 4309-4341, 1997.



И.В. Лёзина, А.В. Мазаев

РАСПОЗНАВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ СИМВОЛОВ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ КОХОНЕНА

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королёва)

На сегодняшний день задача распознавания символов является актуальной. Определение номерных знаков, объектов на карте, оцифровка бумажных документов – вот лишь малый спектр задач, где применяется распознавание символов. Одним из методов решения данной задачи является применение нейронной сети Кохонена.

Для обучения нейронной сети используется алгоритм Кохонена. Сеть инициализируется путем приписывания нейронам определенных позиций в пространстве и связывании их с соседями на постоянной основе. В момент выбора победителя уточняются не только его веса, но также веса и его соседей, находящихся в ближайшей окрестности. Таким образом, нейрон–победитель подвергается адаптации вместе со своими соседями[1].

$$S(i, x) = \begin{cases} 1, & \text{для } -K < d(i, w) < K \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (1)$$

где

$d(i, w)$ – расстояние между векторами весов нейрона-победителя w и i -го нейрона, так и расстояние, измеряемое количеством нейронов.

Уточнение весов нейронов происходит по следующему правилу[1,2]:

$$w_i(t) = w_i(t - 1) + \eta(t)S(i, w)(x - w) \quad (2)$$

Работа сети осуществляется за счёт механизма конкуренции нейронов на базе обобщенного правила Кохонена. Нейроны помещаются в узлах решетки, обычно одно- или двумерной. Формирование сети начинается с инициализации синоптических весов сети. Им присваиваются малые значения, которые формируются генератором случайных чисел.

Веса синоптических связей нейронов образуют вектор $w_i = (w_{i,1}, \dots, w_{i,n})$. После нормализации входных векторов при активации сети вектором x в конкурентной борьбе побеждает нейрон, веса которого в наименьшей степени отличаются от соответствующих компонентов этого вектора. Для нейрона-победителя выполняется соотношение[1]:

$$d(x, w_w) = \min d(x, w_i) \text{ для } i \in [1; K] \quad (3)$$

где

K – количество нейронов;

$d(x, w_w)$ – расстояние между векторами x и w .

Вокруг нейрона-победителя образуется топологическая окрестность – $S_w(t)$. Нейрон-победитель и все нейроны, лежащие в пределах его окрестности, подвергаются адаптации, в ходе которой их векторы весов изменяются в направлении вектора x по правилу Кохонена[1]:



$$w_i(t + 1) = w_i(t) + \eta_i(t)(x - w_i(t)) \quad (4)$$

где $\eta_i(t)$ – коэффициент обучения i -го нейрона на окрестности $S_w(t)$ в t -й момент времени

Значение $\eta_i(t)$ уменьшается с увеличением расстояния между i -м нейроном и победителем. Веса нейронов, находящихся вне окрестности $S_w(t)$ не изменяются.

После предъявления двух различных векторов x_1 и x_2 активизируются два нейрона сети, веса которых наиболее близки к координатам соответствующих векторов. Сближение векторов x_1 и x_2 вызывает соответствующее изменение в расположении векторов w_1 и w_2 . Равенство $w_1 = w_2$ выполняется тогда и только тогда, когда x_1 и x_2 совпадают или практически неотличимы друг от друга.

Разработанная автоматизированная система решает задачу распознавания печатных цифр от 0 до 9 сетью Кохонена. Результаты работы нейронной сети Кохонена сходны с результатами работы нейронной сети Хемминга[3] и нейронной сети Хопфилда[4].

Литература

1. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]/ Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.: ил.
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание [Текст]/ Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил.
3. Перспективные информационные технологии (ПИТ 2014): труды международной научно-технической конференции. Лезина И.В., Мазаев А.В. Автоматизированная система распознавания печатных символов нейронной сетью Хопфилда [Текст] /Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2014 – 534 с.
4. Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015): труды международной научно-технической конференции. Том 1. Лезина И.В., Мазаев А.В. Распознавания печатных символов нейронной сетью Хемминга [Текст] /Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015 – 530 с.

Е.В. Львова, В.В. Листопадова, О.М. Балабан, Е.Г. Умнова

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ АНАЛИЗА ИЗМЕРИТЕЛЕЙ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

(Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.)

Хорошо известно, что в последние годы большая часть электрических нагрузок в обычных силовых сетях стали нелинейными или нестационарными. Это происходит благодаря быстрому распространению среди промышленных, коммерческих и бытовых потребителей электроэнергии оборудования силовой



электроники, например, приводов с регулируемой скоростью вращения, управляемых выпрямителей, понижающих преобразователей частоты. Подобные нагрузки могут создавать массу помех, как для своего предприятия, так и для оборудования других потребителей.

Большинство проблем возникают из того, что имеет место утеkanie реактивной энергии, порождаемой несинусоидальными токами и напряжениями. Поэтому коммунальные предприятия жизненно заинтересованы в минимизации таких энергетических потерь в силовых сетях, так как генераторы возмещают совершаемые потери, а распределяющие компании должны платить за это в соответствии с показаниями счётчиков энергии в точках измерения. Желательно, чтобы распределительные компании принуждали потребителей, являющихся источником подобных помех, платить соответствующие штрафы, в противном случае эти траты лягут на всех участников энергетического рынка.

Научное сообщество обсуждает проблему определения мощности в условиях несинусоидальных сигналов и/или несбалансированных условий в течение последних 35-40 лет, и в инженерной литературе можно найти различные предложения по этому вопросу [1,2].

При поверке измерителя необходимо учесть все наиболее важные явления, влияющие на качество электроэнергии, передаваемой на низких частотах [1,3], а именно: 1) колебания основной частоты; 2) временные понижения напряжения питания, то есть снижения амплитуды напряжения в до значений порядка от 90 % до 1 % от номинального; 3) разбаланс напряжений, когда в многофазной силовой сети возникают ситуации, при которых действующие значения (ДЗ) линейных напряжений (на основной частоте) или разности фаз между последовательными линейными напряжениями не равны между собой; 4) суммарный коэффициент гармоник (СКГ), то есть отношение суммы ДЗ напряжений на всех гармониках вплоть до 40 к ДЗ напряжения на основной частоте.

Физическая сущность всех этих искажений, которые могут возникнуть в реальных силовых сетях, была рассмотрена в различных публикациях. Например, европейский стандарт EN 50160:2010 [4] определяет основные характеристики на входе сети электропитания потребителей в системе коммунального распределения электроэнергии низкого и среднего уровней напряжения в нормальных условиях. Этот стандарт задаёт пределы или величины напряжений, внутри которых любой потребитель может надеяться, что характеристики напряжения останутся неизменными. Некоторые числовые данные приведены в таблице 1. Как можно заметить, некоторые пределы в данной таблице оценены с помощью вероятностной модели, когда реальный верхний предел измеряемых величин не задан, но заданы наибольшие значения этих величин, ниже которых они должны находиться в течение 95 % времени наблюдения. В любом случае данный стандарт не применим в условиях измерения мультисигнального сигнала (в присутствии гармоник основной частоты). Другим важным документом, формулирующим требования к качеству измерения активной и реактивной мощностей, является стандарт Международной электрической комиссии (МЭК) [5], который определяет технические условия для аппаратуры, используемой



при измерениях качества электроэнергии. Диапазоны изменения входных сигналов из-за действия влияющих величин, которые допустимы для измерительных приборов класса А без потери в точности измерения, приведены в таблице 2.

Таблица 1. Пределы некоторых возможных искажений при измерении активной и реактивной мощностей, задаваемые стандартом EN 50160.

Частота сигнала	50 Гц \pm 1 % в течение 95 % времени работы; 50 Гц \pm 4 % – 6 % в течение 100 % времени работы
ДЗ напряжения	230/400 В \pm 10 % в течение 95 % времени работы
Уровень гармоник	СКГ < 8 % в течение 95 % времени работы

Таблица 2. Пределы допустимых изменений входных сигналов у измерительных приборов качества энергии класса А, задаваемые стандартом МЭК 61000-4-30.

Частота сигнала	50 Гц \pm 15 %
ДЗ напряжения	0 % – 200 % от номинального напряжения
Уровень гармоник	СКГ < 20 %

Директива Европарламента 2004/22/ЕС [6], посвящённая измерительной технике и более подробно освещающая измерители электроэнергии и мощности, устанавливает следующие условия измерения, показанные в таблице 3.

Стандарт МЭК [7] для измерителей активной энергии в статических условиях рассматривает некоторые явления, которые могут повлиять на качество измерения активной и реактивной мощностей, что приводит к появлению дополнительных погрешностей. Допустимые значения данных погрешностей приведены в таблице 4. Это единственный документ, который учитывает возмущения, вызванные влиянием гармоник друг на друга.

Таблица 3. Пределы допустимых изменений входных сигналов у измерительных приборов качества энергии класса А, задаваемые стандартом 2004/22/ЕС.

Частота сигнала	50 Гц \pm 2 %
ДЗ напряжения	10 % от номинального напряжения
Уровень гармоник	СКГ < 6 %
Коэффициент мощности	$-0,8 < \cos \varphi < 0,5$

В соответствии с [7] тесты по измерению изменения, вызванного влияющими величинами, должны проводиться независимо для каждой влияющей величины, когда все остальные величины находятся в нормальных условиях. Это сделано для того, чтобы избежать проведения огромного числа экспериментов, в которых будут учтены все смешанные эффекты влияющих величин, но такой подход не позволяет оценить возможное резкое увеличение погрешности измерений при какой-либо возможной комбинации влияющих величин.



Таблица 4. Пределы допустимых изменений погрешностей приборов класса А, задаваемые стандартом МЭК 62053-21.

Частота сигнала ($\pm 2\%$)	1 %
ДЗ напряжения(10 %)	0,7 %
Уровень гармоник тока и напряжения	0,8 %
Постоянный ток и чётные гармоники тока	3 %
Нечётные гармоники тока	3 %
Субгармоники тока	3 %

Поэтому должны быть получены два значимых результата. С одной стороны, очень важно оценить, при каких различных конфигурациях влияющих факторов возникает наибольшая погрешность измерения. С другой стороны, первостепенное значение имеет задача определения количественного влияния на погрешность измерения энергии или мощности каждого фактора в отдельности. В обоих случаях требуется разработать надлежащий план проведения экспериментальных исследований, который позволит существенно сэкономить число опытов при исследовании качественного (при оценке, является ли конкретная влияющая величина значимой или нет) и количественного (при оценке, как сильно влияет конкретная влияющая величина на общую погрешность измерения) влияния различных факторов на точность измерения качества электроэнергии.

В работе [8] дан обзор методов измерения активной и реактивной мощности, применяемых в настоящее время, и показано, что они дают существенно разные результаты при измерении напряжения питания несинусоидальной формы (в присутствии сигналов гармоник).

Для того чтобы провести полную проверку измерителя электроэнергии, необходимо в соответствии с [1,8] выбрать влияющие факторы, которые оказывают значимое действие и должны быть учтены, а так же возможный интервал варьирования каждого выбранного фактора. Этот интервал должен быть шире, чем диапазон изменения, рекомендуемый стандартом, для исследования всех возможных ситуаций. После этого строится план эксперимента, в котором выбранные факторы находятся поочередно на верхнем и нижнем уровнях. Если не использовать оптимального планирования экспериментов, то общее число опытов, в которых будут задействованы все возможные сочетания комбинаций факторов, будет экспоненциально возрастать.

Теория планирования экспериментов ставит своей целью выдать рекомендации исследователю, как ему организовать эксперимент, чтобы за минимальное число проведённых опытов определить функциональную связь между выходной переменной и входными влияющими факторами исследуемого процесса. Сами эксперименты проводятся в соответствии со специально сконструированными матрицами планирования, когда значения факторов в отдельных опытах специальным образом выбираются на верхнем или нижнем уровнях.

На первом этапе ставится задача определить, какие факторы оказывают существенное влияние на выходную переменную, характеризующую исследуемый процесс. На втором этапе оценивается влияние на функцию качества каждого фактора в отдельности с количественной точки зрения, [9].



В результате анализа качества измерения электроэнергии в случае действия гармонического и негармонического сигналов были выбраны и признаны значимыми четыре основных исследуемых фактора, которые показаны в таблицах 5–7. Поскольку требуется исследование почти стационарной области изменения данных факторов, где в качестве функции отклика выбрана средняя относительная погрешность измерения мощности, то выбранные факторы задаются на трёх уровнях. В таблице 5 показаны выбранные факторы и их уровни для тестирования измерителя активной энергии в условиях гармонического сигнала. Таблицы 6 и 7 показывают те же параметры и их уровни для тестирования измерителя реактивной энергии в условиях гармонического и негармонического сигнала соответственно.

Таблица 5. Факторы и их уровни в тестах по измерению активной энергии в условиях гармонического сигнала

Параметр	0	-1	+1
Частота $\omega/2\pi$, Гц	50	42,5	57,5
ДЗ напряжения, В	230	207	253
ДЗ тока, А	3	1	5
Сдвиг фаз, φ , град	0	-55	55

Во всех таблицах символ «-1» означает, что параметр выбирается на нижнем уровне, «0» – на среднем (нулевом), «+1» – на верхнем.

Для проведения эксперимента был разработан его план, показанный в таблице 8. План обладает всеми свойствами центрального композиционного планирования: сумма элементов в каждом столбце равна 0, столбцы матрицы плана являются ортогональными.

Таблица 6. Факторы и их уровни в тестах по измерению реактивной энергии в условиях гармонического сигнала

Параметр	0	-1	+1
Частота $\omega/2\pi$, Гц	50	42,5	57,5
ДЗ напряжения, В	230	207	253
ДЗ тока, А	5,5	1	10
Сдвиг фаз, φ , град	30	-30	90

Таблица 7. Факторы и их уровни в тестах по измерению активной энергии в условиях негармонического сигнала

Параметр	0	-1	+1
Порядок гармоники, n	14	2	26
Сдвиг фаз на основной частоте φ_1 , град	0	30	60
ДЗ тока гармоники, I_n , %	50	20	80
Сдвиг фаз на частоте гармоники, φ_n , град	30	0	60

Модель, описывающая зависимость погрешности измерения от выбранных факторов во всех экспериментах задавалась в виде квадратичного полинома, где большая часть парных взаимодействий и квадратов эффектов факторов была отсеяна при проведении предварительных исследований [1, 8].



Таблица 8. Предлагаемый план эксперимента

Номер опыта	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4
1	0	0	0	0
2	0	-1	-1	-1
3	0	+1	+1	+1
4	-1	0	-1	+1
5	-1	-1	+1	0
6	-1	+1	0	-1
7	+1	0	+1	-1
8	+1	-1	0	+1
9	+1	+1	-1	0

В работе представлен новый подход к проверке качества измерителей электроэнергии при использовании гармонических и негармонических сигналов, основанный на теории оптимального планирования экспериментов. Сначала проведён краткий обзор методик измерения активной и реактивной энергии, используемых при коммерческом учёте электроэнергии. На его основе разработана методика тестирования измерителей, позволяющая анализировать их погрешности измерения при воздействии различных влияющих факторов.

Литература

1. Gallo D. A New Methodological Approach to Quality Assurance of Energy Meters Under Non-Sinusoidal Conditions / D.Gallo, C.Landi, N.Pasquino, N.Polese // Proceedings of IMTC 2006 – Instrum. and Measur. Technol. Conf. Sorrento, Italy 24-27 April 2006, P. 1626-1631.
2. Emanuel, A.E. Powers in non-sinusoidal situations-a review of definitions and physical meaning / A.E. Emanuel // IEEE Trans. on Power Delivery. Vol. 26, No 5, November, 2009. – P.1237-1244.
3. IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Non-sinusoidal, Balanced or Unbalanced Conditions, IEEE 1459, 2000.
4. EN 50160. Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems, CENELEC, 1999.
5. IEC EN 61000-4-30, 2003, Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods.
6. Directive 2004/22/EC of the European Parliament and of the Council of 31 March 2004 on Measuring Instruments.
7. IEC EN 62053-21 - Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2), 2003-11
8. Львов, А.А. Неоднозначность методов измерения реактивной мощности в промышленных сетях переменного тока / А.А. Львов, И.И. Артюхов, М.А. Соломин // Проблемы управления, обработки и передачи информации (УОПИ-2015): сб. тр. IV Междунар. науч. конф.: в 2 т. / Саратов: Издательский дом «Райт-Экспо», 2015. – Т. 2. – С. 164-172.



Е.В. Львова, О.М. Балабан, В.В. Листопадова, Н.С. Вагарина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ НЕСИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛАХ

(Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.)

В работе [1] дано описание методики анализа измерителей реактивной мощности в промышленных сетях переменного тока, подверженных воздействию несинусоидальных возмущений, когда в сигнале присутствуют гармоники основной частоты. Существующие методы измерения реактивной мощности в этих условиях дают сильно разнящиеся результаты [2] при измерении одной и той же величины мощности, поэтому появилась необходимость в проведении сравнительного анализа данных методов и измерителей мощности, в основе которых лежат эти методы измерения.

Для проведения тестовых испытаний измерителей электроэнергии в однофазной цепи при гармоническом и негармоническом характере сигналов было разработано специальное аппаратное и программное обеспечение для экспериментальной тестовой установки. Упрощённая блок-схема установки показана на рисунке 1. Она собрана на трёхфазном генераторе сигнала заданной мощности 3120АМХ фирмы Pacific Source (США) со следующими характеристиками: 1) максимальная мощность 12 кВА; 2) диапазон частот от 20 Гц до 5 кГц; 3) нестабильность выходного напряжения по сети 0,027 мВ; 4) нестабильность выходного напряжения по нагрузке 0,00135 мВ; 5) суммарный коэффициент гармоник 0,1 %; 6) уровень пульсаций напряжения и шума –70 дБ.

В однофазном режиме генератор имеет два выхода, один из которых используется в качестве генератора напряжения, а другой, синхронизированный с первым, но работающий независимо, является генератором тока, который включается через линейную нагрузку. Эталонным измерителем выбран анализатор мощности Power Analyzer D6000 фирмы LEM Norma, GmbH (Австрия) со следующими метрологическими характеристиками: 1) модульная комплектация системы, 1 - 12 каналов измерения; 2) погрешность 0,05% для измерений тока и напряжения, менее 0,1% для измерения мощности; 3) полоса частот от постоянного тока до 1 МГц; 4) гармонический анализ с помощью дискретного и быстрого преобразований Фурье, встроенная память для хранения результатов и графический дисплей; 5) частота дискретизации 100 кГц;

В качестве тестируемых приборов (ТП) были взяты измеритель мощности электроэнергии ПСЧ-4ТМ.05МД, поставляемый ННПО имени М.В. Фрунзе (г. Н. Новгород), и многофункциональный измеритель мощности РМ9, выпускаемый фирмой Schneider Electric S.p.A. (Италия).

На первом этапе определялось, какой алгоритм учёта реактивной мощности заложен в ТП и эталонный измеритель, потому что они не указаны производителями в технической документации. Для этой цели были сгенерированы сиг-



налы, параметры которых показаны в таблице 1. Эталонный измеритель показал 2343,03 ВАР, прибор ПСЧ-4ТМ.05МД показал сходное значение 2327 ВАР, ТП РМ9 после выдержки в 1 минуту не показал увеличения реактивной энергии.

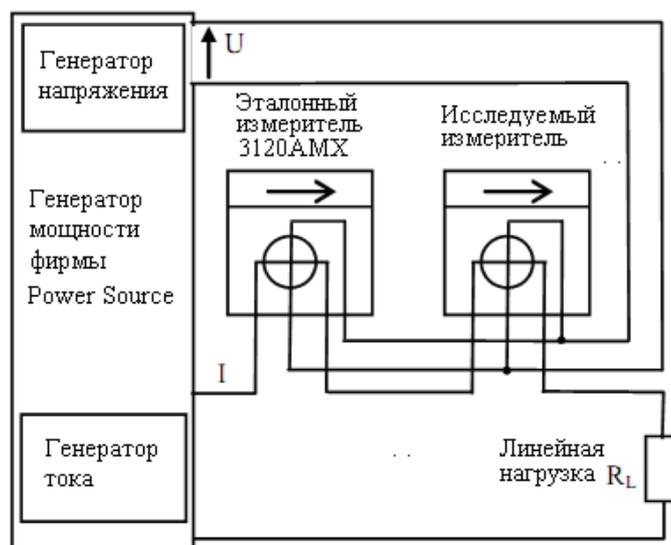


Рисунок 1 – Блок-схема экспериментальной тестовой системы для однофазных измерителей мощности

Таблица 1. Пределы некоторых возможных искажений при измерении активной и реактивной мощностей, задаваемые стандартом EN 50160

Частота сигнала	50 Гц \pm 1 % в течение 95 % времени работы; 50 Гц \pm 4 % – 6 % в течение 100 % времени работы
Действующее значение напряжения	230/400 В \pm 10 % в течение 95 % времени работы
Уровень гармоник	СКГ < 8 % в течение 95 % времени работы

Полученные результаты ясно свидетельствуют о том, что в эталонном измерителе мощности D6000 и в ТП ПСЧ-4ТМ.05МД реализован алгоритм оценки реактивной мощности из работы [3], а в ТП РМ9 – алгоритм из [4], использующий сдвиг по времени. Поэтому измерения реактивной энергии, производимые выбранными ТП несовместимы, и по этой причине дальнейшие исследования в режиме негармонического сигнала были проведены только для измерения активной энергии.

В таблице 2 показаны относительные ошибки результатов тестовых измерений, проведённых в соответствии с планом эксперимента из [1]. Далее был выполнен статистический анализ полученных опытных данных с целью выявления значимых факторов, влияющих на точность измерения. Результаты анализа показаны на рисунках 2-4. По оси ординат отложены средние значения относительных погрешностей.



Анализ результатов тестирования показал, что при измерении активной энергии в условиях как гармонического, так и негармонического сигнала (рисунки 2 и 4), изменения основной частоты сигнала и действующего значения (ДЗ) напряжения оказывают незначимые эффекты на точность измерения, а вариации ДЗ тока и изменения сдвига фаз между током и напряжением оказывают более значимые воздействия. При этом точность измерения остаётся приемлемой.

В случае измерения реактивной энергии ситуация более сложная, при этом существуют некоторые комбинации уровней выбранных факторов, совместное влияние которых ведёт к очень большим погрешностям (рисунок 3). Предложенный подход наглядно доказывает возможное возникновение таких ситуаций, но требуются дальнейшие исследования для полного осмысления этого явления.

Установлено, что измерители качества электрической энергии различных производителей дают совершенно отличные друг от друга результаты при учёте возможных гармоник основной частоты, что свидетельствует о необходимости введения единого стандарта на измерение реактивной мощности, который будет основан на каком-то одном вычислительном алгоритме.

Таблица 2. Относительные погрешности измерений в тестах

Номер теста	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\delta_{\text{test1}}, \%$	0,5	2,3	-0,2	0,9	0,1	1,6	0,4	0,3	1,2
$\delta_{\text{test2}}, \%$	0,1	2,9	0,0	8,0	-0,3	-30,9	1,1	-0,1	0,1
$\delta_{\text{test3}}, \%$	0,4	0,4	0,7	0,9	0,3	-0,3	-2,5	1,5	-0,3

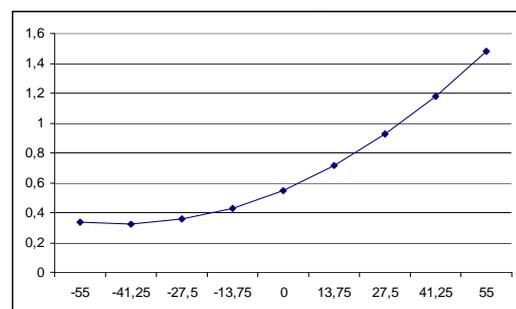
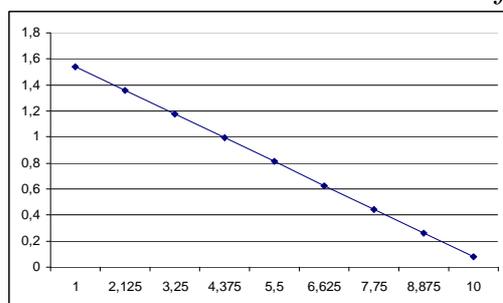
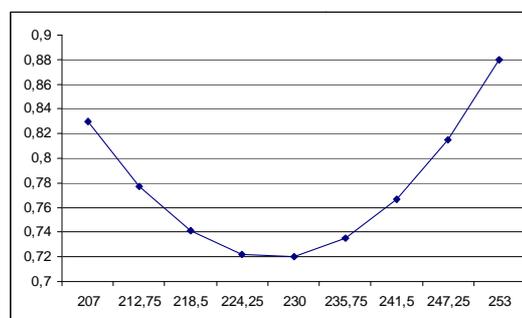
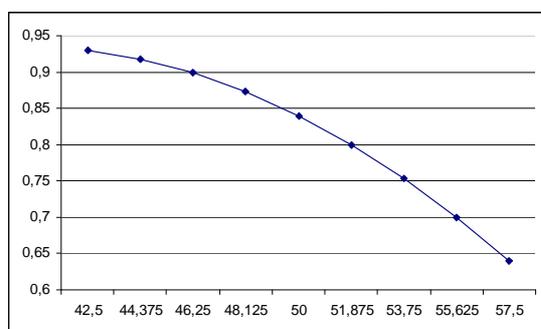
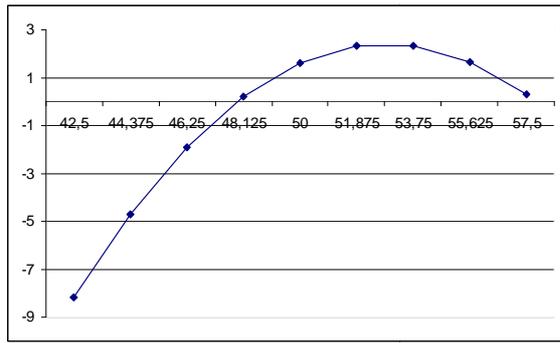
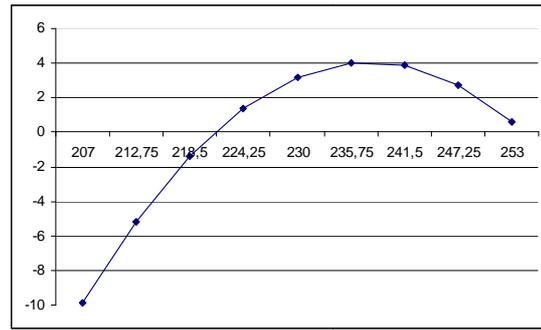


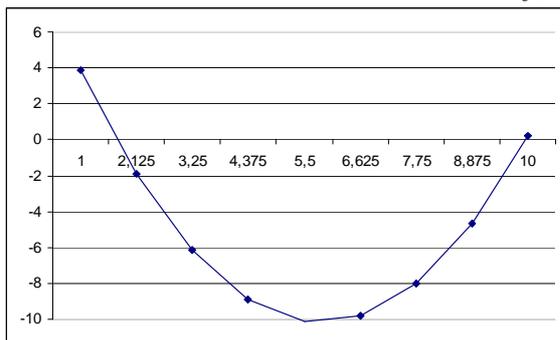
Рисунок 2 – Результаты тестирования измерителя активной энергии, когда параметры гармонического сигнала выбраны из таблицы 1.



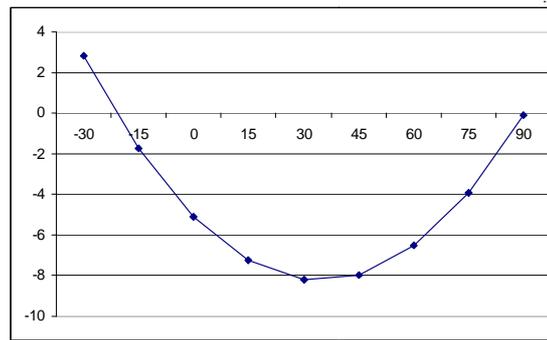
f , Гц



V_{eff} , В

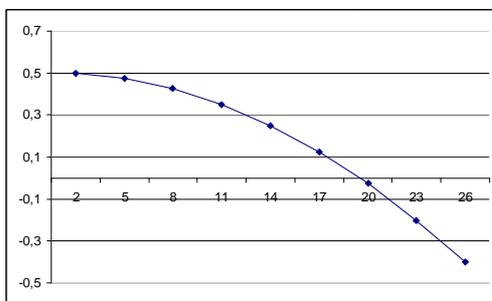


I_{eff} , А

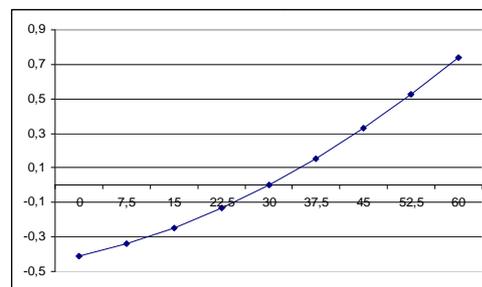


φ , град°

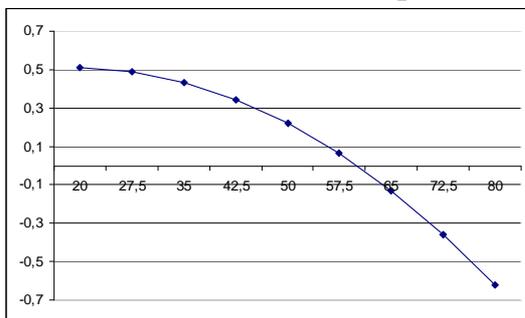
Рисунок 3 – Результаты тестирования измерителя реактивной энергии, когда параметры гармонического сигнала выбраны из таблицы 2.



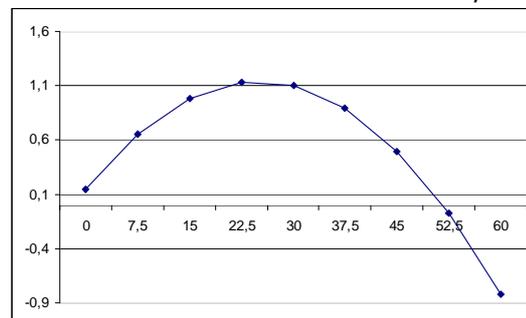
№ гармоники (n)



φ_n , град°



I_{eff} , n-гармоники, %



φ_n , град°

Рисунок 4 – Результаты тестирования измерителя активной энергии, когда параметры негармонического сигнала выбраны из таблицы 2.



В работе представлена экспериментальная установка для проверки качества измерителей электроэнергии при использовании гармонических и негармонических сигналов. Предлагаемая система тестирования измерителей, позволяет анализировать их погрешности измерения при воздействии различных влияющих факторов. Описано применение данной системы при исследовании бытовых измерителей электроэнергии ПСЧ-4ТМ.05МД и РМ9.

Литература

1. Соломин, М.А. Методика планирования эксперимента для анализа измерителей реактивной мощности // Львова Е.В., Соломин М.А. // В этом же сборнике.
2. Львов, А.А. Неоднозначность методов измерения реактивной мощности в промышленных сетях переменного тока / А.А. Львов, И.И. Артюхов, М.А. Соломин // Проблемы управления, обработки и передачи информации (УОПИ-2015): сб. тр. IV Междунар. науч. конф.: в 2 т. / Саратов: Издательский дом «Райт-Экспо», 2015. – Т. 2. – С. 164-172.
3. S. Fryze, S. Active, Reactive and Apparent Power in Circuits with Non-sinusoidal Voltages and Currents,” (in German) / S. Fryze // Elektrotechnische Z., Vol. 53, 1932, P. 596-99, 625-27, 700-02.
4. Cataliotti, A. A time domain approach for IEEE Std 1459-2000 powers measurement in distorted and unbalanced power systems / A.Cataliotti, V.Cosentino, S. Nuccio // Proc. of the IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Sorrento, April 2006, P. 1357-1361.

О.К. Либерзон, С.Г. Пархоменко

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УЧЁТА И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДЫ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Обеспечение надежности, долговечности, устойчивости любого объекта строительства невозможно без проведения инженерно-геологических изысканий для строительства по действующим строительным нормам и правилам (СНиП).

Инженерно-геологические изыскания могут выполняться для различных целей, начиная от строительства небольшого загородного дома, и заканчивая проектированием особо опасных и технически сложных объектов, которые включены в специальный перечень объектов, утвержденный на законодательном уровне. Эти объекты могут иметь разное целевое предназначение – гражданское или промышленное, и включать в себя как многофункциональные комплексы, так и гидротехнические сооружения, аэропорты, объекты атомной



энергетики, железнодорожного транспорта, космической и авиационной инфраструктуры, морские и речные порты, метрополитены, теплоэлектростанции и другие объекты, которые представляют повышенную опасность.

Важным этапом в проведении инженерно-геологических изысканий является определение химического состава поверхностных и грунтовых вод, которые относятся к разновидностям подземных вод, залегающих на водоупоре, расположенном ближе к поверхности.

Стандартный анализ грунтовой воды, когда выполняются инженерно-геологические изыскания для проектирования зданий (сооружений), считается обязательным и выполняется в условиях лаборатории. Различные методы химического анализа позволяют определить коррозионную активность поверхностных и грунтовых вод по отношению к бетону, стали, свинцу, алюминию и другим материалам, используемым в строительстве и своевременно предотвратить такие негативные последствия как: разрушение, усадка фундамента, трещины на здании, сезонное подтопление и т.д.

Все химико-аналитические исследования проводятся в лабораториях, прошедших государственную аккредитацию и получивших соответствующий аттестат аккредитации и располагающих необходимым комплексом современного оборудования для определения химического состава воды.

Исследования могут проводиться различными методами, например, такими как: ионометрия, титриметрия, спектрофотометрия, инфракрасная спектрометрия, кондуктометрия, потенциометрия, комплексонометрия, меркулиметрия, турбидиметрия, весовой метод, вольтамперометрия, оргентометрия и выполняются в соответствии с унифицированными методиками и государственными стандартами.

Метод исследования и соответствующий регламентирующий документ определяют набор измеряемых параметров и формулу расчета для определения требуемого показателя.

Процесс проведения химического анализа воды является достаточно информационно емким. Он включает в себя следующие основные этапы:

- Регистрация проб и технического задания на проведение химического анализа. Техническое задание содержит перечень показателей, которые важны для заказчика при проведении отдельных научно-исследовательских работ или решении производственных задач.
- Учет данных по проведенным измерениям.
- Обработка результатов измерений.
- Оформление результатов анализа.

Для повышения качества экспериментов, уменьшения количества ошибок, связанных с ведением данных по проводимым анализам, а также упрощения процесса обработки и хранения результатов анализа разработана автоматизированная система учёта и обработки результатов исследования воды. Разработка системы проводилась с использованием унифицированного языка моделирования (UML)[1]. На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования разработанной системы (UML-UseCaseDiagram).



Данная система поддерживает выполнение следующих основных функций:

1. Ведение общей справочной информации, которая используется в системе при вводе и обработке данных.
2. Ведение информации по методикам определения показателей. При этом для каждой методики указываются для различных диапазонов измерений такие показатели как: показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости), показатель правильности (границы относительной систематической погрешности при вероятности $P = 0,95$), показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности $P = 0,95$), а также форма представления результата анализа в документах;
3. Регистрация проб и технических заданий.
4. Ведение информации по проведенным анализам. Реализация данной функции позволяет вести учет измерений, полученных в ходе выполнения анализа, контролировать показатель повторяемости, рассчитывать среднее значение измеренных параметров, вести учет всех средств измерений, которые были использованы при проведении анализа (в данном случае под средствами измерений понимаются как сами средства измерений, так и вспомогательные устройства, реактивы и материалы).
5. Обработка результатов исследования.

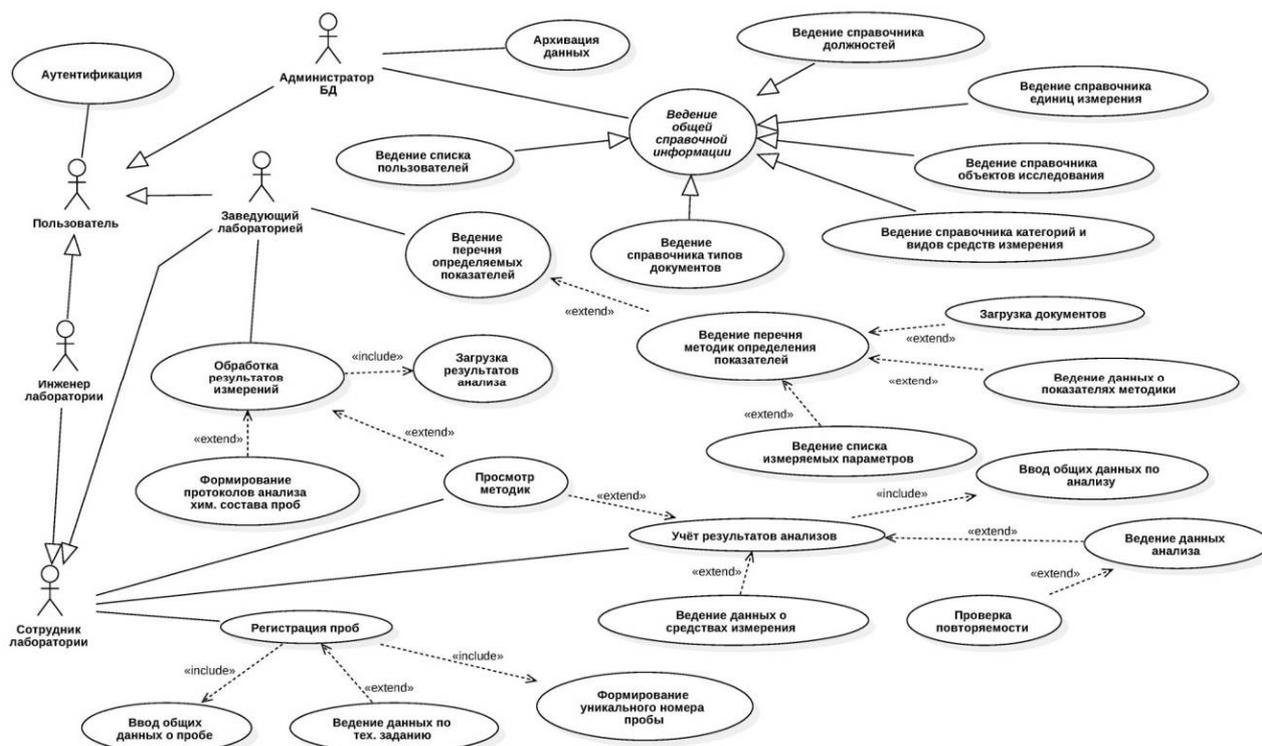


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования



На рисунке 2 представлена диаграмма сущностных классов разработанной системы, описанная на языке UML.

Система имеет клиент-серверную архитектуру. Разработка и отладка программного обеспечения системы велась в среде программирования Microsoft Visual Studio 2012 на языке C#. В качестве СУБД использовался MS SQL Server 2012.

Внедрение данной системы способно качественно изменить работу сотрудников лабораторий, занимающихся химическим анализом воды, снизить интеллектуальные затраты, уменьшить количество ошибок и сократить время при обработке результатов анализов.

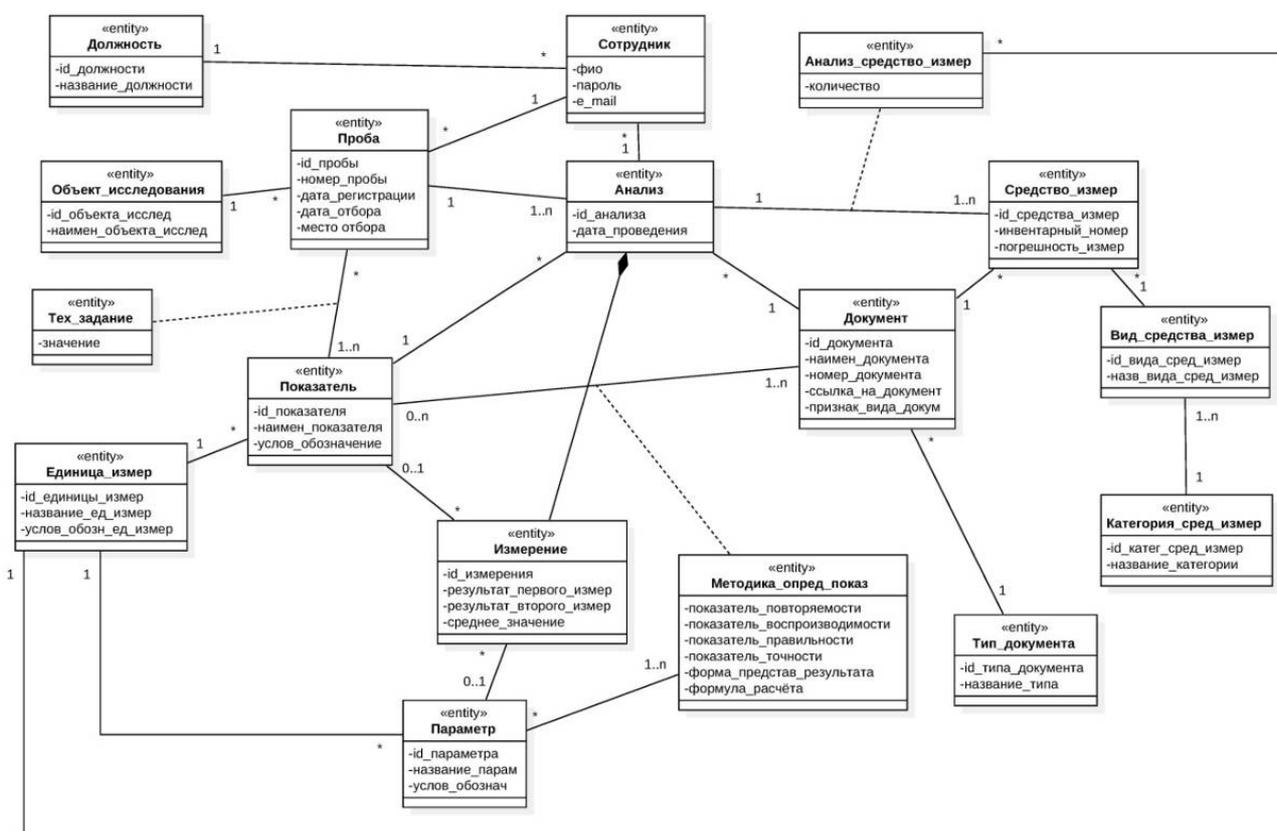


Рисунок 2 – Диаграмма сущностных классов

Литература

1. Гома, Х. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений: Пер. с англ. / Х. Гома. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 704 с.



А.В. Манухин, О.А. Заякин

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО КРУГЛОМЕРА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Постановка задачи

Основная задача разрабатываемого программного комплекса – исследование основной погрешности экспериментального лазерного кругломера. От существующего прототипа данный комплекс отличается распределенностью вычислений, которые выполняются в «облаке». Это создаст условие для кооперации различных групп ученых и специалистов, что расширит экспериментальную базу и тем самым ускорит ход исследований.

Введение

В настоящее время в данной области техники для контроля поверхности используют в основном устройства на основе интерференционных методов [1, 2]. Контролируемая поверхность сложной формы вносит искажения во входной сигнал. Исправление данных искажений на уровне контролирующей аппаратуры является дорогостоящей задачей. Применяемый в настоящей работе метод триангуляции позволяет обойтись без дорогостоящей оптики и как следствие – сделать оборудование более доступным.

Модель системы

Исследование контролируемой поверхности ведется пучком света, который представлен одним лучом с нулевой поперечной шириной. Физической основой данной системы являются законы геометрической оптики. В оптической однородной среде свет распространяется прямолинейно. Это позволяет использовать прямые линии для анализа распространения света. Учет ширины пучка приводит к искажению формы светового пятна. Влияние этого фактора должно исследоваться экспериментально. На рис. 1 представлена оптико-механическая схема прибора [3]. Падающий на поверхность луч \vec{a} перпендикулярен плоскости YOZ и зеркально отражается относительно вектора нормали \vec{N} . Отраженный луч \vec{b} фиксируется матричным фотоприемником. На основании законов геометрической оптики углы между нормалью и этими лучами света равны между собой, и к тому же все три луча лежат в одной плоскости. Это описывается системой векторных уравнений:

$$\frac{-\vec{a} \times \vec{N}}{|\vec{a}|} = \frac{\vec{N} \times \vec{b}}{|\vec{b}|}, \quad \frac{(-\vec{a} \cdot \vec{N})}{|\vec{a}|} = \frac{(\vec{b} \cdot \vec{N})}{|\vec{b}|}.$$

Информативным параметром положение пятна света на матричном фотоприемнике. Оно измеряется в сферической системе координат с центром на оси OZ , там, где эту ось пересекает горизонтальная плоскость, в которой лежит падающий луч. Горизонтальный угол ψ отсчитывается от оси OX (рис. 1), а вер-



тикальный угол θ - от указанной горизонтальной плоскости. Сканирование поверхности контролируемого объекта производится путем его разворота вдоль оси OZ и дискретного перемещения источника света на величину шага по прямой AB в точках с координатами $Z_k = Z_{k-1} + \Delta Z$. Данные действия позволяют из векторных уравнений получить математическую модель системы:

$$\begin{cases} F_y \cdot b_z - F_z \cdot b_y = 0 \\ \frac{F_x \cdot b_z - F_z \cdot b_x}{\sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}} - F_z = 0 \\ \frac{F_x \cdot b_y - F_y \cdot b_x}{\sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}} - F_y = 0 \\ \frac{F_x \cdot b_x + F_z \cdot b_z + F_y \cdot b_y}{\sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}} - F_x = 0 \end{cases}$$

При решении системы уравнений необходимо осуществить переход в цилиндрическую систему координат с центром в точке O и осью OZ (рис. 1).

Решение системы может быть получено в форме дифференциального

уравнения (ДУ) вида $\frac{d\rho_c}{d\phi_c} = \rho_c \cdot \phi(\rho_c, \phi_R, Z_R)$.

При линеаризации правой части исходного дифференциального уравнения в области средних значений ее аргументов приходим к ДУ:

$$\frac{1}{R_0} \cdot \left(\frac{dH}{d\varphi} - a \cdot H \right) = b \cdot \varepsilon + c \cdot \gamma.$$

где a, b, c получены из правой части исходного ДУ; H – высота профиля относительно окружности с радиусом R_0 ; $\varepsilon = \psi - \bar{\psi}$; $\gamma = \theta - \bar{\theta}$. Индекс «0», а также черта означают среднее интегральное значение по радиальному профилю. Функции H, ε, γ имеют аргументом φ - азимутальную координату точки на радиальном профиле контролируемой поверхности.

В свою очередь линеаризованное ДУ решается применением дискретного преобразования Фурье и решением является алгебраическая связь между гармониками Фурье-спектра профиля H одинаковой пространственной частоты и правой части ДУ.

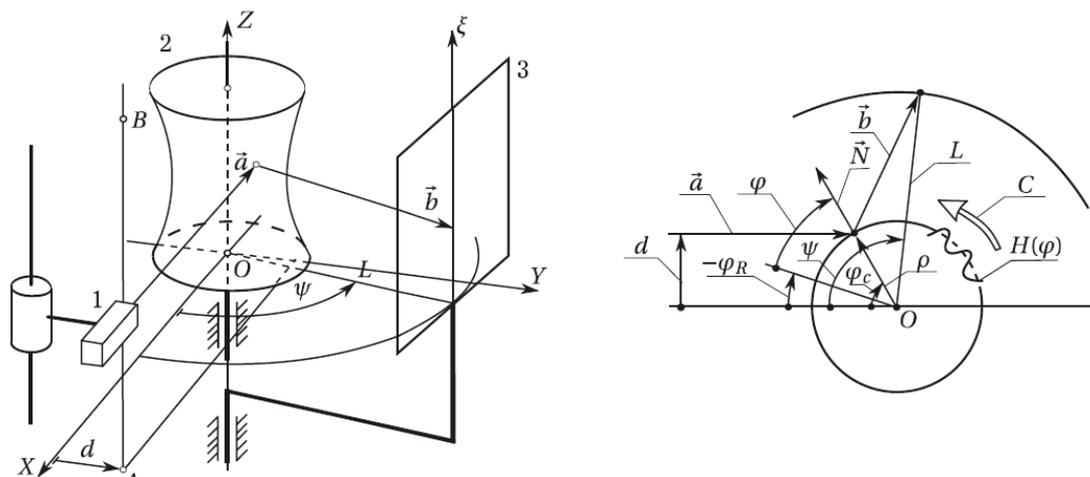
Правая часть уравнения записывается в виде ряда Фурье:

$$W(\varphi_i) = \sum_{j=1}^{[N/2]} \alpha_j \cdot \cos(j \cdot \varphi_i) + \beta_j \cdot \sin(j \cdot \varphi_i).$$

Коэффициенты данного ряда вычисляются по формулам:

$$\alpha_j = \frac{2}{N} \cdot \sum_{i=0}^{N-1} W(\varphi_i) \cdot \cos(j \cdot \varphi_i), \quad \beta_j = \frac{2}{N} \cdot \sum_{i=0}^{N-1} W(\varphi_i) \cdot \sin(j \cdot \varphi_i), \quad \alpha_{N/2} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=0}^{N-1} (-1)^i \cdot W(\varphi_i).$$

Таким образом, нам удалось найти связь между параметрами гармоники Фурье-спектра функций ε и γ и соответствующей гармонике Фурье-спектра высот H .



1 - источник излучения; 2 - контролируемая поверхность; 3 - видеокамера; AB , C - направления сканирования; \vec{a} , - падающий и \vec{b} - отраженный лучи света; ψ , ξ - координаты точки падения отраженного луча на фотоприемник; d - смещение источника излучения; L - радиус поворота каретки с видеокамерой.

Рис. 1 – Оптико-механическая схема прибора

Структура и функционал комплекса

Входной сигнал в программном комплексе – это файл, в котором в символьных кодах записаны зависимости $\varepsilon(\varphi)$ и $\gamma(\varphi)$ для радиального профиля контролируемой поверхности, а также параметры настройки оптической схемы и дискретность сканирования по φ и z . Комплекс обрабатывает сразу целую серию таких файлов, полученных при повторных измерениях, для каждого из файлов рассчитывает $H(\varphi)$ и статистические параметры отклонений от круглости, включая границы доверительного интервала, попутно оценивая вероятность принадлежности выборки к нормальному закону распределения. Кроме того, оценивается и погрешность в каждом отсчете радиального профиля $H(\varphi)$, при условии, если серия измерений выполнена при одинаковом начальном положении контролируемой детали и координате z .

На рис. 2 представлена диаграмма вариантов использования автоматизированной системы.

Автоматизированная система разрабатывается на языке высокого уровня Java с применением Spring Framework и позволяет производить вычисления в многопользовательском режиме.

Заключение

Описана физическая и математическая модель лазерного кругломера, приведена структура и функционал его программного комплекса, который отличается распределенностью вычислений.

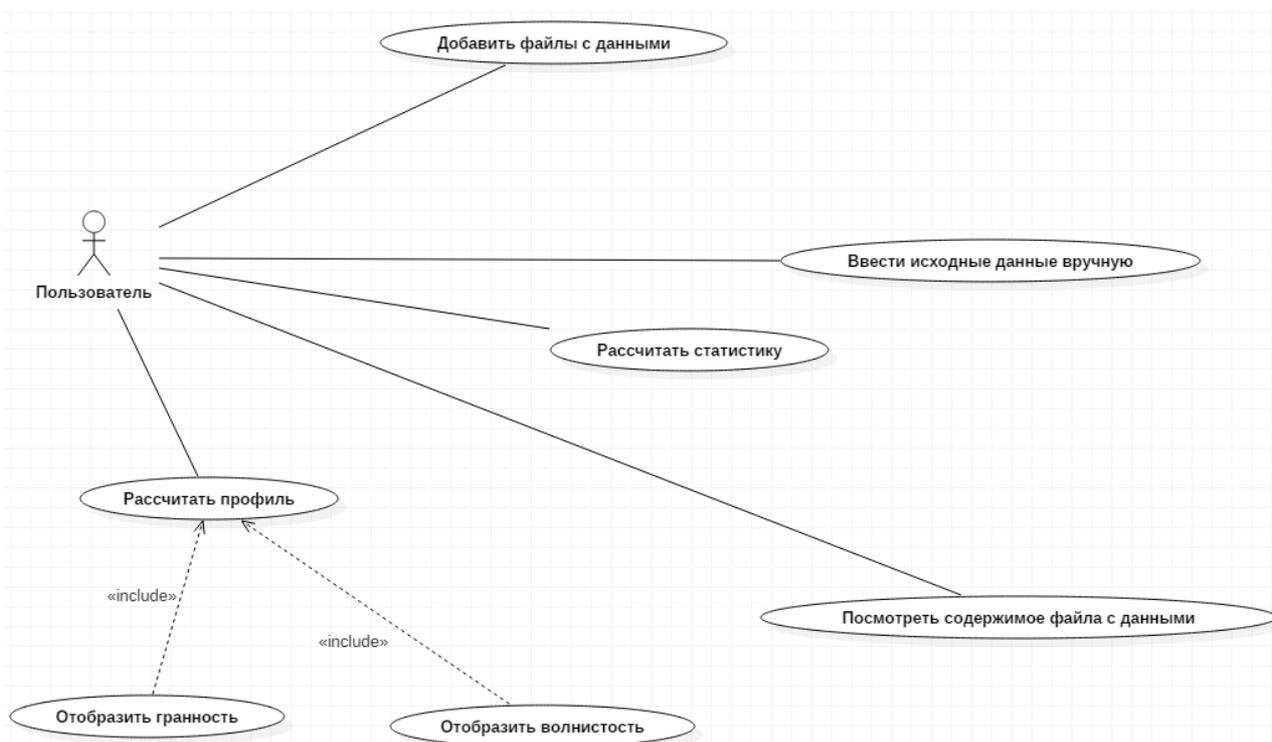


Рис. 2 - Диаграмма вариантов использования автоматизированной системы

Литература

1. *Sato Atsushi* Высокоточный профилометр типа Maxim 3D-5700 [Текст] / Sato Atsuchi // Кэйсоку гидзюцу. = Instruments and Automation. 1991. No. 2. Vol. 19. С. 54 – 58. (Яп.).
2. Осипович, И. Р. Интерферометрический метод контроля формы асферических поверхностей качения прецизионных подшипников [Текст] / И. Р. Осипович, Д. Т. Пуряев // Вестник Московского государственного технического университета. Сер. Приборостроение. 1999. Вып. 3. С. 65 – 75, 128.
3. Заякин, О.А. Получение профилей и контурных картин поверхностей вращения способом триангуляции с использованием зеркально отраженного излучения. [Текст] / О.А.Заякин // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер.: Физ.-мат. науки. 2007. №2 (15). С. 95 - 101. ISSN 1991-8615.

В.В. Митюков

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УНИФИЦИРОВАННОГО ПОДХОДА К ЗАДАЧАМ АППРОКСИМАЦИИ

(Ульяновский институт гражданской авиации
имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева)

Многим исследователям и аспирантам не всегда просто разобраться в вычислительной математике и выбрать метод решения стоящей перед ними задачи. Часто больше времени уходит на изучение различных методов вычислений,



на выбор нужных программ, на их адаптацию к своим задачам, чем на сами вычисления. Представленная работа посвящена автоматизации вычислений при решении задач связанных с аппроксимацией. Предложена универсальная вычислительная схема, позволяющая проводить решение таких задач для произвольных наборов дискретных данных, путем их обработки в рамках единого алгоритма, при не обязательном ознакомлении с деталями многочисленных традиционных методов аппроксимации.

Как показано в [3], [4], [5], сначала формируется система линейных уравнений, полученная из условий интерполирования или сглаживающего приближения (МНК) для заданного набора точек $\{x_i, y_i\}$ ($i = 0, 1, \dots, m$), [1], [2]. Допускается дополнять этот набор, точками $\{x_i, y'_i\}$, если имеются измеренные в (x_i) значения наклонов касательных y'_i и/или точками $\{x_i, Y_i\}$, если имеются подсчитанные значения интегральных площадей Y_i на интервалах до точек (x_i) .

Затем полученная система уравнений приводится к однородному виду с расширенной квадратной матрицей \mathbf{H} (1), путем переноса столбца из правой части (с обратным знаком) и добавлением нижней строки (2), которая может быть также предварительно продифференцированной или проинтегрированной (поскольку эти операции ее линейности не нарушают):

$$\left(\begin{array}{cccc|c} h_{00} & h_{01} & \dots & h_{0k} & h_0 \\ h_{10} & h_{11} & \dots & h_{1k} & h_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{k0} & h_{k1} & \dots & h_{kk} & h_k \\ \hline h_0(x) & h_1(x) & \dots & h_k(x) & 0 \end{array} \right) \cdot \begin{pmatrix} C_0 \\ C_1 \\ \vdots \\ C_n \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{или} \quad \mathbf{H} \mathbf{c} = \mathbf{0} \quad (1)$$

$$C_0 \cdot h_0(x) + C_1 \cdot h_1(x) + \dots + C_n \cdot h_n(x) = 0 \quad (2)$$

где C_j – некоторые коэффициенты C_j , ($j = 0, 1, \dots, n$).

$h_j(x)$ – аналитически вычисляемые базисные функции $\varphi(x)/\varphi'(x)/\int \varphi(x) \cdot dx$

Далее применяется единый алгоритм вычисления результатов. Такой алгоритм вытекает из условия существования ненулевого решения однородной линейной системы, то есть из условия $\det \mathbf{H} = 0$. После LU-разложения полученной матрицы \mathbf{H} (без перестановок нижней строки), в ее правом нижнем (обнуленном) элементе накапливается искомый результат. Заменяя нижнюю строку производной или интегралом от (2), можно получить результаты, соответствующие операциям дифференцирования – $y'(x)$, или интегрирования – $Y(x_{-1}, x)$, а также последующим повторениям этих операций.

В заявленном алгоритме также предусмотрена возможность получения результатов в виде следующих двух разновидностей, (используя блочные матрицы вместо правой нижней ячейки):

- в виде линейной комбинации задействованных базисных функций $\varphi_j(x)$:
 $C_0 \cdot \varphi_0(x) + C_1 \cdot \varphi_1(x) + \dots + C_n \cdot \varphi_n(x)$



– либо линейной комбинации исходных значений y_i :

$$w_0(x) \cdot y_1 + w_1(x) \cdot y_2 + \dots + w_m(x) \cdot y_m$$

Пока набор исходных дискретных данных $\{x_i, y_i\}$, $\{x_i, y'_i\}$, $\{x_i, Y_i\}$ не изменяется, повторного LU–разложения однородной матрицы \mathbf{H} , для вычисления искомым результатов в произвольных промежуточных точках (x) не требуется.

Была проделана определенная программистская работа по разработке набора универсальных программ, реализующих метод интерполяции, метод наименьших квадратов, а также способы вычисления производных и квадратур (в том числе и повторных) на некотором одномерном дискретном множестве. Для применения этих универсальных программ в конкретных задачах, остается надстроить над этой библиотекой подходящий программный интерфейс, например в MS Excel, средствами встроеного языка программирования VBA.

При эскизном опробовании этих программ, вводился набор дискретных данных, выбиралась система базисных функций (например, члены степенного ряда, или ряда Чебышева, ...), принимался метод приближения, задавались нужные значения констант (например, число базисных функций), назначалась категория получаемых результатов – ($y(x)$, $y'(x)$ или $\int \varphi(x) \cdot dx$) с выводом в таблицы и отображением на графиках.

Универсальность вышеизложенной схемы вычислений предоставляет возможность простого и быстрого получения исследуемых результатов без ограничений на расположение узлов (x_i), на выбор базисных (элементарных) функций $\varphi_j(x)$ и на способ приближения (интерполирование или сглаживание МНК). Все разнообразие получаемых результатов определяется только возможностями программного вычисления базисных функций и реализацией их аналитического дифференцирования или интегрирования.

В процессе других исследований, связанных с аппроксимацией дискретных данных, универсальность позволяет оперативно менять подходы к задаче, пробовать другие варианты. Например, пробовать смещать и нормировать систему координат относительно дискретного множества в целях повышения точности воспроизведения искомой зависимости. Или воспроизводить кроме прямой зависимости $y = y(x)$, обратную к ней $x = x(y)$. Также представляют интерес эксперименты в задачах прогнозирования (путем изменения базисных функций или систем координат).

Можно еще добавить, что разработанные поколениями математиков традиционные вычислительные методы гладкого приближения одномерных дискретных данных, представляют собой только некоторые частные случаи предложенной универсальной схемы.

Можно продолжить распространять данный подход на двумерные и многомерные дискретно заданные зависимости. Эта область применения является еще более обширной. Если зависимая переменная одна, то такой подход позволяет применять его для вычисления частных производных, а значит градиента от многомерной скалярной зависимости, что имеет важное значение в задачах оптимизации (градиентный спуск по дискретному множеству).



Литература

1. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. –280 с.
2. Райс Дж. Матричные вычисления и математическое обеспечение. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. –264 с.
3. Митюков В.В. Обобщенный алгоритм и дискретная унифицированная структура для вычислительных задач. «Современные информационные технологии и ИТ-образование». Сборник докладов научно–практической конференции: учебно–методическое пособие. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2009. – с. 675–681
4. Митюков В.В. Автоматизация вычислений в задачах аппроксимации. [Электронный ресурс] // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015), –Т 1. Труды Международной научно–технической конференции. /под ред. С.А. Прохорова. –Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – с. 98–101. http://ssau.ru/files/events/2015/pit_2015_1.pdf.
5. Mityukov V.V. Problems the universality of the computational schemes for the processes approximation [Электронныйресурс] // Proceedings The Seventh World Congress “Aviation in the XXI-st Century” (Kyiv, 19–21 September 2016) / National Aviation University. – Kyiv, 2016. – p. 476–479
– ERL: <http://congress.nau.edu.ua/doc/congress-2016/Congress2016.pdf>.

В.С. Мишенев, М.А. Кудрина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛНОВОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СКЕЛЕТА РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва)

Для таких задач, как структурное распознавание рукописного текста, сравнения отпечатков пальцев, обработка медицинских изображений, картографических изображений и технических чертежей, необходимо строить скелет растрового изображения. Скелетом изображения называется множество точек, равноудаленных от границ изображений [1]. Скелет строится для бинарных изображений (каждый пиксель может представлять только один из двух цветов). Процесс преобразования цветных и полутоновых изображений в бинарные называется бинаризацией. Для бинаризации используются пороговая обработка, методы точечных преобразований, свертки, усиления краев, выделения низкочастотных и высокочастотных компонент изображения и т. д. Чтобы получился скелет, все линии которого имеют толщину в один пиксель, необходимо максимально утончить линии изображении. Для этого существуют различные алгоритмы скелетизации: алгоритм Зонга-Суня (Zhang-Suen), шаблонный метод, волновой алгоритм и другие алгоритмы «утончения».



Мы рассмотрим волновой алгоритм. Его основная задача – векторизация бинарного изображения, т.е. получения нагруженного графа, у которого нагрузка вершин – пары координат x, y соответствующих узловых точек изображения. За узловые точки будем принимать точки соединения изображений линий в растровом изображении. Под изображением линии (отрезком) на растре будем понимать такое множество черных точек растра, что можно провести отрезок прямой АВ такой, что по обе стороны от этого отрезка будет лежать примерно равное количество точек, и расстояния от отрезка до ближайших крайних точек изображения будут отличаться не более чем на наперед заданную величину [2]. По такому графу можно однозначно восстановить исходное изображение.

Построение графа осуществляется путем отслеживания пути прохождения сферической волны по изображению. Однако распространение такой волны имеет ограничение, связанное с дискретностью пространства. Так для 8-ми связного растра распространение волны идет в виде квадрата, а для 4-х – в виде ромба [3]. Связность характеризует количество соседних пикселей (растра).

Генерация сферической волны достигается попеременным применением 4-х и 8-и связного распространения. Тогда распространение волны идёт в виде восьмиугольника. Для такой волны характерны некоторые особенности:

- не более чем через $2N$ шагов распространение волны приобретает устойчивый характер вне зависимости от начальной точки распространения волны, где N – ширина линии в пикселях;

- такая волна «умеет» поворачивать, хорошо огибает различные помехи. Небольшие помехи в 1-2 пикселя мало влияют на распространение волны. Однако такие помехи лучше удалять на этапе получения бинарного изображения для устойчивости волны. Для построения следующей генерации волны необходимо хранить последнюю её генерацию.

Отслеживание отрезков производится путем отслеживания перемещения центра отрезка, образуемого крайними точками генерации волны (см. рисунок 1).

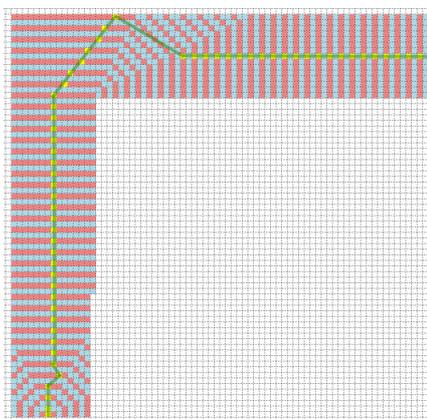


Рисунок 1 – Отслеживание центра волны

При достижении волной места соединения двух или более отрезков наблюдается разделение волны на несколько дочерних волн, сохраняющих пове-



дение материнской волны. Перед разделением наблюдается непрерывное увеличение ширины волны, т.е. количества точек, образующих генерацию волну. Отслеживая это, можно приблизительно определить место соединения отрезков изображения. В случае поворота волны или утолщения отрезка изображения строгое увеличение волны прерывается, поэтому такое увеличение ширины волны мы не берем во внимание.

Сам момент увеличения ширины волны определяется путем сравнения “ширины” очередной генерации волны и ее среднего значения за N предыдущих генераций (N задается заранее). Мы получаем 2 крайние точки (A,B) трассируемого отрезка. В частном случае, после разделения волны на 2 полуволны, мы получаем еще 2 пары точек (C,D) и (E,F). Эти точки будут образовывать шестиугольник. Положение точки соединения отрезков будет определяться как центр масс этого многоугольника (см. рисунок 2) [2].

Построение скелета сводится к выделению отрезков и мест их соединения с занесением найденных данных в результирующий граф. Важно пометить все пиксели генерации волны, при этом цвета для 4-х и 8-ми связного распространения должна быть различными, чтобы не пометить те пиксели, которые уже «прошли», и отслеживать место встречи волн.

Предварительно в скелетный граф изображения заносятся средние точки для каждой генерации волны.

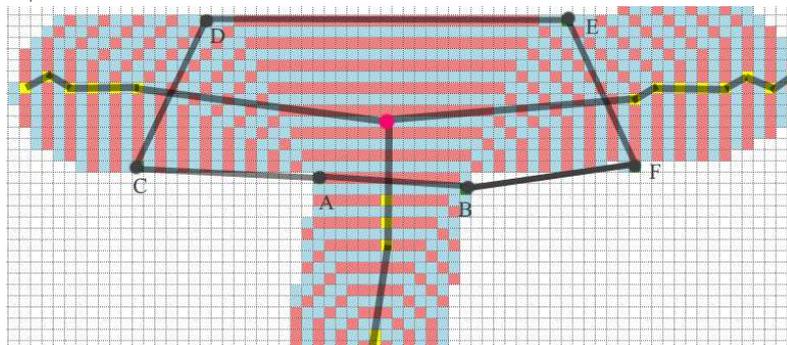
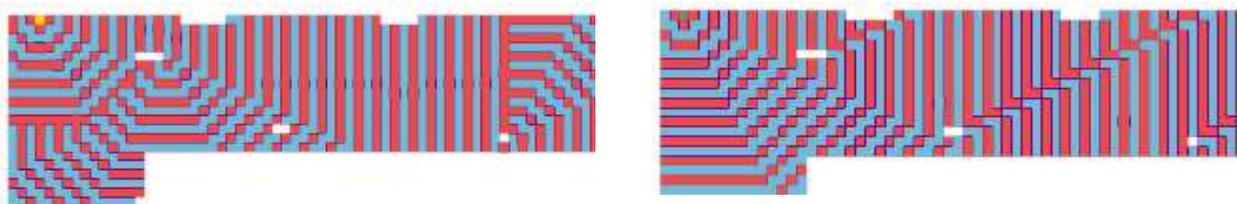


Рисунок 2 – Определение точки соединения

В простом случае генерация волны представляет собой упорядоченный массив точек. Для хранения генераций предыдущих волн лучше использовать очередь. Так, например, при использовании стека возникают «всплески» волн, связанные с дискретностью изображения, имеющего некоторые помехи (см. рисунок 3, а). Использование очереди дает нам равномерное распространение волны (см. рисунок 3, б), которое имитирует «естественную» волну.



а) генерации волн хранятся в стеке, б) генерации волн хранятся в очереди

Рисунок 3 - Огибание волной помех на изображении



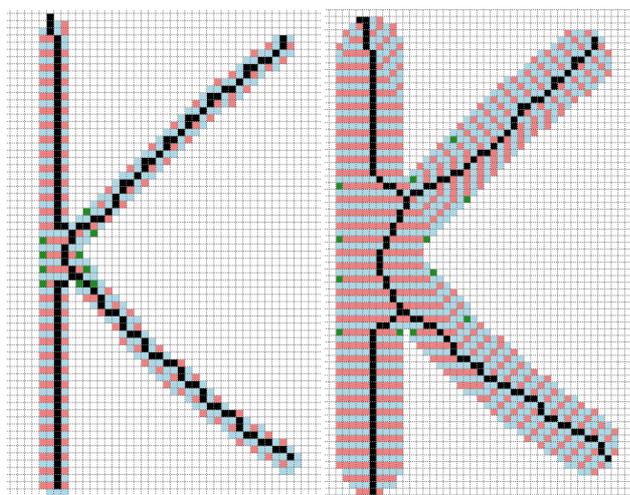
При этом каждой генерации приписываем узел графа. В граф заносятся только точки, в которых происходит изменение направления движения средней точки, тем самым уменьшается количество точек в графе скелета, что сокращает объем используемой памяти для хранения пройденного пути и облегчает его оптимизацию в дальнейшем. В данном случае алгоритм будет иметь следующий вид:

1. Создается пустая очередь.
2. В неё кладутся генерации волн, представленные 4-х связными соседями начальной точки.
3. Пока очередь не пуста, достаём генерацию волны.
4. Применяем сначала к ней 8-ми связное распространение, затем 4-х связное. Тем самым, получаем новую генерацию, которую кладем в очередь. Если происходит изменение направления средней точки, середину новой волны заносим в скелетный граф.
5. В случае разделения волны в очередь заносятся все дочерние волны. В граф заносится место соединения отрезков изображения как центр многоугольника, образованного крайними точками материнской и дочерних волн.
6. Возможно затухание волны при достижении конца отрезка или встрече с другой волной. Во втором случае граф замыкается.

На первом этапе мы получаем скелет, состоящий из середин всех генераций волн за исключением мест соединения. Следующий этап скелетизации – оптимизация полученного скелета.

Оптимизация проводится методом последовательных приближений и методом Деминга (ортогональной регрессии).

На рисунке 4 приведены примеры скелетизации буквы разной толщины (зелёным цветом помечены пиксели, которые являются вершинами многоугольника для нахождения точки соединения).



а) скелетизация «тонкой» буквы, б) скелетизация «толстой» буквы
Рисунок 4 - Пример скелетизации букв разной толщины



Рассмотрим преимущества и недостатки волнового алгоритма для скелетизации изображения.

Преимущества:

1. Скелет строится на исходном изображении.
2. Память требуется только для хранения графа скелета, очереди генерации.
3. Количество операций $O(n)$, где n – площадь скелетизируемого объекта.
4. Легко распараллеливается при использовании нескольких начальных точек генерации волны.

Недостатки:

1. Зависимость скелета от выбора начальной точки для некоторых объектов, однако это устраняется на следующем этапе алгоритма – оптимизации.
2. В начальный момент волна приобретает устойчивый характер не сразу, но и не более, чем через $2N$ шагов распространения.

Литература

1. Местецкий Л.М. Непрерывная морфология бинарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры. / Местецкий Л.М - М: ФИЗМАЛИТ, 2009.
2. Применение волнового алгоритма для нахождения скелета растрового изображения. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ocrai.narod.ru>.
3. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения / Шикин Е.В., Боресков А.В - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995. - 288 с.

У.А. Насритдинова

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ПЛОЩАДКИ

(Ташкентский институт ирригации и мелиорации)

Основные направления функционирования демонстрационной площадки виртуальных образцов разработок и технологий платформы определяются с учетом специфики применения информационных технологий и средств автоматизации в отраслях и секторах экономики, к которым она относится – автомобилестроении, тракторостроении, машиностроении, в энергетике, оборонной промышленности, информационно-коммуникативном секторе и в других областях и секторах экономики РУз.

Бурное развитие информационно-коммуникационных технологий качественно преобразуют характер обмена информацией в рамках научной и инновационной деятельности. Увеличение количества исследований и, следовательно, предлагаемых на рынок разработок приводит к усилению конкуренции, преодоление которой возможно лишь с применением новых средств информирования и поиска потребителей. Использование современных информационных



технологий представления научно-технической продукции позволяет эффективно демонстрировать достижения в области научной и научно-инновационной деятельности, формировать и поддерживать имидж научных организаций.

Применение информационных технологий при продвижении научно-технической продукции обеспечивает переход к промышленным методам и средствам работы с информацией, возможность ее рационального и эффективного использования.

Безусловно, на сегодняшний день, в свете Указов Президента и Постановлений Кабинета Министров значимость проблемы важна и актуальна, ряд Указов Президента РУз. и Постановлений Правительства Республики Узбекистан. Указ Президента Республики Узбекистана «О дальнейшем развитии компьютеризации и внедрении информационно-коммуникативных технологий» от 30.05.2002 г., нацеленных на совершенствование институтов поддержки ИКТ, Постановлением Президента от 21.03.2012 г. N ПП-1730 принята Программа дальнейшего внедрения и развития информационно-коммуникационных технологий в Республике Узбекистан на 2012–2014 годы.

В соответствии с проработанным механизмом реализации проекта сформулированы основные пять принципов, основанных на передовых информационных технологиях:

1. Ориентация на наукоёмкие технологии для всех отраслей экономики;
2. Единое информационное пространство на созданной платформе для всех участников работы над разработками и технологиями (посредством интернет-доступа);
3. Единое описание разработок и технологий, в рамках его создания и ресурсов необходимых для реализации этого процесса;
4. Накопление и использование полученных знаний для создания новых разработок и технологий;
5. Открытая компонентная архитектура позволяющая неограниченно расширять и углублять функциональность системы за счет сторонних разработчиков.

Технологическая платформа аккумулирует передовые достижения в области науки (математики, физики, информатики, прикладной механике и др.), а так же имитационного моделирования (2D,3D-модели) и техники.

Деятельность технологической платформы направлена на:

- технологическую модернизацию процессов создания и сопровождения на всех фазах жизненного цикла высокотехнологичных систем на основе их полных электронных 2D и 3D моделей;
- создание единой республиканской базы данных электронных моделей и электронной документации (конструкторской, эксплуатационной, технологической, ремонтной и др.) на высокотехнологичные системы;
- разработку совокупности «прорывных» технологий, определяющих возможность появления новых рынков высокотехнологичной продукции (услуг);



➤ существенное сокращение временных, материальных и финансовых затрат на создание, поддержание в эксплуатации и утилизацию сложных высокотехнологичных систем.

➤ С учетом специфики отраслей и секторов экономики, к которым относится технологическая платформа, выделены результаты от ее функционирования, ключевые с точки зрения вклада в долгосрочное социально-экономическое развитие и технологическую модернизацию экономики, в частности:

➤ дополнительный приток частных (в том числе иностранных) инвестиций в разработку технологий, развитие высокотехнологичных производств;

➤ повышение конкурентоспособности областей и секторов экономики за счет внедрения ИПИ – технологий (информационная поддержка процессов жизненного цикла изделий) в практику разработки и поддержания в эксплуатации высокотехнологичных систем;

Разработчики проекта ознакомились с программными средствами и языками программирования. Самые популярные из существующих на сегодняшний день языков программирования, которые используют специалисты десять: C++, Python, Visual Basic, PHP, Delphi, Java, JavaScript, Ruby, ActionScript, Nemerle [1].

Кратко рассмотрев их плюсы и минусы, были выбраны языки которые оптимально соответствуют требованиям.

Обзор самых популярных программирования C++- Это один из первых, и невероятно популярный до сих пор язык, которым просто обязан владеть каждый программист. Не обязательно начинать изучение программирования именно с него, но со временем C++ всё равно станет одним из наиболее используемых компиляторов.

Python- достаточно популярный в наше время язык, суть которого сводится к тому, чтобы как можно проще было создавать сложные программы. Созданный на основе более ранних языков, он впитал в себя все их наработки и является более совершенным. К тому же он постоянно обновляется, последняя версия выпущена в начале 2012 года.

Visual Basic- Этот продукт от Майкрософт знают все программисты, ведь большинство именно на нём познавало азы работы с компиляторами. Он прост, многофункционален и идеально подходит для быстрого создания прототипов программ. Кроме широких возможностей по созданию программного кода, также с его помощью можно конструировать пользовательский интерфейс программы.

PHP- Это язык программирования, который чаще всего применяют специалисты для создания веб-страниц. В настоящее время его принимают и поддерживают большинство хостинг-провайдеров. Благодаря возможности применения на любой ОС, скорости выполнения, функциональности и простоте его используют практически все разработчики сайтов. Также с помощью PHP можно создавать графический интерфейс пользователя.



Delphi- многофункциональный язык, созданный на основе Object Pascal. Данный язык является ещё одним из самых популярных языков из-за наличия огромного количества компиляторов и диалектов. Каждый программист использует именно тот диалект, который подходит для его основного направления в работе.

Java- Это ещё один известный язык, способный работать на любой платформе. Большинству операционных систем просто необходимо включать его в свой состав, так как работа некоторых приложений без этого компилятора будет недостаточно результативной. Однако есть у языка и свои минусы. Так, программы, написанные на Java, имеют репутацию слишком медлительных и требующих больших объёмов оперативной памяти.

JavaScript- Это ещё один известный язык, способный работать на любой платформе. Большинству операционных систем, соответственно тоже необходимо включать его в свой состав, так как работа некоторых приложений без этого компилятора будет недостаточно результативной. Однако есть у языка и подводные камни.

Ruby- Это кроссплатформенный и невероятно многофункциональный язык, полностью предназначенный для объектно-ориентированных программ. Синтаксис языка простой и лаконичный, без множества ненужных кодов. Также язык содержит в себе сборщик ненужного мусора, поддерживает блоки команд и замыкания с полной привязкой к переменным.

ActionScript -Этот язык также менее популярен среди обывателей из-за того, что с его помощью можно писать в основном объектно-ориентированные программы, даже чаще всего не программы, а Flash – приложения.

Nemerle - Это высокоуровневый гибридный язык, который сочетает в себе возможности как функционального, так и объектно-ориентированного программирования. Созданный всего несколько лет назад, он включает в себя соответствующие наработки всех предыдущих поколений языков программирования, и, одновременно с этим, привнес в создание программ кое-что новое – возможность метапрограммирования.

Определение программных средств для создания среды включили в себя следующие программные решения:

- ✓ Мощное средство разработки и внедрения технология AdobeColdFusion MX легкая масштабируемость и удобная поддержка системы. Возможность итутивным способом внедрять модули, написанные на других языках программирования (Java, C/C++, JSP ит.д.). Сервер видеоконференций Flash Media Server;

- ✓ Оптимизация видео-потока, втом числе и для пользователей подключенных на малых скоростях

- ✓ Возможность участия в конференции безустановки дополнительного ПО Сервер баз;

- ✓ Возможность прозрачным образом мигрировать налюбую базу данных, поддерживающую язык запросов SQL;



- ✓ Заложенная на данный момент производительность системы несколько сотен запросов в секунду.
- ✓ Технология WebGL позволяет размещать 3D объекты и организовать интерактивный доступ пользователя [2].

С помощью применения указанных программных средств платформа сможет функционировать в полном соответствии с требуемыми параметрами. Решающую роль для экономического роста страны имеют производственный и научно-технический потенциал и их размещение. Состояние производственного и в целом всего экономического потенциала страны в сильной степени зависит от научно-технического потенциала и его развития. На сегодняшний день 3D технологии в мире занимают одно из самых приоритетных направлений в сфере ИКТ.

Литература

1. Муминов Б.Б. Stages of designing data mining. “TATU xabarlari” журна-ли, Тошкент – 2014. 2 – сон., 72-75 бетлар
2. Обзор программных продуктов электронного САПР [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://pspicelib.narod.ru/01_modelirovanie/obzor_sapr
3. 3D-дизайн и гибридное параметрическое моделирование [Электрон-ный ресурс]: “САПР и графика”. – Режим доступа: <http://www.sapr.ru/> .

М.Н. Осипов, М.Д. Лимов, Н.С. Знаменьщикова, А.В. Линьков

ВЛИЯНИЕ ПОМЕХ НА ИЗМЕРЕНИЕ ВИБРАЦИЙ МЕТОДОМ СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ОДИНОЧНОГО СПЕКЛА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Обеспечение вибрационной прочности элементов конструкций, работающих при динамических нагрузках, является одной из ключевых задач при проектировании элементов механических конструкций. Для исследования динамических процессов элементов механических конструкций применяются различные экспериментальные методы как контактного, так и бесконтактного типа. Однако, контактные методы исследований динамических процессов приводят к изменению частотных характеристик исследуемых объектов, которые необходимо учитывать при дальнейших экспериментальных исследованиях и математическом моделировании. Поэтому в настоящее время широко используются бесконтактные методы, в том числе методы когерентной оптики – голографической и спекл-интерферометрии. Данные методы, как правило, не позволяют исследовать частотные характеристики элементов механических конструкций в реальном времени, так как при исследованиях в основном используются: метод усреднения во времени; метод двух экспозиций либо импульсный стробоскопический метод. Также из-за наличия собственных шумов (зерни-



мость интерференционных картин), возникают ограничения по измеряемому диапазону перемещений, а также по точности и чувствительности измерений. Кроме того, эти шумы затрудняют обработку голографических и спекл-интерферограмм [1-3].

В предыдущих работах авторов [4-6] представлен новый способ определения частотных характеристик механических конструкций в реальном времени с помощью спекл-интерферометрии одиночного спекла, позволяющим производить измерения в широком диапазоне амплитуд и частот. В данных работах показано, что изменение интенсивности света одиночного спекла, регистрируемое точечным быстродействующим фотодетектором, описывается следующим выражением:

$$u(t) = A + B \cos[\varphi(0) - \varphi(t)], \quad (1)$$

где $u(t)$ – выходное напряжение электрической схемы фотоприемника;

A – выходное напряжение смещения, которое связано со средней интенсивностью спекла;

B – амплитуда полезного выходного напряжения, которое определяется параметрами оптико-электронной схемы;

$\varphi(0)$ – начальное значение разности фаз между опорным и объектным пучками в плоскости регистрации, оно может меняться, но остается постоянным во время измерений;

$\varphi(t)$ – изменение фазы спекла, которое связано с изменением оптического пути при динамических смещениях исследуемой поверхности.

Но в этих работах не были учтены воздействия на исследуемую поверхность внешних (промышленных) низкочастотных шумов.

Будем считать, что колебания исследуемой поверхности совершаются по гармоническому закону, и колебания вызванные шумами также изменяются по гармоническому закону, в этом случае $\varphi(t)$ в выражении (1) запишется в следующем виде:

$$\varphi(t) = 2k(a \sin(\Omega t) + b \sin(\Omega_1 t)) \quad (2)$$

где a – амплитуда колебаний исследуемой поверхности, вызванных речевым акустическим сигналом;

Ω – частота колебаний исследуемой поверхности, вызванных речевым акустическим сигналом

b – амплитуда колебаний исследуемой поверхности, вызванная внешними помехами;

Ω_1 – частота колебаний исследуемой поверхности, вызванная внешними помехами.

Проведем теоретический анализ поведения выходного напряжения фотодетектора согласно уравнения (1) с учетом выражения (2) и в зависимости от соотношений между амплитудами и частотами полезного акустического сигнала и паразитными внешними шумами.

На рисунках (1-3) представлены графики теоретических расчетов выходного напряжения фотодетектора в зависимости от соотношений между ампли-



тудами и частотами полезного акустического сигнала и паразитными внешними шумами для значений: $\varphi(0) = 0$, $a = \lambda/12$, $a = \lambda$, $b = 5\lambda$, $\Omega = 600$ Гц, $\Omega_1 = 10$ Гц.

Из представленных графиков следует, что при амплитудах колебаний исследуемой поверхности меньше $\lambda/8$ возможно определить параметры колебаний исследуемого объекта на фоне шумов, а при амплитудах колебаний исследуемой поверхности более $\lambda/8$ выходное напряжение фотодетектора не будет соответствовать форме колебаний этой поверхности, так как сигнал превращается в осциллирующие пакеты. Однако частота следования пакетов определяет частоту колебаний объекта, а количество осцилляций в пакете определяет амплитуду колебаний исследуемой поверхности независимо от присутствия шумов.

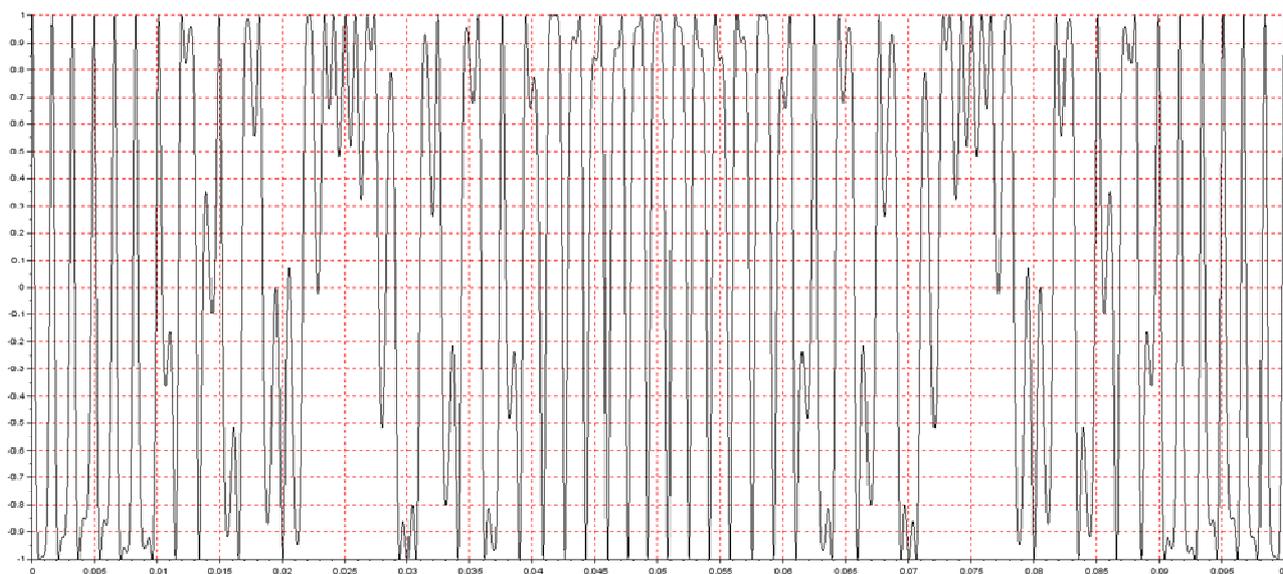


Рис.1. Вид выходного напряжения фотодетектора при $a = \lambda/12$

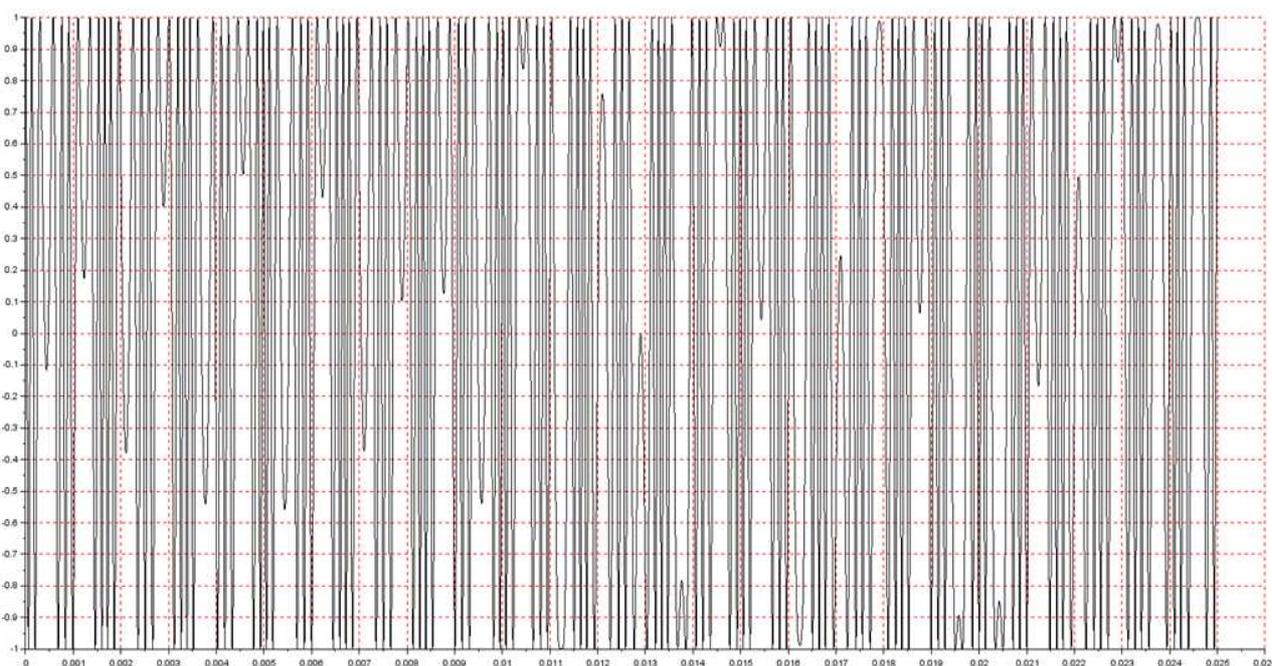


Рис. 2. Вид выходного напряжения фотодетектора при $a = \lambda$ (первая четверть периода колебаний шумового воздействия)

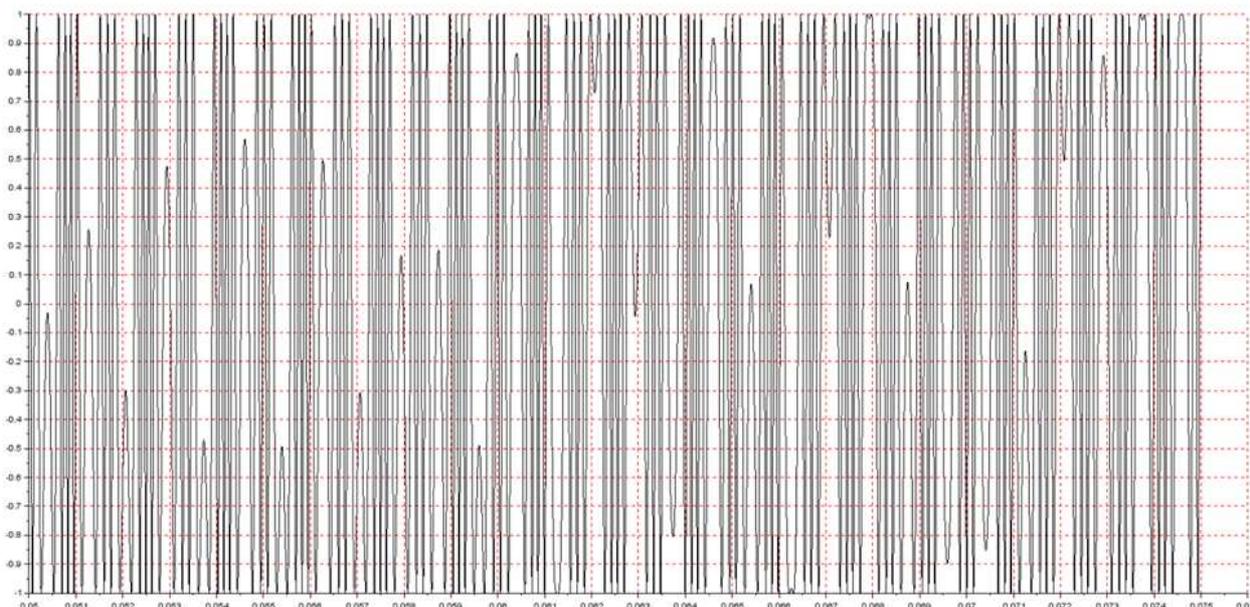


Рис. 3. Вид выходного напряжения фотодетектора при $a=\lambda$ (третья четверть периода колебаний шумового воздействия)

Заключение

Проведенные теоретические исследования показали, что предлагаемый оптический метод позволяет проводить экспериментальные исследования частотных характеристик механических конструкций в реальном времени и при наличии внешних шумов, то есть в условиях приближенных к промышленной эксплуатации.

Благодарности

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 15-08-06330-а и № 16-08-00571-а.

Литература

1. Yasuhiko A., High-resolution dynamic measurement using electronic speckle pattern interferometry based on multi-camera technology. / A. Yasuhiko, H. Hiroyuki, Y. Shunsuke // J. Optics and Lasers in Engineering. 2008, Vol. 46, pp. 733-738.
2. Trillol C., Multimode vibration analysis with high-speed TV holography and a spatiotemporal 3D Fourier transform method. / C. Trillol, Ángel F. Doval, F. Mendoza-Santoyo, Pérez-López C., Luis Deán J. // Optics express. 2009, Vol. 17(20), pp. 18014-18025.
3. Nistea Ioana Th., Borza Dan N., High speed speckle interferometry for experimental analysis of dynamic phenomena. / Ioana Th. Nistea, Dan N. Borza // J. Optics and Lasers in Engineering. 2013, Vol. 51, pp. 453-459.
4. Осипов М.Н., Определение частотных характеристик механических конструкций в реальном времени с помощью спекл-интерферометрии. / М.Н. Осипов, А.Н. Чекменев, Ю.Д. Щеглов, И.Н. Фалилеев, Н.А. Шарафутдинов. // Труды II Международной конференции «Динамика и виброакустика машин», 2014, 15-17 сентября 2014, Самара, СГАУ, С. 498-505.



5. Осипов М.Н., Автоматизированный комплекс определения форм и частотных характеристик собственных колебаний. / М.Н. Осипов, Н.А. Шарафутдинов, Ю.Д. Щеглов, И.Н. Фалилеев, М.Е. Федина // Известия Самарского центра РАН. 2015. т.17, № 2(5). С. 1072-1075.

6. Шарафутдинов Н.А., Оценка помехозащищенности спеклинтерферометрии на основе анализа изменения интенсивности одиночного спекла. / Н.А. Шарафутдинов, М.Н. Осипов, Ю.Д. Щеглов, Н.С. Знаменьщикова, М.Д. Лимов // Труды III Международной конференции «Динамика и виброакустика машин», 2016. 29 июня - 01 июля 2016, Самара, Самарский Университет, С. 179-180.

С.П.Орлов, Е.А. Ахполова, О.Ю. Уютова

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ИИС КОНРОЛЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

(АО «РКЦ «Прогресс», Самарский государственный технический университет)

Система дистанционного зондирования Земли с искусственных спутников содержит основной прибор – оптико-электронный преобразователь (ОЭП), характеристики которого в наибольшей степени влияют на точность и качество получаемого изображения. В свою очередь, главный элемент ОЭП – это фоточувствительная матрица на приборах с зарядовой связью (ФМПЗС). Исследование и контроль ФМПЗС при наземных испытаниях проводятся с помощью информационно-измерительной системы, структура и принципы функционирования изложены в работах [1,2,3]. Они основаны на получении с помощью тепловизора термограмм поверхности микросхемы и контроля значений двумерного распределения температур.

Для оценки достоверности измерения температурного поля в настоящем докладе представлена метрологическая модель измерительных каналов ИИС. Задача температурного контроля ФМПЗС состоит в том, чтобы сформировать цифровой массив температурных значений на поверхности ФМПЗС для дальнейшей обработки с целью выявления дефектов микросхемы. Подсистема измерения содержит два основных измерительных канала. Первый канал измеряет двумерную тепловую картину нагрева микросхемы под действием питающих напряжений и входных сигналов. Второй канал измеряет температуры окружающей среды ОЭП для определения температур перегрева поверхности микросхемы.

Для исследования и расчета погрешностей разработана метрологическая модель системы (рис. 1).

В метрологической модели используются следующие обозначения:

S_w – функция преобразования электрической мощности P , поступающей на входы ФМПЗС в двумерное температурное поле $\Theta(x,y)$ на поверхности микросхемы; δ_w – мультипликативная погрешность, вызванная изменением тепло-



физических параметров микросхемы; S_{MT} – чувствительность канала передачи температурного поля поверхности микросхемы на оптическую воспринимающую плоскость тепловизора; δ_{MT} – мультипликативная погрешность чувствительности канала; Δ_{CX} , Δ_{CY} – аддитивные погрешности установки тепловизора, которая определяется горизонтальными смещениями относительно центральной оптической оси микросхемы ФМПЗС; Δ_{OT} – аддитивная погрешность, вызванная отклонением оптической оси тепловизора от оси микросхемы при его установке в конструкцию ОЭП.

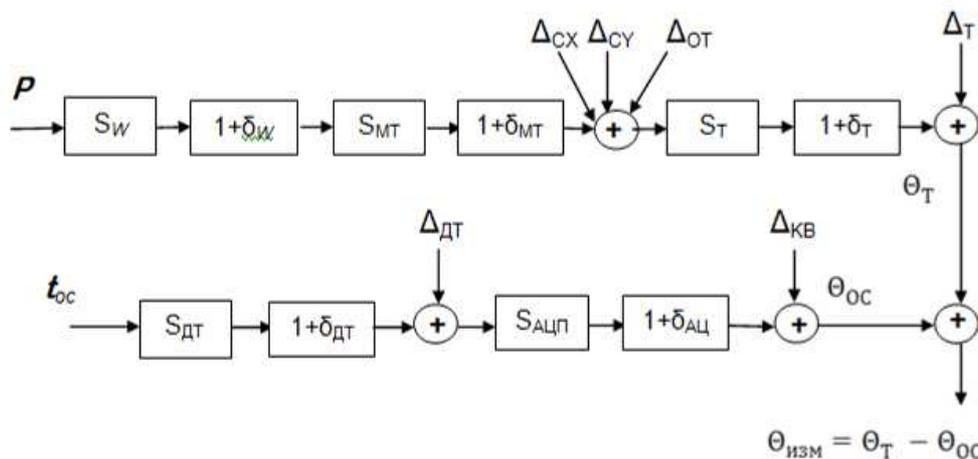


Рис. 1. Метрологическая модель системы температурного контроля поверхности микросхемы ФМПЗС

Кроме того, учитываются: S_T – чувствительность тепловизора; δ_T – мультипликативная погрешность тепловизора; Δ_T – аддитивная погрешность тепловизора; S_{DT} – чувствительность первичного преобразователя датчика температуры окружающей среды в испытательной камере; δ_{DT} – мультипликативная погрешность первичного преобразователя датчика температуры; Δ_{DT} – аддитивная погрешность первичного преобразователя датчика температуры; $S_{АЦП}$ – чувствительность аналого-цифрового преобразователя, встроенного в датчик температуры окружающей среды; $\delta_{АЦП}$ – мультипликативная погрешность преобразования в АЦП; $\Delta_{КВ}$ – погрешность квантования, определяемая разрядностью АЦП.

Номинальная функция преобразования:

$$\Theta_{ИЗМ}^{НОМ}(x, y) = S_W S_{MT} S_T P + \delta_{DT} S_{АЦП} t_{OC}.$$

Реальная функция преобразования для модели на рис. 1 имеет вид:

$$\Theta_{ИЗМ}^P(x, y) = S_T (1 + \delta_T) (\Delta_{CX} + \Delta_{CY} + \Delta_{OT} + S_{MT} (1 + \delta_{MT}) S_W (1 + \delta_W) P) + \Delta_T + S_{АЦП} (1 + \delta_{АЦП}) (S_{DT} (1 + \delta_{DT}) t_{OC} + \Delta_{DT}) + \Delta_{КВ}.$$

Таким образом, мультипликативная составляющая погрешности равна



$$\delta\Theta_{ИЗМ}^M = (\delta_W + \delta_{MT} + \delta_T)S_W S_{MT} S_T P + (\delta_{ДТ} + \delta_{АЦП})S_{ДТ} S_{АЦП} t_{OC}, \quad (1)$$

при этом аддитивная составляющая погрешности равна

$$\Delta\Theta_{ИЗМ}^A = S_T(\Delta_{CX} + \Delta_{CY} + \Delta_{OT}) + S_{АЦП}\Delta_{ДТ} + \Delta_T + \Delta_{KB} . \quad (2)$$

В исследуемом объекте для обработки двумерной информации наибольшее влияние на погрешности оказывают оптическая система, воспринимающая изображение объекта, преобразователи свет – сигнал, аналоговые цепи обработки сигнала, аналого-цифровое преобразование, точность позиционирования устройства с первичными измерительными датчиками.

При испытаниях ОЭП при вибрации и климатических воздействиях в камере тепловизор устанавливается на посадочные места, предназначенные для объектива оптической системы дистанционного зондирования. Установочная поверхность объектива изготовлена с высокими требованиями по шероховатости и по плоскостности относительно микросхемы ФМПЗС. Погрешность установки тепловизора относительно фокальной поверхности определяется горизонтальным смещением на установочной плоскости и углом α отклонения оптической оси тепловизора от оси микросхемы.

Следует учесть ряд динамических погрешностей в измерительном канале. Во-первых, при испытании ОЭП на вибропрочность возможно смещение оптической оси тепловизора относительно вертикальной оси ФМПЗС. Это происходит из-за наличия гибких механических элементов в конструкции. В результате появляется «смаз» тепловой картины, характеризующийся погрешностью Δ_{CB} . Таким образом, общая погрешность установки тепловизора в конструкцию ОЭП состоит из двух компонент: а) систематических погрешностей Δ_{CX}^c и Δ_{CY}^c горизонтального смещения и отклонения от оси Δ_{OT}^c при креплении, б) случайной динамической погрешности при вибрации конструкции.

В разрабатываемой ИИС используется тепловизор NEC R500. В нем предусмотрена функция удаления эффекта дрожания при съемке за счет использования внутренних алгоритмов обработки термоизображения. Для этого в тепловизоре используется оптический стабилизатор изображения, на основе миниатюрных гироскопических датчиков. Это позволяет свести влияние динамических погрешностей Δ_x^B, Δ_y^B практически к нулю.

Для расчета общей погрешности измерительной подсистемы используем данные из таблицы 1. Подставляем значения погрешностей в выражения (1) и (2) и получаем аддитивную погрешность $\Delta\Theta_{ИЗМ}^A = \pm 0,5^0 C$ и мультипликативную погрешность при мощности 0,15 Вт, равную $\delta\Theta_{ИЗМ} = \pm 0,033^0 C$.

Таким образом, общая погрешность измерения двумерного температурного поля перегрева поверхности микросхемы равна $\pm 0,53^0 C$. Относительная погрешность в рабочем диапазоне температур ($+ 20^0 C$ — $+ 75^0 C$), равна 1,4%. Эти значения точности термограмм позволяют определить места перегрева или охлаждения локальных участков микросхемы ФМПЗС. На основе сравнения с



эталонными термограммами делаются выводы о работоспособности оптико-электронного преобразователя.

Таблица 1

Погрешности измерительных каналов

№№ пп	Погрешность	Характер погрешности	Примечание
1	$\Delta_T = \pm 0,35^0 C$	аддитивная	По паспорту тепловизора
2	$\Delta_{KB} = \pm 0,01^0 C$	аддитивная	Определяется по характеристикам термодатчика
3	$\Delta_{DT} = \pm 0,05^0 C$	аддитивная	Определяется по характеристикам термодатчика
4	$\Delta_{CX} = \pm 0,03^0 C$	аддитивная систематическая	Определяется конструкцией блока ОЭП и равна $0,01 \times 10^{-3}$ м
5	$\Delta_{CY} = \pm 0,03^0 C$	аддитивная систематическая	Определяется конструкцией блока ОЭП и равна $0,01 \times 10^{-3}$ м
6	$\Delta_x^B = 0,0001$ $\Delta_y^B = 0,0001$	случайная динамическая	Определяется конструкцией блока ОЭП и режимами испытаний на вибропрочность
7	$\Delta_{OT} = \pm 0,03^0 C$	аддитивная случайная	Определяется конструкцией блока ОЭП
8	$\delta_{АЦП} = \pm 0,0001$	мультипликативная	Определяется по характеристикам термодатчика
9	$\delta_{DT} = \pm 0,001$	мультипликативная	Определяется по характеристикам термодатчика
10	$\delta_T = \pm 0,002$	мультипликативная	По паспорту тепловизора
11	$\delta_{MT} = \pm 0,003$	мультипликативная	Определяется конструкцией блока ОЭП
12	$\delta_w = 0,001$ $\delta_w = \pm 0,0668$	мультипликативная	Определяется допусками на теплофизические и геометрические параметры микросхемы, P=0,15 Вт
13	$\Delta \Theta_{изм}^A = \pm 0,5^0 C$	аддитивная	Общая погрешность измерения
14	$\delta_{изм} = \pm 0,033^0 C$	мультипликативная	Общая погрешность измерения
15	$\Delta \Theta_t = \pm 0,533^0 C$		Общая погрешность измерения



Литература

1. Орлов С.П. Техническая диагностика электронных блоков по тепловым полям элементов/С.П.Орлов, Е.А.Ахполова// Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции/под ред.С.А.Прохорова - Самара: Изд. Самарского научного центра РАН, 2015. - С.139-142.
2. Orlov S.P. Intelligent measuring system for testing and failure analysis of electronic devices/S.P. Orlov, A.N. Vasilchenko//2016 XIX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), IEEE Conference Publications. V.1. P.401-403. Publisher: IEEE Xplore, 2016.
3. Орлов С.П. Метод термографии при контроле электронной аппаратуры авиационной техники/С.П.Орлов, О.Ю. Уютова// Наука и образование транспорту: труды IX Международной научно-практической конференции. Том 2. – Самара: СамГУПС, 2016. - С. 70-71.

М.Н. Осипов¹, Р.Н. Сергеев²

«СЭНДВИЧ» СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королёва¹)
(АО «РКЦ «ПРОГРЕСС»²)

При решении различных задач механики основным критерием истинности существующих математических моделей остаются экспериментальные методы. При этом высокий потенциал современных численных методов анализа напряженно-деформированного состояния позволил вывести эксперимент на новый качественный уровень. Например, так, стало возможным ставить более корректно задачу экспериментального исследования, а также интерпретировать его результаты [1].

Одним из широко используемых методов когерентной оптики для определения полей перемещений при деформировании элементов конструкций является метод спекл-интерферометрии, поскольку он менее зависим от нестабильности оптической системы по сравнению с голографической интерферометрией. Нестабильность оптической системы приводит к потере информации.

Чувствительность спекл-интерферометрии к определению величины перемещения зависит от размеров спекл-структуры, которая определяется параметрами используемой оптической системы при записи субъективной спекл-структуры, т.е. числовой апертурой оптической системы. Увеличение числовой апертуры оптической системы приводит к уменьшению размеров регистрируемой спекл-структуры и, следовательно, к увеличению чувствительности спекл-интерферометрии. Однако, с другой стороны, увеличение числовой апертуры оптической системы приводит к требованию использования высококачественной оптики, так как при таких параметрах начинают существенным образом



сказываться аберрации оптической системы, которые приводят к искажению регистрируемой информации. Теоретические и экспериментальные исследования принципов работы оптических приборов показали, что наличие в них кольцевых апертурных диафрагм позволяет повысить разрешающую способность зеркальных телескопов и объективов [2].

Для записи спекл-интерферограмм используется оптическая схема с нормальным падением и отражением предметного лазерного луча и наклонным падением опорного лазерного луча. Для записи процесса деформирования элементов конструкций использовался стандартный метод двух экспозиций. Регистрация сфокусированного объекта осуществляется одновременно на две совмещенные фотопластинки, образующие так называемый «сэндвич». «Сэндвич» спекл-фотографии исследуемых поверхностей снимаются при различных внешних условиях – нагрузках. Комбинация «сэндвичей» из различных партий позволяет отследить динамику напряженно-деформируемого состояния поверхности.

В работе представлены результаты исследований по применению «сэндвич» спекл-интерферометрии с функцией зрачка в виде кольцевой апертурной диафрагмы и голографической интерферометрии сфокусированных изображений для определения полного поля перемещений при деформировании элементов конструкций.

В оптическую схему регистрации спекл-фотографий в плоскость входного зрачка оптической системы внесена кольцевая диафрагма [3]. При двухэкспозиционном методе на фотопластинках регистрируется одновременно две спекл-картины: спекл-картина поверхности недеформированного объекта и спекл-картина поверхности деформированного объекта, где каждая точка объекта смещается на величину L_i (i – номер исследуемой точки объекта) относительно начального состояния. Эти две независимые спекл-картины в пространстве изображений смещены на величину mL_i (где m - увеличение оптической системы), образуя на фотопластинке сложную дифракционную решетку – спеклограмму с модуляцией по косинусоидальному закону, которая и несет информацию об изменениях, проходящих с поверхностью объекта.

Для расшифровки спеклограмм используется метод Юнга. В этом случае, «сэндвич» фотопластинки, с зарегистрированной спеклограммой, освещаются узким лазерным лучом с диаметром $2r$. Распределение интенсивности света, дифрагированного на спеклограмме лазерного луча, рассматривается в Фурье-плоскости, то есть рассматривается случай дифракции Фраунгофера. Тогда комплексная амплитуда световой волны в дальнем поле определяется как Фурье-образ амплитудного пропускания спеклограммы [3].

Если фотопластинки в «сэндвиче» не смещены относительно друг друга в их плоскости, то при сканировании узким лазерным пучком образуются стандартные полосы Юнга, период и направление которых определяют величину и направление смещения в сканируемой точке. Так как записанные «сэндвич» спекл-фотографии образуются за счет сфокусированного изображения исследуемого объекта, то сканируемая точка на «сэндвич» спекл-фотографии точно



соответствует точке на поверхности исследуемого объекта. Таким образом, сканирование всего сфокусированного изображения позволяет определить поле перемещений исследуемого деформируемого объекта. Величина смещения в исследуемой точке определяется хорошо известным выражением:

$$|L_i| = \frac{\lambda d}{mp_i}, \quad (1)$$

где p_i – период полос в i точки исследуемой поверхности объекта. Направление смещения ортогонально к направлению периода полос Юнга.

Таким образом, данный способ позволяет определить компоненты деформаций в плоскости исследуемого объекта. Отметим, что предложенный метод "сэндвич" для записи и расшифровки спеклограмм позволяет исключить смещение исследуемого объекта как целого. Для получения полного значения компонент деформаций необходимо произвести расшифровку голографических интерферограмм сфокусированных изображений.

С целью автоматизации процесса получения и расшифровки спеклограмм вместо фотопластинки предлагается применять ПЗС-матрицу, при этом спеклограмма, также будет представлять распределение интенсивности спекл-поля. Для этого необходимо, чтобы регистрируемая спекл-структура уверенно разрешалась ПЗС-матрицей – размеры спеклов должны в несколько раз превышать размеры пикселей ПЗС-матрицы. При использовании линзовой схемы записи фурье-спеклограммы это достигается путем уменьшения размера объекта-источника спекл-модулированного поля, и использования линзы с достаточно большим фокусным расстоянием f [4,5].

Литература

1. Разумовский, И.А. Экспериментальный анализ нелинейных динамических процессов с использованием оптико-интерференционных методов/И.А. Разумовский, И. Н. Одинцев//Вестник научно-технического развития.– 2012.– №8(60).– С. 35-56.
2. Борн, М. Основы оптики/ М. Борн, Э. Вольф. – М.:Главная редакция физико-математической литературы издв-ва «Наука». - 1973. – 720 с.
3. Осипов, М.Н. Применение кольцевой апертурной диафрагмы в спекл-интерферометрии/М.Н. Осипов, М.Ю. Шапошников// Компьютерная оптика. – 2002. - №24. – С. 110-113.
4. Горбатенко, Б.Б. Пространственный спектр (дифракционное гало) фурье-спеклограммы рассеивающего объекта/ Б.Б. Горбатенко, А.А. Гребенюк, Л.А. Максимова, В.П. Рябухо//Компьютерная оптика. – 2009. – Т.33,№1. – С. 43-51.
5. Горбатенко, Б.Б. Спекл-фотография и голографическая интерферометрия с цифровой записью дифракционного поля в фурье-плоскости/ Б.Б. Горбатенко, А.А. Гребенюк, Л.А. Максимова, О.А. Перепелицына, В.П. Рябухо//Компьютерная оптика. – 2010. – Т.34,№1. – С. 69-81.



РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ, АРХИВИРОВАНИЯ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Единая энергетическая система (ЕЭС) России является одной из крупнейших в мире, она состоит из 69 региональных энергосистем, которые, в свою очередь, образуют 7 объединенных энергетических систем: Востока, Сибири, Урала, Средней Волги, Юга, Центра и Северо-Запада. В электроэнергетический комплекс ЕЭС России входит около 700 электростанций мощностью свыше 5 МВт, на которых ежедневно регистрируются сотни тысяч технологических параметров, требующих постоянного оперативного контроля [1].

ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» (СО ЕЭС) единолично осуществляет централизованное оперативно-диспетчерское управление ЕЭС России с помощью автоматизированной системы диспетчерского управления (ДУ). Она представляет собой иерархическую сеть диспетчерских центров (ДЦ) обработки данных: системных операторов ЦДУ (центральное), ОДУ (объединенные) и РДУ (региональные), связанных между собой и с энергообъектами (электростанциями, подстанциями) каналами телемеханики и связи (рис. 1).

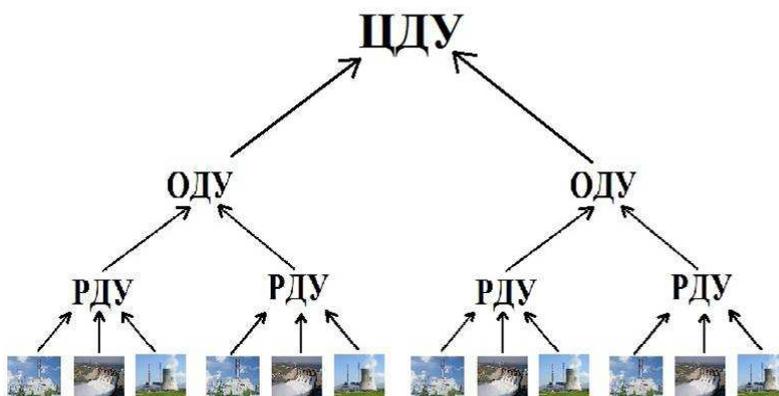


Рис. 1. Упрощенная иерархическая структура ЕЭС

ДЦ осуществляют сбор технологической информации и передают её исполнительному аппарату (ИА), осуществляющему управление всей ЕЭС России. Для увеличения скорости доступа к технологической информации используется специальное хранилище, располагающееся на уровне ИА, которое является посредником между диспетчерскими центрами и различными программно-аппаратными комплексами, её использующими. Данное решение позволяет исключить дублирование запросов на получение информации к удалённым диспетчерским центрам, заменяя их запросами к хранилищу, которое располагается ближе.



Для сбора технологической информации, поступающей с диспетчерских центров, и её хранения на уровне ИА компанией ООО «Сенсоры, модули, системы – Информационные технологии» разрабатывается автоматизированная система, которая должна быть реализована на базе трехзвенной архитектуры «клиент – сервер приложений – база данных (БД)» и иметь распределенную архитектуру – с различными точками приема и обработки гетерогенных данных, расположенными на каждом филиале СО ЕЭС.

Система должна будет обеспечить выполнение следующих функций:

1 *Выполнение запросов* двух видов:

- запрос на получение данных ДЦ;
- запрос на получение данных о состоянии выполнения запросов.

В ответ на запросы будет получаться xml-файл, данные из которого помещаются в реляционную базу данных (хранилище на уровне ИА). Запросы могут осуществляться как по необходимости, так и в соответствии с заранее заданным расписанием.

2 *Предоставление данных хранилища* в ответ на запросы программно-аппаратных комплексов (ПАК)-потребителей. Приём и передача данных будут осуществляться в виде xml-файла через специальный канал, находящийся под управлением программного обеспечения IBM MQ (International Business Machines Message Queueing), называемый корпоративной интеграционно-транспортной системой (КИТС). На рис.2 показана среда функционирования КИТС.

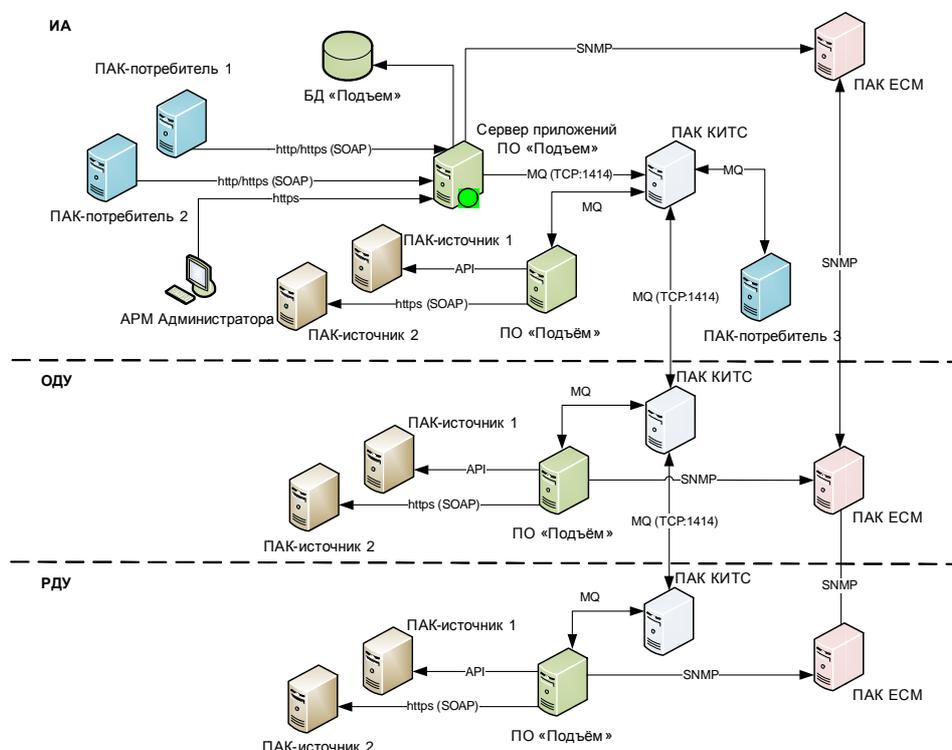


Рис. 2. Среда функционирования КИТС



- 3 *Фильтрация данных запросов.* Осуществляется посредством включения в запросы SQL-кода, который формируется в соответствии с шаблоном, задающимся вручную через Web-интерфейс автоматизированного рабочего места (АРМ).
- 4 *Настройка расписания запросов данных ДЦ.* Производится администратором на АРМ.
- 5 *Ведение журналов* трёх типов:
 - журнал запросов, содержащий информацию о статусах выполнения запросов (новое сообщение, в очереди на отправку, отправлено в MQ и др.);
 - журнал изменений, который служит для фиксации информации об изменениях в базе данных;
 - системный журнал, предназначенный для отслеживания событий происходящих в системе.

- 6 *Отправка диагностической информации* в ПАК ЕСМ (единой системы мониторинга). Должна осуществляться посредством SNMP-сообщений.

В системе должны быть предусмотрены три роли пользователей, для которых определён свой набор функций, доступных на АРМ:

- системный администратор – сотрудник, отвечающий за бесперебойное функционирование системы в целом, а также за информационную безопасность и защиту от несанкционированного доступа в систему;
- технический администратор – сотрудник, осуществляющий на уровне ИА установку, обновление и администрирование модифицированного ПО системы;
- ПАК-потребитель.

Разграничение прав доступа будет реализовано с использованием учётных записей Active Directory.

Разрабатываемая система позволит:

- сократить нагрузку на каналы мультисервисной сети связи ЕЭС между исполнительным аппаратом и диспетчерским центром;
- сократить затраты на администрирование системы за счет создания единого административного интерфейса;
- повысить оперативность эксплуатации системы за счет реализации механизмов взаимодействия с системой мониторинга ЕЭС;
- реализовать единый интерфейс доступа к данным из различных информационных систем.

Литература

1. Единая энергетическая система России [Электронный ресурс]. – URL: <http://so-ups.ru/> (дата обращения 08.02.2017 г.).



РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

В наши дни актуальность локальных вычислительных сетей (ЛВС) колоссальна. Ежедневно миллионы людей, находясь на работе, в офисах и дома передают огромное количество информации, используя для этого свои рабочие компьютеры [1]. Контроль работы сети крайне важен для предприятий любого масштаба. Правильно выбранное средство контроля не только информирует о возникновении сбоев в работе, но также повышает эффективность использования сети, отслеживая ее пропускную способность и ресурсы [2].

Для успешного администрирования сети необходимо знать состояние каждого ее элемента (проводного/беспроводного маршрутизатора, коммутатора, точки беспроводного доступа, модема и сетевого адаптера) и иметь возможность изменять параметры его функционирования.

Существует два крайних метода решения проблем: непрерывный мониторинг сети, что является малопродуктивным, энергозатратным и ресурсоемким процессом, или же реакция по ситуации, при которой имеется высокий риск дать проблемам шанс разрастись и плохо повлиять на работу сети в целом. Следовательно, оптимальным решением было бы создание такой системы, которая бы умела предупреждать о возрастании риска и давала возможность ненавязчиво информировать администратора о состоянии сети.

Автору необходимо разработать автоматизированную систему мониторинга параметров состояния оборудования ЛВС, которая позволит системному администратору наблюдать за поведением оборудования сети и будет предупреждать его о возрастании риска отказа оборудования.

Система должна быть построена по клиент-серверной технологии и собирать данные о функционировании ЛВС (нагрузка на сеть и ресурсы, потребляемые ею), по которым можно заранее обнаружить ухудшение ее работоспособности, вовремя выявить причины возможных отказов и рисков и устранить их. Система должна отображать параметры в виде динамически меняющейся цвет гистограммы, это даст возможность системному администратору, при необходимости, ликвидировать проблему и/или подготовить резервный компьютер для сокращения времени на устранения неисправностей и сделать резервное копирование. На рис. 1 приведена диаграмма вариантов использования системы.

Следовательно, система будет простой в использовании, применимой в сравнительно небольших ЛВС, имеющих топологию Ethernet (с количеством узлов локальной сети от 20 до 50 и количеством узлов сетевого оборудования от 2 до 20) и не требующей большого количества ресурсов. Кроме того, исполь-



зование системы позволит повысить эффективность работы системных администраторов, а также поможет им принять адекватное и правильное решение для данной конкретной ситуации.

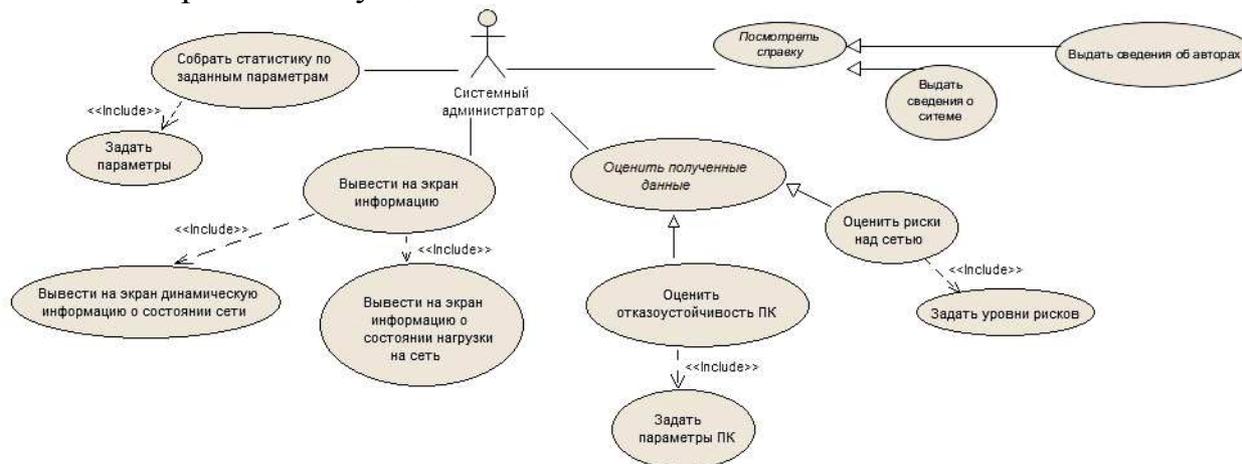


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы мониторинга параметров состояния оборудования ЛВС

Таким образом, система сможет решать следующие задачи:

- 1) сбор статистики по заданным параметрам наблюдаемых операционных систем;
- 2) оценка отказоустойчивости персонального компьютера;
- 3) оценка рисков работы локальной сети (например, информационный шторм);
- 4) вывод на экран динамической информации о состоянии локальной сети;
- 5) вывод на экран информации о состоянии нагрузки на сеть.

Новизна продукта заключается, главным образом, в очевидности выполняемой системой работы и правильно подобранной функциональности, позволяющей как можно более продуктивно получать данные о нагрузках на ЛВС и настраивать ее работу.

Таким образом, предлагаемая система мониторинга параметров состояния оборудования ЛВС будет являться первой подобной разработкой российского производства, которая станет универсальным решением для системных администраторов, работающих в отрасли малого/среднего бизнеса. Простота и очевидность работы системы, успешно балансирующая между ненавязчивостью и возможностью несколькими способами экстренно оповещать пользователя о возможных проблемах с сетью, делает решение технически значимым и актуальным для современного рынка.

Литература

1. Новиков, Ю. В. Основы локальных сетей. Курс лекций [Текст]/ Ю. В. Новиков, С. В. Кондратенко. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2014. – 360 с.
2. Программное обеспечение для контроля работы сети PRTG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ru.paessler.com/>.



С.А. Прохоров, А.А. Столбова

ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НЕРЕГУЛЯРНЫХ ПРОЦЕССОВ БЕЗ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОПУЩЕННЫХ ОТСЧЕТОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
 имени академика С.П. Королёва)

Одним из активно развивающихся методов спектрального анализа данных является вейвлет-преобразование, коэффициенты которого вычисляются следующим образом [1, 2]:

$$W_{\psi}(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt, \quad (1)$$

где $x(t)$ – случайный процесс, $\psi(t)$ – выбранный анализирующий вейвлет, $a \neq 0$ – параметр масштаба, $b \geq 0$ – параметр сдвига.

Часто исследователю приходится иметь дело с данными, которые являются нерегулярными, т.е. $\Delta t_i = t_{i+1} - t_i = \text{random}$. Типовые модели процессов с нерегулярной дискретизацией данных рассмотрены в [3-5].

При вычислении оценки вейвлет-коэффициентов нерегулярных процессов *методом прямоугольников* выражение (1) преобразуется к следующему виду:

$$W_{\psi}(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \sum_{i=1}^{M-2} (t_{i+1} - t_i) x_i \psi\left(\frac{t_i - b}{a}\right). \quad (2)$$

Выражение для оценки коэффициентов *методом трапеций* имеет следующий вид:

$$W_{\psi}(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \left(x_0 \psi\left(\frac{t_0 - b}{a}\right) \frac{(t_1 - t_0)}{2} + \sum_{i=1}^{M-2} x_i \psi\left(\frac{t_i - b}{a}\right) \frac{(t_{i+1} - t_{i-1})}{2} + x_{N-1} \psi\left(\frac{t_{N-1} - b}{a}\right) \frac{(t_{N-1} - t_{N-2})}{2} \right). \quad (3)$$

Для проведения экспериментов качестве базового вейвлета выберем вейвлет Гаусса 1 порядка и два вида модельных процессов:

$$\psi(t) = -te^{-\frac{t^2}{2}}, \quad (4)$$

$$x_1(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \phi_1), \quad (5)$$

$$x_2(t) = A_2 \sin(\omega_2 t + \phi_2) + A_3 \sin(\omega_3 t + \phi_3). \quad (6)$$

где $A_1 = A_2 = A_3 = 1$, $\omega_1 = 2$ рад/с, $\omega_2 = 1$ рад/с, $\omega_3 = 5$ рад/с, $\phi_1 = \phi_2 = \phi_3 = 0$, число отсчетов сигнала $N = 2000$, интервал дискретизации $\Delta t_0 = 0,2$.

Методом имитационного моделирования из исходных регулярных процессов (5) и (6) были смоделированы процессы с *пропусками наблюдений*, с *дрожанием* (с распределением интервалов по закону Симпсона и равномерному закону) и *с аддитивной случайной дискретизацией* с экспоненциальным законом распределения.



Относительная погрешность оценки скейлограммы, вычисленная по формуле (7) для сигналов с различными типами нерегулярной дискретизации представлена в таблицах 1, 2 и 3. Графики представлены на рисунках 1 и 2.

$$\delta(s_g^*) = \frac{\sqrt{\sum_i^{N_a} (s_g(a_i) - s_g^*(a_i))^2}}{\sqrt{\sum_i^{N_a} s_g^2(a_i)}}, \quad (7)$$

где $s_g(a_i) = \frac{1}{N_{shift}} \sum_{j=0}^{N_{shift}-1} |W_\psi(a_i, b_j)|^2$.

Таблица 1 – Относительная погрешность оценки скейлограммы процесса с пропусками наблюдений

		$A1 \sin(\omega_1 t + \phi_1)$					
p	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	
$\delta_r, \%$	0,62	3,324	7,253667	14,45933	26,029	40,157	
$\delta_t, \%$	0,61	1,862	4,971333	8,983333	16,11667	28,641	
		$A2 \sin(\omega_2 t + \phi_2) + A3 \sin(\omega_3 t + \phi_3)$					
$\delta_r, \%$	0,82	4,0133	10,395	19,334	30,4193	52,1383	
$\delta_t, \%$	0,85	2,6123	6,407	14,2443	22,2057	36,511	

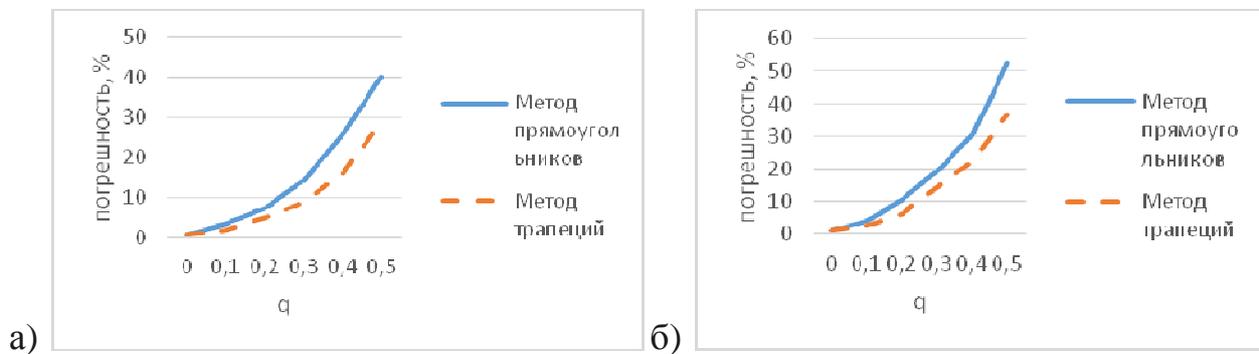


Рис. 1. График зависимости погрешности скейлограммы от числа пропусков: а) для синуса; б) для суммы синусов

Таблица 2 – Погрешность оценки скейлограммы процесса с дрожанием

		$A1 \sin(\omega_1 t + \phi_1)$	
		Равномерный	Симпсона
$\delta_r, \%$		6,4317	1,7807
$\delta_t, \%$		5,8807	1,3833
		$A2 \sin(\omega_2 t + \phi_2) + A3 \sin(\omega_3 t + \phi_3)$	
$\delta_r, \%$		18,7537	2,423
$\delta_t, \%$		15,2817	2,3743



Таблица 3 – Погрешность оценки скейлограммы процесса с аддитивной случайной дискретизацией

	$A_1 \sin(\omega_1 t + \phi_1)$						
λ	3	4	6	10	20	30	40
$\delta_r, \%$	47,4647	34,754	19,2643	8,3433	6,3627	1,946	1,6183
$\delta_t, \%$	36,1657	27,0357	12,8017	6,0013	3,1783	1,8363	1,7837
	$A_2 \sin(\omega_2 t + \phi_2) + A_3 \sin(\omega_3 t + \phi_3)$						
$\delta_r, \%$	63,615	33,281	28,80133	15,3137	8,8553	5,3397	2,475
$\delta_t, \%$	56,117	33,6913	22,323	14,6573	8,714	4,8767	2,255

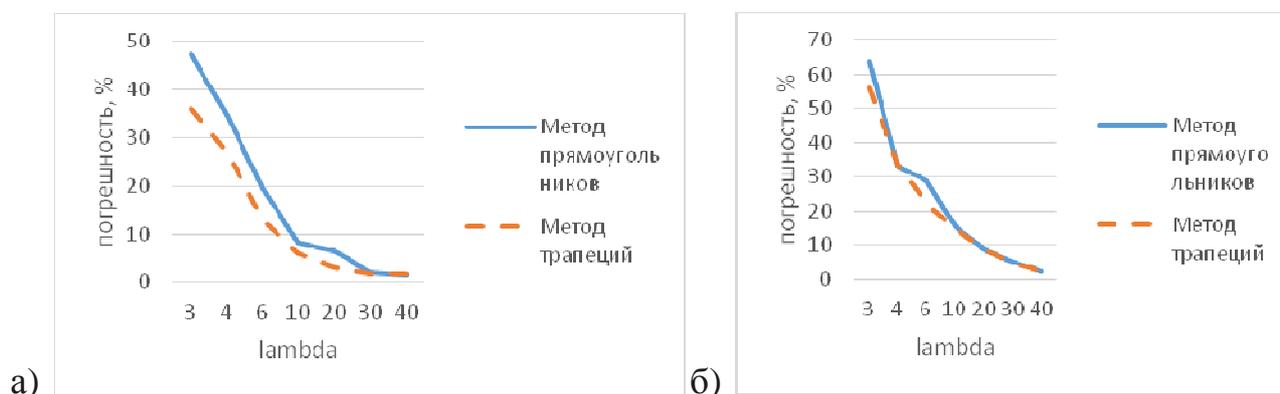


Рис. 2. График зависимости погрешности скейлограммы процесса с аддитивной случайной дискретизацией от λ : а) для синуса; б) для суммы синусов

Таким образом, как и ожидалось, метод трапеций показал лучшие результаты при вычислении коэффициентов. Для сигналов с пропусками наблюдений погрешность растет с увеличением пропущенных отсчетов. Для сигналов с дрожанием с интервалами, распределёнными по закону Симпсона погрешность вычислений меньше, чем при равномерном распределении. При аддитивной случайной дискретизации погрешность уменьшается с увеличением параметра λ экспоненциального закона распределения.

Литература

- 1 Витязев, В. В. Вейвлет-анализ временных рядов: учебное пособие / В.В. Витязев. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001.-58 с.
- 2 Короновский, А.А. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения / А.А. Короновский, А.Е. Храмов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 176 с.
- 3 Прохоров, С.А. Математическое описание и моделирование случайных процессов / С.А. Прохоров. – Самара: СГАУ, 2001. – 209 с.
- 4 Прохоров, С.А. Прикладной анализ неэквидистантных временных рядов / С.А. Прохоров. – Самара: СГАУ, 2001, 375 с.
- 5 Прохоров, С.А. Прикладной анализ случайных процессов / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: СНЦ РАН, 2007. – 582 с.



АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ, РАБОТАЮЩЕЙ С КЛИЕНТАМИ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Применение различных технологий маркетинга позволяют компании достигать прибыльности и эффективности на рынке посредством осуществления планирования, организации работы, анализа и контроля результатов рыночной деятельности компании, ее конкурентов и ситуации на рынке.

Рассмотрим основные технологии маркетинга:

- таргетинг (целеполагание) – выделение по определенным параметрам целевую аудиторию, которой предназначается конкретный продукт компании, на которую рассчитана та или иная реклама этого продукта.

- анализ – технология, включающая в себя деятельность по исследованию и изучению рынка товаров и услуг, наличия и уровней спроса на те или иные продукты, товары, услуги, изучение в динамике ценовой политики на рынке, получение данных и определение отношения потребителей к определенным видам товаров с целью повышения спроса на товары компании.

- прогнозирование – одна из важнейших технологий маркетинга и представляет собой приемы и способы проведения маркетинговых исследований, в целях оценки перспективности рынка, возможностей его развития, отслеживания динамики цен и тенденций их изменения на период прогнозирования.

Таким образом, технологии маркетинга, применяемые компанией, позволяют ей работать на верно определенном рыночном сегменте, обеспечивать высокий уровень отклика определенной целевой категории потребителей благодаря изучению тенденций развития рынка и потребностей подписчиков. Но сбор и обработка результатов для оценки эффективности маркетинговой стратегии занимает от 30 до 70% рабочего времени менеджеров среднего и высшего звена. Так как эффективная маркетинговая стратегия становится ключевым фактором успеха, основным инструментом повышения скорости обработки данных становится использование автоматизированных систем управления.

Международный Образовательный Центр ОПТИМА СТАДИ (группа компаний) является ведущей российской компанией в сфере образования за рубежом. ОПТИМА СТАДИ является членом Ассоциации российских консультантов по образованию и Торгово-промышленной палаты РФ. ОПТИМА СТАДИ официально представляет на российском рынке ведущие учебные заведения Великобритании, Ирландии, США, Канады, Швейцарии, Австралии, Новой Зеландии, Франции, Германии, Испании, Италии, Мальты, Чехии, Китая и предлагает: изучение иностранных языков, академические программы, курсы повышения квалификации, тренинги и стажировки. Компания издает научно-



популярный, методический журнал на двух языках «МЕЖДУНАРОДНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ и ЯЗЫКИ». Журнал предназначен для руководителей и специалистов вузов, профессиональных и средних учебных заведений, а также широкого круга читателей, интересующихся различными аспектами международного. ОПТИМА СТАДИ ежегодно проводит международные образовательные выставки, конференции, семинары, дни открытых дверей и презентации зарубежных учебных заведений в крупных городах России.

Для автоматизации процессов отправки рассылки и получения статистики о ее эффективности для ОПТИМА СТАДИ автором разработана автоматизированная система, которая предназначена для сбора, хранения, группировки различной статистики и информации о действующих клиентах, их интересах и основных целевых группах пользователей.

Рассмотрим процессы предприятия, которые были автоматизированы:

- отправка Email и SMS рассылки пользователям;
- контроль за отправкой рассылки пользователям;
- создание единой для всех филиалов базы данных клиентов (подписчиков) и организация доступа к ней;
- создание единого интерфейса доступа к базе данных на базе программного пакета Microsoft Access;
- отображение статистики в графической форме;
- использование метода кластерного анализа для определения предпочтений целевых групп подписчиков.

При отправке рассылки необходимо:

- сформировать по выбранному параметру из БД список для рассылки;
- произвести рассылку, используя внутренние сервера или внешние сервисы;
- создать протокол отправки, лог файл и внести в БД информацию о рассылке;
- проинформировать о результате рассылки ответственного сотрудника компании.

Для контроля за отправкой рассылки:

- просмотр отчетов о рассылках;
- просмотр списка критических ошибок и предупреждений, созданных во время отправки рассылки;
- просмотр отчета о списке «мертвых адресов»;
- просмотр лог файлов с полным протоколированием рассылок.

Для создания единого интерфейса на базе программного пакета Microsoft Access были реализованы следующие функции:

- доступ, добавление, изменение и удаление информации из БД с учетом прав доступа пользователя;
- импорт и экспорт данных из таблиц и выборки в файлы офисных форматов;
- создание отчетов по стандарту организации для упрощения документооборота компании;



- просмотр общей статистики по отправке рассылок;
- редактирование параметров рассылок и классификация интересов подписчиков;
- авторизация пользователя и обеспечения целостности данных;
- возможность использования фильтров и выборок во время работы с информацией;

Для отображения статистики были созданы типовые формы с отчетами, диаграммами, графиками и трендами на наиболее популярные запросы к базе данных сотрудников компании. Это позволяет быстро получить тренд изменения динамики различных факторов. Используемая система кластерного анализа позволяет группировать клиентов на группы автоматически, что упрощает процесс управления подписчиками.

Модуль отправки и система управления им реализована на языке программирования высокого уровня С# в среде программирования Microsoft Visual Studio 2015, в качестве СУБД используется MySQL 5.5, клиентское приложение реализовано на языке VBA в программном пакете Microsoft Access.

Внедрение системы позволит снизить затраты на оплату услуг сервисов рассылки. Благодаря централизации системы и создания общего сервера с базой данных, каждый отдел компании может в любое время получить доступ к актуальной информации. Использование современных протоколов обмена сообщениями с Email серверами позволяет использовать уникально оформленные дизайнерский HTML и MIME контент в почтовых сообщениях, а также присылать брошюры, прайс листы, билеты и т.д. в качестве прикрепляемых файлов. Система формирует список «мертвых адресов», что позволяет вовремя связаться с клиентом и уточнить его данные. Создание типизированных отчетов, графических материалов и кластерный анализ значительно снизит время, которое сотрудники тратят на обмен документами и анализа необходимых данных, выделение целевых групп, актуальность рассылок и мнение аудитории.

Литература

- 1 Основные компоненты баз данных [Электронный ресурс]. – www.proger.org.ua/БД/ (дата обращения 27.10.2016).
- 2 Поиск в глубину [Электронный ресурс]. – <http://kvodo.ru/dfs.html> (дата обращения 20.10.2016 г.).
- 3 Структурные схемы [Электронный ресурс]. – <http://electricalschool.info/main/electroshemy/848-что-такое-структурная-skhema.html> (дата обращения 02.02.2015г.).
- 4 Зеленко, Л.С. Методические указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Программная инженерия» [Текст]/ Л.С. Зеленко. – Самара: СГАУ, 2012. – 51 с.
- 5 Академия Microsoft: Методы и средства инженерии программного обеспечения [Электронный ресурс]. – <http://www.intuit.ru/studies/courses/2190/237/lecture/6118> (дата обращения 17.01.2017 г.).



К.В. Сараева, И.В. Лёзина

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АЛГОРИТМОВ ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НА РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ВОЛЬТЕРРИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

В последние десятилетия все большее применение в различных областях находят нейронные сети. Способность нейронной сети к прогнозированию напрямую следует из ее способности к обучению. Необходимым условием для обучения является первоначальная инициализация синоптических весов нейронов.

Целью работы является исследование алгоритмов инициализации весовых коэффициентов для решения задачи прогнозирования при помощи нейронной сети Вольтерри.

Предметом исследования является выявление наилучшего алгоритма инициализации весовых коэффициентов, который позволит повысить качество прогнозирования.

Выходной сигнал сети Вольтерри можно представить формулой [1]:

$$y_n = \sum_{i=0}^L x_{n-i} \left(\omega_i + \sum_{j=0}^L x_{n-j} \left(\omega_{ij} + \sum_{k=0}^L x_{n-k} (\omega_{ijk} + \dots) \right) \right)$$

В работе были рассмотрены алгоритмы имитации отжига, эволюционные алгоритмы, и случайная инициализация.

Алгоритм имитации отжига - это общий метод решения задачи глобальной оптимизации. Он представляет собой алгоритмический аналог физического процесса управляемого охлаждения [1]. В настоящее время метод считается одним из немногих алгоритмов, позволяющих практически находить глобальный минимум функции нескольких переменных.

Эволюционные алгоритмы имитируют процессы наследования свойств живыми организмами и генерируют последовательность новых векторов W , содержащие оптимизированные переменные: $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$ [1]. Отдельные компоненты вектора могут кодироваться в двоичной системе или натуральными числами. После соответствующего масштабирования отдельные биты представляют значения конкретных параметров, подлежащих оптимизации.

Случайная инициализация приписывает случайные начальные значения весовым коэффициентам. Она должна обеспечить такую стартовую точку активации нейронов, которая лежала бы достаточно далеко от зоны насыщения. Это достигается путем ограничения диапазона разыгрываемых значений.

Для проведения исследования в работе используется сеть, решающая задачу прогнозирования временных рядов. Временной ряд разбивается на несколько выборок: обучающую, тестирующую и контрольную, которые подаются



ся на вход сети. Параметры модели подбираются таким образом, чтобы уменьшить погрешность прогнозирования [2, 3].

Для проведения вычислительных экспериментов были использованы показатели цен на нефть марки Brent и WTA за период с 31.12.2005 по 31.12.2016 [4].

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что случайная инициализация весовых коэффициентов дает результаты хуже, чем эволюционные алгоритмы и алгоритм имитации отжига. Сравнивая два последних алгоритма можно сказать, что при определенной настройке сети, они дают приблизительно равные результаты.

Литература

1. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации // Пер. с польского И.Д. Рудинского, М.: Финансы и статистика, 2002. – 79 с., 82 с., 87 с., 344 с.: ил.
2. Лихачева, Д.В. Автоматизированная система прогнозирования изменения курса валют на основе сети Вольтерри // XII Королёвские чтения: Международная молодёжная научная конференция: тезисы докладов, Самара: Издательство СГАУ, 2013. – С. 209 - ISBN 978-5-7883-0952-1
3. Лёзина И.В., Сараева К.В. Автоматизированная система прогнозирования нефтяных котировок нейронной сетью Вольтерри // Вестник научных конференций. 2016. №9(13). Ч.2.С. 68-69
4. Интернет-трейдинг "ФИНАМ" [Электронный ресурс]. - <https://www.finam.ru/>

В.Б. Сахибазарова, М.А. Кудрина

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ФРАКТАЛЬНОГО СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ ПАРАМЕТРОВ СЖАТИЯ

(Самарский университет)

В настоящее время сложно представить себе область деятельности человека, не включающую в себя, хоть в малой степени, необходимость обмена информацией по сети Интернет. При использовании сети важно учитывать два критерия: скорость передачи информации и объем передаваемых данных. Необходимо передать как можно больше информации в сообщении наименьшего размера. В случае передачи графической информации используются различные методы сжатия изображений для уменьшения объема передаваемых данных.

В данной работе рассматривается алгоритм фрактального сжатия изображений, основанный на том, что мы представляем изображение в более компактной форме – с помощью коэффициентов системы итерированных функций Iterated Function System (IFS). IFS представляет собой набор трехмерных аффинных преобразований, переводящих одно изображение в другое. Преобразо-



ванию подвергаются точки в трехмерном пространстве (x_координата, y_координата, яркость) [1].

По своей сути, фрактальное сжатие (или фрактальная компрессия) – это процесс поиска самоподобных областей изображения и определения для них параметров аффинных преобразований.

Для реализации алгоритма компрессии необходимо учитывать следующие правила:

1) исходное изображение разбивается на подобласти, которые представляют из себя квадраты, называемые *ранговыми блоками*. Ранговые блоки пересекаться не могут;

2) на исходном изображении выделяются *домены* – совокупности четырех ранговых блоков. Домены могут пересекаться. Все ранговые блоки и домены – это квадраты со сторонами, параллельными изображению;

3) для каждого рангового блока производится попытка найти на изображении домен, такой чтобы этот домен можно было преобразовать в ранговый блок при помощи аффинных преобразований;

4) перевод домена в ранговый блок производится с помощью поворота домена на 0° , 90° , 180° , 270° и с помощью зеркального преобразования;

5) при переводе доменной области в ранговую, ее линейный размер уменьшается в 2 раза;

б) изменение яркости производится кратно некоторому коэффициенту;

7) совпадение преобразованного домена с ранговым блоком может производиться при помощи среднеквадратичного отклонения:

$$\sum (x_{\text{дом}} - x_{\text{блк}})^2 < \varepsilon_{\text{доп}},$$

где $x_{\text{дом}}$ – точка в домене; $x_{\text{блк}}$ – точка в блоке; $\varepsilon_{\text{доп}}$ – пороговое значение «похожести»;

8) если же для некоторого рангового блока не было найдено ни одного удовлетворяющего среднеквадратичному отклонению домена, то ранговый блок разбивается на 4 подобласти, и для каждой из них ищутся домены;

9) координаты, которые будут сохраняться в файл:

- координата 2 числа;
- 3 бита (номер аффинного преобразования);
- изменение яркости.

При фрактальном сжатии может использоваться несколько различных алгоритмов разбиения на ранговые блоки; также программная реализация сжатия отличается для цветных изображений и изображений в градациях серого.

Для проведения данного исследования была разработана программа, производящая фрактальное сжатие изображения в градациях серого с использованием алгоритма разбиения изображения на множество блоков фиксированного размера.

Исследование проводилось над изображением, сохраненным в размерах 64×64 , 160×160 и 312×312 . Исследовалась зависимость времени сжатия от раз-



мера рангового блока и коэффициента компрессии ϵ (порогового значения «похожести»).

Результаты исследований можно видеть на следующих рисунках.

Как видно из рисунка 1 уменьшение или увеличение рангового блока не может гарантированно уменьшать или увеличивать время компрессии. Из сравнения рисунков 1 и 2 можно сделать вывод, что размер рангового блока влияет на общую тенденцию изменения времени компрессии (которая для каждого изображения индивидуальна и может зависеть от степени его «детальности»), а коэффициент компрессии влияет на качество сжатия и, как следствие на время компрессии (чем ниже коэффициент, тем чаще ранговый блок разбивается на подобласти и тем больше доменных блоков приходится искать). Из рисунка 3 следует что увеличение коэффициента компрессии для любого размера изображения приводит к уменьшению времени компрессии.

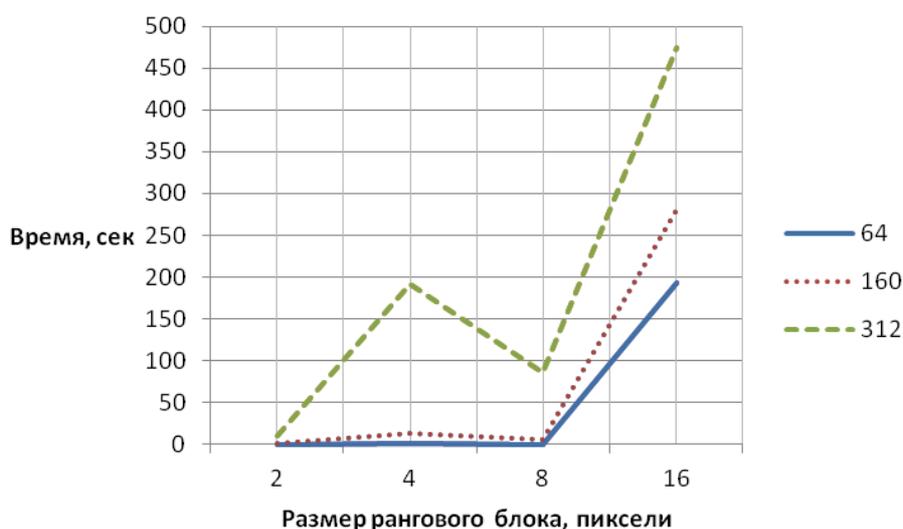


Рисунок 1 – Зависимость времени компрессии изображений разных размеров от размера рангового блока

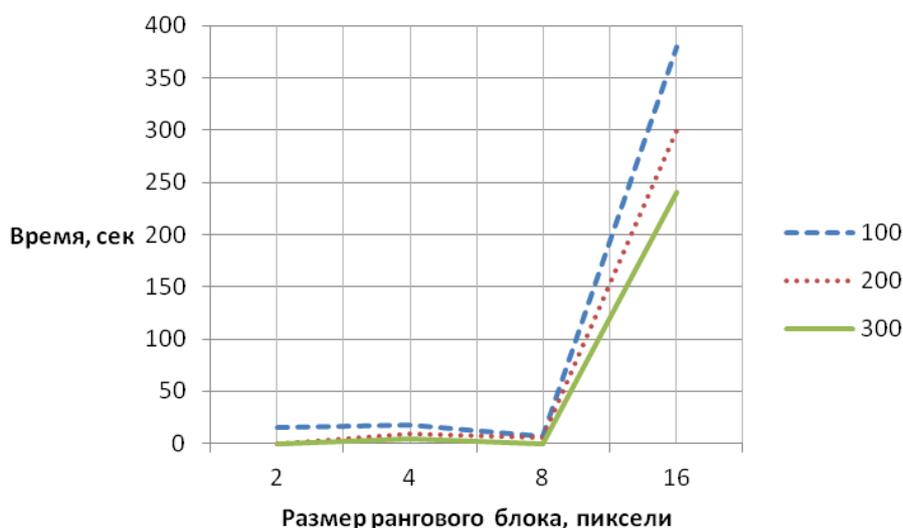


Рисунок 2 – Зависимость времени компрессии изображения размером 160×160 от размера рангового блока и коэффициента компрессии

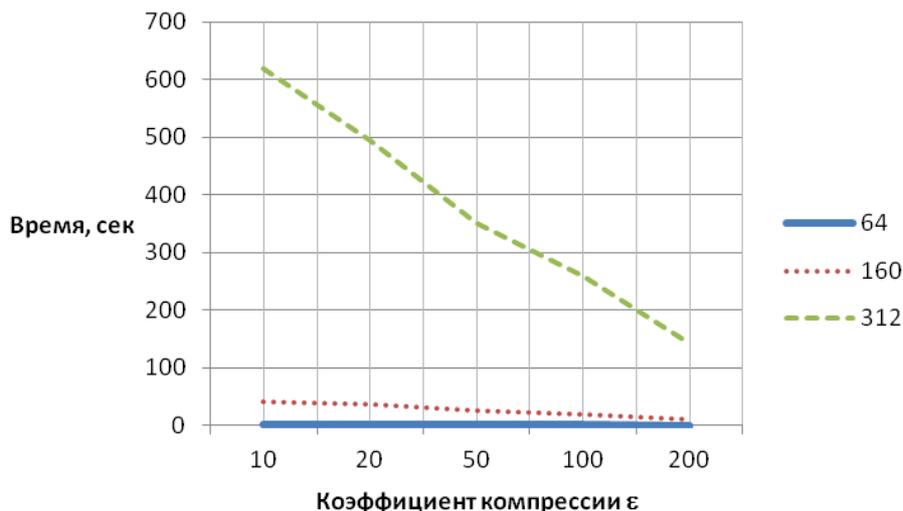


Рисунок 3 – Зависимость времени компрессии изображений разного размера от коэффициента компрессии.

Литература

1 Кудрина М.А., Климентьев К.Е. Компьютерная графика. – Издательство СГАУ, 2013. – 140 с.

В.А. Семенова

ПОСТРОЕНИЕ ФОРМАЛЬНЫХ ОНТОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Сложные информационные системы результативны лишь при надежном и согласованном представлении их предмета. Систематизация, разработка и использование соответствующих информационных моделей составляют современное содержание *онтологического подхода* в вычислительных науках.

В отличие от философии онтология в информатике описывает некоторую ограниченную сферу знания, *предметную область* (ПрО). Различают лингвистические и *формальные онтологии*, где последние наследуют парадигму моделей и методов представления знаний, разработанных в искусственном интеллекте [1]. В простом случае онтология описывает ПрО с помощью совокупности формальных понятий и неоднородных связей между ними.

Сегодня можно указать три основных пути разработки онтологий [2]:

- прямая формализация опыта и знаний экспертов [3];
- синтезирование актуальных онтологий в результате человеко-машинных процедур конкретизации, композиции/декомпозиции апробированных формальных онтологий, их прототипов разного уровня и направленности [4];
- автоматический «вывод» формальных онтологий из доступных эмпирических данных. Эти данные рассматриваются как результат измерений



свойств объектов исследуемой ПрО и сводятся в стандартизованные таблицы «объекты-свойства» (ТОС) [5], анализ которых приводит к выявлению понятийной структуры ПрО. Наиболее результативные методы этого направления опираются на анализ формальных понятий (АФП) [6-9].

Рассматривая третий путь построения формальных онтологий - *онтологический анализ данных* (ОАД), - важно подчеркнуть иную, чем в других случаях роль субъекта онтологического инжиниринга («онтолога»). Фактически его основной задачей становится выдвижение гипотез о свойствах объектов исследуемой ПрО и затем априорное комплектование арсенала измерительных процедур в самом широком смысле: органов чувств, вербальных возможностей экспертов, искусственных сенсоров, приборов, систем и т.д.), с помощью которых интересующая его ПрО будет зондироваться.

В соответствии с общими положениями теории измерений ОАД основывается на том, что всякое измерение свойства объекта может дать особый результат «None», свидетельствующий о нахождении значения измеряемого свойства за порогами чувствительности, вне динамического диапазона средства измерений. В АФП считается, что подобная фиксация семантического несоответствия исследуемого объекта и измерительной процедуры является результатом фундаментального когнитивного приема - концептуального шкалирования [6].

«None-концепция» позволяет естественным образом преобразовать ТОС в совокупность оценок истинности базовых семантических суждений (БСС) о ПрО b_{xy} = «объект x обладает свойством y »: $\|b_{xy}\| \in \{\text{Истина, Ложь}\}$.

Именно на обработку таких данных ориентирован АФП, в котором используются следующие обозначения и модели:

- $K = (G^*, M, I)$ – *формальный контекст* (ФК), где $G^* = \{g_i\}_{i=1, \dots, r}$, $r = |G^*| \geq 1$ - набор объектов исследуемой ПрО, попавших в поле зрения исследователя, $M = \{m_j\}_{j=1, \dots, s}$, $s = |M| \geq 1$ - множество измеряемых у объектов свойств, I – бинарное соответствие «объекты-свойства», т.е. совокупность оценок $\|b_{ij}\| \in \{\text{Истина, Ложь}\}$;

- операторы Галуа φ, ω (общая нотация «'») для контекста K :
 $\varphi(X) = X' = \{m_j \mid m_j \in M, \forall g_i \in X: (g_i, m_j) \in I\}$ - общие свойства объектов, составляющих $X \subseteq G^*$;

- $\omega(Y) = Y' = \{g_i \mid g_i \in G^*, \forall m_j \in Y: (g_i, m_j) \in I\}$ - объекты, которые обладают всеми свойствами из $Y \subseteq M$;

- (X, Y) – формальное понятие, у которого $X \subseteq G^*$ - объем, $Y \subseteq M$ - содержание, причем $X = Y', Y = X'$;

- $B(K)$ - множество формальных понятий контекста K ;

- $(B(K), \leq)$ – замкнутая решетка понятий, где $(X_1, Y_1) \leq (X_2, Y_2)$, если $X_1 \subseteq X_2$, или эквивалентно $Y_1 \supseteq Y_2$.

Естественную на практике многозначность оценок истинности БСС вызывает неполнота данных о ПрО (неточность, противоречивость, неопределенность и т.п.), которая вызывается реалиями накопления эмпирической информации. Поэтому в качестве адекватной модели исходных данных предлагается



обобщенная ТОС, описываемая кортежем

$$(1) \quad (G^*, M, Se, Pr, A),$$

где:

- Se - множество всех выполненных при зондировании ПрО серий измерений;
- Pr - арсенал всех используемых при зондировании ПрО процедур измерения;
- $A = (a_{ij})_{i=1, \dots, m; j=1, \dots, n}$ - матрица результатов серий измерений Se свойств M у объектов из выборки G^* , выполненных с помощью процедур измерения Pr . Элементами этой матрицы могут быть константы **X** и **None**, а также еще две лингвистические константы. Константа **Failure** фиксирует отказ, сбой измерительного средства, воздержание при голосовании и т.п. Константа **NM** (*not measured*) указывает, что в действительности в рассматриваемой серии измерений отдельная процедура измерения не использовалась.

Задачей первичной обработки такой исходной эмпирической информации является извлечение оценок БСС $\|b_{ij}\|$. В [7] на основе модели (1) и моделей векторной логики V^{TF} [8] дан метод построения ФК **K** с *нестрогим* соответствием I , которое образуют векторные оценки истинности $\|b_{ij}\| \in \langle b^+_{ij}, b^-_{ij} \rangle$, $b^+_{ij}, b^-_{ij} \in [0, 1]$, где компонент b^+_{ij} - *Истина* - формируется свидетельствами, подтверждающими БСС, а компонент b^-_{ij} - *Ложь* - отрицающими БСС.

Эффективные методы вывода понятийной структуры ПрО из «мягких» ФК основаны на их предварительной α -аппроксимации при задании экспертом порога доверия к исходным данным. Затем к полученным бинарным контекстам применяются апробированные АФП-методы вывода понятий. Однако в [9] показано, что в общем случае этот подход оказывается некорректным, поскольку стандартное α -сечение «мягкого» соответствия «объекты-свойства» «слепо» к *зависимостям* между измеряемыми свойствами объектов ПрО.

Общие модели подобных зависимостей предложены в [10]. Принимается, что пара свойств $m_j, m_k \in M, j \neq k$ для любого объекта ПрО может быть:

- *несовместимой*, если, обладая свойством m_j , объект g_i заведомо не обладает свойством m_k , и наоборот, т.е. $E(m_j, m_k) \leftrightarrow \forall g_i \in G^*: m_j \in \{g_i\}' \rightarrow m_k \notin \{g_i\}'$;
- *обусловленной*, если, обладая свойством m_j , объект g_i непременно обладает свойством m_k (хотя обратное может быть неверно), т.е. $S(m_j, m_k) \leftrightarrow \forall g_i \in G^*: m_j \in \{g_i\}' \rightarrow m_k \in \{g_i\}'$.

Так, в результате концептуального шкалирования в ТОС возникают непересекающиеся подмножества попарно несовместимых свойств - *группы концептуально сопряженных свойств* (ГКСС).

Важно подчеркнуть, что рассматриваемые зависимости между свойствами известны субъекту, строящему формальное описание ПрО, *априори*, т.к. субъект является «владельцем» арсенала процедур измерения свойств и, обладая об этих инструментах достаточно полной информацией, может и должен знать об определенных связях между результатами измерения одного и того же объекта.

Основу алгоритмического обеспечения ОАД составляют реализации сле-



дующих методов:

- формирование НФК на основе обобщенной ТОС;
- построение бинарного ФК путем *рационального* α -сечения НФК;
- вывод формальных понятий с выявлением отношения *обобщения* на их множестве;
- трансформация решетки формальных понятий в формальную *онтологию*.

Элементами научной новизны в разной степени обладают все перечисленные этапы. Второй в этом смысле - наиболее существенный, и развитие соответствующей методики составляет основное содержание работы, результаты которой представляются в данном докладе. Идея метода построения корректной α -аппроксимации *нестрогого* ФК (НФК) предусматривает замену работы с общим порогом доверия α выбором *индивидуальных* порогов доверия к *определённым* фрагментам нестроного соответствия I , характеризующим *каждый* объект $g_i \in G^*$ [11]. Для ее реализации предложены двухуровневая модель ограничений существования свойств и результативный эвристический метод [12]. Соответствующий алгоритм имеет двухэтапную структуру, когда α -сечение НФК производится сначала для каждой множественной ГСС всех объектов $g_i \in G^*$, затем для множества всех протосвойств объектов обучающей выборки.

Собственно формальная онтология строится на заключительном этапе ОАД, который заключается в трансформации решетки формальных понятий, полученной с помощью базовых алгоритмов АФП [11].

В полном объеме представленный методический комплекс предполагается внедрить в разрабатываемую в Институте проблем управления сложными системами РАН систему семантического моделирования и проектирования на массовой программной платформе [13].

Литература

1. Искусственный интеллект. – В 3-х кн. Кн. 2. Модели и методы: Справочник / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.
2. Смирнов, С.В. Онтологическое моделирование в ситуационном управлении // Онтология проектирования. – 2012. - №2(4). - С. 16-24.
3. Гаврилова, Т.А. Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы / Т.А. Гаврилова, Д.И. Муромцев. – СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента»; Изд. дом СПбГУ, 2008. – 488 с.
4. Ломов, П.А. Автоматизация синтеза составных онтологических паттернов содержания // Онтология проектирования. - 2016. - Т. 6, №2(20). - С. 162-172.
5. Загоруйко, Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний / Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск: Институт математики СО РАН, 1999. – 270 с.
6. Ganter, B. Formal Concept Analysis. Mathematical foundations / B. Ganter, R. Wille. - Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1999. - 290 p.
7. Смирнов, С.В. Нестрогий анализ формальных понятий / С.В. Смирнов // Знания – Онтологии – Теории: Материалы Всероссийской конф. с междуна-



родным участием (6-8 октября 2015 г., Новосибирск, Россия). Т. 2.– Новосибирск: Институт математики СО РАН, 2015. - С. 142-150.

8. Аршинский, Л.В. Векторные логики: основания, концепции, модели / Л.В. Аршинский. - Иркутск: Иркутский гос. ун-т, 2007. – 228 с.

9. Офицеров, В.П. Метод альфа-сечения нестрогих формальных контекстов в анализе формальных понятий / В.П. Офицеров, В.С. Смирнов, С.В. Смирнов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XVI международной конф. (30 июня - 03 июля 2014 г., Самара, Россия). – Самара: СамНЦ РАН, 2014. - С. 228-244.

10. Lammari, N. Building and maintaining ontologies: a set of algorithms / N. Lammari, E. Metais // Data & Knowledge Engineering. – 2004. - Vol. 48(2). - P. 155-176.

11. Kovartsev, A.N. Intelligent Design of Class Structure Model based on Ontological Data Analysis / A.N. Kovartsev, V.S. Smirnov, S.V. Smirnov // Труды ИСП РАН. 2015. Т. 27. Выпуск 3. – с.73-86.

12. Семенова, В.А. Семантическая идентификация объекта в задачах концептуального моделирования / В.А. Семенова, С.В. Смирнов // Перспективные информационные технологии: Труды международной науч.-тех. конф. (25-28 апреля 2016 г., Самара, Россия). – Самара: Самарский гос. аэрокосмический ун-т, 2016. – С. 330-332.

13. Смирнов, С.В. Опыт создания средств семантического моделирования и проектирования на массовой программной платформе / С.В. Смирнов // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: Материалы V международ. науч.-тех. конф. (19-21 февраля 2015 г. Минск, Беларусь) – Минск: БГУИР, 2015. – С. 413-416.

А.И. Строков, А.А. Бардасов, П.А. Львов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КАЛИБРОВКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ

(Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.)

Процедура калибровки, отладки и настройки датчиков [1] занимает длительное время (порядка недели), поэтому при ручном управлении этим процессом тратится время работника, что очень непроизводительно на данном этапе. При этом, системы полного контроля качества чувствительных элементов (ЧЭ) как одного из основных элементов датчика, реально не существует. Поэтому контроль производится либо визуально, либо по упрощённой процедуре. Вследствие этого получение полной информации о качестве, точности и других важных характеристиках, становится невозможным. В то же время сборка датчика с некачественным или несоответствующим по точности ЧЭ порождает очевидные издержки и дополнительные трудозатраты, неэффективность кото-



рых обнаружится только в конце производственного цикла. Поэтому система автоматизированного контроля позволяет:

- заблаговременно определить качество ЧЭ;
- отбраковать ненадлежащие по точности ЧЭ уже на этапе контроля комплектующих;
- определить потенциально достижимую точность датчика, получаемого из данного ЧЭ, и, соответственно, определить область применения данного ЧЭ по классу точности.

Калибровка датчика давления [1] подразумевает сбор и обработку измерительной информации с чувствительного элемента в широком диапазоне температур (от -70°C до $+150^{\circ}\text{C}$) и заданном диапазоне давлений. На участке испытаний имеются специальные климатические камеры для испытаний в диапазонах температур от -70°C до $+160^{\circ}\text{C}$. Это подразделение оснащено прецизионными калибраторами давления. При высоком давлении используются цифровые манометры с точностью от 0,05% до 0,005%. В качестве источника давления используются высокоточные задатчики давления. Питание поступает от программируемого источника питания постоянного тока серии АКПП.

Электронная схема датчика осуществляет преобразование данных с ЧЭ (напряжения, тока, частоты сигнала) в цифровой код, соответствующий измеренному давлению. Поэтому идея испытания ЧЭ состоит в создании виртуальной электронной схемы интеллектуального датчика давления для работы с реальными данными, поступающими с ЧЭ, реализующей те же алгоритмы, что и электроника реального датчика. Использование этого механизма позволит оценить потенциальные характеристики чувствительных элементов. Алгоритмическое и программное обеспечение автоматизированной системы сбора измерительных данных и управления процессом калибровки и диагностики ЧЭ датчиков давления включает два основных модуля:

- автоматизированная система сбора и хранения данных с чувствительных элементов давления,
- автоматизированная система управления процессом калибровки и диагностики ЧЭ датчиков давления (виртуальных датчиков давления).

Программное обеспечение системы автоматизированного контроля анализа чувствительных элементов датчиков давления написано на объектно-ориентированном языке программирования C# в среде разработки «Microsoft Visual Studio Ultimate 2013».

Для сбора данных с ЧЭ в форме сигнала напряжения используется сканер каналов универсального вольтметра В7-78/1 [2]. К данному вольтметру с помощью сканера можно подключить до 20 устройств для считывания аналогового сигнала. Компьютер взаимодействует с вольтметром на основе системы команд SCPI [3]. Библиотека «NI-VISA» применяется для обмена информацией между компьютером и вольтметром через интерфейс USB. Библиотека «Visa», предназначенная для сбора измерительной информации с ЧЭ посредством вышеописанного устройства, написана на языке программирования C# с использованием библиотеки «NI-VISA». Она входит в состав программного модуля, ответст-



венного за сбор и хранение данных с чувствительных элементов давления и является основным компонентом модуля, а так же может использоваться в любых других приложениях. В ней присутствует множество абстрактных классов для общего описания каждого из типов устройств. Она содержит в себе класс-менеджер по подключению и синхронизации всех подключённых устройств. Он может отслеживать все подключения и отключения устройств и генерировать события-оповещения.

С целью возможности расширения шаблона разделения бизнес-логики и работы с данными Data Access Layer (DAL) был добавлен ряд архитектурных принципов, которые позволяют предприятию осуществлять контролируемую (управляемую) замену или добавлять технологии хранения данных, не зависимо от их разновидности. Соответствующий модуль использует Entity Framework Code First – объектно-ориентированную технологию на базе фреймворка .NET для работы с данными. Сервис DataServices направлен на обеспечение промежуточного управления данными для предоставления их более высокому уровню приложения от транспортного уровня (транспортный уровень также называют уровнем доступа к данным). Проблема разделения логики основного приложения от логики взаимодействия с устройствами была решена при помощи создания отдельного модуля «Devices» со специально разработанной архитектурой. Из-за установки нового или смены старого устройства, в связи с истечением срока его амортизации, инструмент управления устройствами может изменяться с течением времени. Проблема разделения бизнес-логики и управления устройствами была решена созданием отдельного модуля DeviceServices, который построен на основе паттерна Service Layer. В сервисе реализованы основные методы автоматического контроля и управления устройствами.

Второй модуль системы автоматизированного контроля анализа ЧЭ реализует виртуальную электронную схему интеллектуального датчика давления и режимы обработки измерительных данных (режим сбора данных, режим корректировки данных, режим калибровки ЧЭ, режим диагностики ЧЭ). Программные модули, реализующие виртуальную электронную схему интеллектуального датчика давления входят в состав виртуальной схемы коллектора «CalibCollector» и описаны в библиотеке Core. С целью улучшения разделения ответственности между верхними уровнями приложения (в презентационной логике) и построения интерфейса верхний слой был разделён по принципу шаблона проектирования «Model View Presenter». Связи интерфейсов с представлениями описаны в отдельном классе Bootstrapper.cs по принципу Dependency Injection.

Управление системой осуществляется оператором. Оператором проводится настройка параметров системы и создаётся виртуальный коллектор, который включает определённое количество виртуальных датчиков давления. На протяжении всего процесса сбора и обработки данных предусмотрено журналирование, которое позволяет оператору отследить и проанализировать работу системы. Сбор и обработка данных системой проходит в определённой после-



довательности. Основная работа приложения начинается с запуска оператором процесса сбора измерительных данных.

Обработка полученных данных начинается с корректировки полученных данных. Алгоритм корректировки измерений позволяет исключить случайные влияния, приводящие к асимметричным выбросам в измерениях, что в свою очередь, предоставляет возможность успешно провести дальнейшую калибровку ЧЭ. После корректировки, данные записываются в таблицу базы данных. Для калибровки ЧЭ в автоматизированной системе контроля используется современный алгоритм нахождения функции зависимости выходного сигнала чувствительного элемента (виртуального датчика давления) от входного давления и окружающей температуры [4]. В качестве входных данных модуля используются скорректированные измеренные вольтметром данные в виде массива напряжений и информация о существующих настройках автоматизированной системы и оборудования, а также характеристиках виртуального датчика, полученных с базы данных. По окончании режима калибровки ЧЭ, на главной форме приложения отображается таблица найденных в процессе калибровки коэффициентов полиномиальных зависимостей. Коэффициенты полиномов, полученные в процессе калибровки, далее используются на этапе оценки качества ЧЭ. В исследуемых диапазонах температур и давлений проводится следующая процедура:

1. Задаются температура и давление, которые считаются истинными.
2. С помощью датчика снимается сигнал U . По этому значению и температуре вычисляется давление на основе данных калибровки, которое считается измеренным.

3. Вычисляется отклонение результата измерений от истинного давления. Вычисляются абсолютные и относительные погрешности измерений.

Пункты 1. – 3. повторяются для всех давлений и температур из исследуемых диапазонов. Сравнение значений проводится в цикле по ряду точек измерения давления. Основная диагностическая информация представляется в виде ряда таких значений, как:

- максимальная абсолютная ошибка;
- максимальная относительная ошибка;
- средняя абсолютная ошибка;
- средняя относительная ошибка.

Полученные значения для каждого ЧЭ заносятся в таблицу на форме и при необходимости записываются в диагностический файл. На основании полученных вышеперечисленных значений и сопутствующей документации оператором проводится анализ характеристик ЧЭ и сравнение ряда полученных значений с их допустимыми нормами. Исходя из этого, оператор определяет класс точности чувствительных элементов и выносит вердикт о пригодности каждого из них.

Описанная автоматизированная система была успешно апробирована/реализована в Энгельсском опытном конструкторском бюро «Сигнал» им. А.И. Глухарева [5], которое занимается разработкой и производством высоко-



точных датчиков давления для авиакосмической отрасли. Система автоматизированного контроля калибровки, отладки и настройки чувствительных элементов датчиков давления позволила многократно сократить время, затрачиваемое на отладку и настройку чувствительных элементов датчиков давления, проводимую на участке испытаний датчиков, а также избежать издержек и дополнительных трудозатрат при калибровке в широком диапазоне температур измерительных систем, в состав которых входят датчики давления. Система также позволяет в перспективе модифицировать уже имеющиеся и добавлять дополнительные компоненты, не затрагивая основной логики системы.

Литература

1. Датчики давления [Электронный ресурс] : ОАО ЭОКБ «Сигнал» им. А.И. Глухарева URL: <http://dimes.ru/index.php/2012-01-31-07-30-06.html>
2. Вольтметр универсальный В7-78/1 Руководство по эксплуатации. АК ИП ЗАО "ПриСТ", 100с.
3. Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения «Обзор – 304», «Обзор – 804» Руководство программиста Команды SCPI. Второе издание РП 6687–075–21477812–2010, 273с.
4. Львов П.А. Методика компенсации температурной погрешности интеллектуальных датчиков давления / А.Ю. Николаенко, А.А. Львов, П.А. Львов, et.al. // Вестник СГТУ. 2014. № 4 (77). – С. 154-160.
5. Львов, А.А. Компенсация температурной погрешности интеллектуальных датчиков давления / А.Ю. Николаенко, А.А. Львов, П.А. Львов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество»: в 2-х т., 2014, Т. 2. – С. 57-59.

К.Н. Ловцов, Н.С. Сухов, В.Б. Цеханский

МЕТОД НАИМЕНЬШЕГО ДЕЙСТВИЯ В ЗАДАЧЕ МАРШРУТИЗАЦИИ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЕЙ (Самарский университет)

Самоорганизующиеся сети — это беспроводные децентрализованные сети, не имеющие постоянной структуры. На данный момент являются развивающимся классом сетей, имеющих ряд преимуществ перед традиционными сетями. Наибольший интерес представляют самоорганизующиеся сети типа MANET [10], где в качестве узлов выступают мобильные устройства. Но в виду своей динамичности, имеет такой недостаток, как сложность построения маршрута. Маршрут – это последовательность узлов, по которым происходит пересылка данных между узлом-отправителем и узлом-получателем.

Построение маршрута в сетях MANET может производиться двумя способами: используя сведения о соединениях узлов в сети и используя географические данные о местонахождении узлов в пространстве, получаемые посредст-



вом GPS. Протоколы маршрутизации, использующие данные подходы делятся на топологические и географические соответственно [11].

При использовании топологических протоколов маршрут составляется при помощи широковещательной рассылки служебных сообщений, с информацией о текущей топологии сети. Узел отправитель является первым в этой цепи, затем соседние узлы, узнав о расположении своих доступных соседей, осуществляют рассылку. И так до тех пор, пока не будет найден узел-получатель.

Географические протоколы совершают рассылку пакетов узлам, находящимся, в определенной области в пространстве, относительно узла отправителя. Область, в которую отправляются служебные сообщения, определяется протоколом.

Однако, количество возможных маршрутов может быть несколько и необходимо выбрать оптимальный. В зависимости от задачи, отдается предпочтение разным свойствам маршрута, таким как скорость отправки, краткость пути, надежность доставки и т.д.

Для выбора наилучшего маршрута в сетях MANET, как и в проводных сетях, используется понятие «метрики». Метрика – это численная характеристика маршрута, при этом выбирается тот маршрут, у которого значение метрики принимает минимальное значение. При составлении метрик, могут учитываться следующие параметры [1]:

- количество хопов(пересылок) между узлом отправки и узлом назначения
- задержка
- остаток энергии в узлах
- пропускная способность канала
- надежность передачи и т.д.

Основные топологические (topology-based) протоколы маршрутизации в сетях MANET: AODV [2], DSR [3], DSDV [4], OLSR (начиная с версии 2, протокол использует метрику, основанную на проверке состояния канала связи (link-based)) [5], которые используют данные параметры в следующих метриках [6] [7]:

1) Link Quality Level (LQL) – уровень качества соединения применяется для количественной оценки надежности, используя дискретное значение, от 0 до 7, где 0 означает, что качество соединения неизвестно, 1 – высший уровень качества, 7 – низший.

2) Expected Number of Transmissions (ETX). Метрика ETX – это количество передач, которые узел рассчитывает произвести, чтобы успешно доставить пакет к месту назначения.

3) Expected Transmission Time (ETT) – ожидаемое время передачи, является расширением ETX. ETT всего пути – сумма ETT для отдельных соединений, составляющих этот путь.

4) Weighted Cumulative Expected Transmission Time (WCETT). Взвешенное совокупное ожидаемое время передачи (WCETT) является расширением ETT.



5) Metric of Interference and Channel switching (MIC). Метрика помех и коммутации каналов (MIC) Учитывает помехи между различными потоками и внутри одного потока.

6) Interference-Aware Routing Metric (IAR) – основывается на загруженности канала, путем сбора информации на MAC уровне.

7) Airtime Link Cost (ALC) – метрика времени передачи по беспроводному каналу. Введена стандартом IEEE 802.11s, обязательна для совместимости всех устройств в рамках данного стандарта.

Более подробно метрики представлены в Таблице 1:

Для географических протоколов в качестве метрики используется количество хопов между узлами. Наиболее распространенный протокол – GPSR [8].

Недавно были представлены другие алгоритмы маршрутизации, например, в работе [9] был предложен алгоритм, основанный на потенциальном принципе, в качестве метрики было выбрано значение электрического потенциала на маршруте. Выбирается маршрут, у которого сумма минимальна.

Также в работе [12] новый подход для создания протокола маршрутизации, основанный на методе окрестностей, который также имеет свою метрику.

В качестве величины для минимизации используется $\sum_i \frac{1}{\sqrt{N_i - 1}}$, где N_i – количество соседей в i – той окрестности.

Таблица 1 – Основные метрики и их количественное представление

Метрика	Величина, подлежащая минимизации	Обозначения
ETX	$ETX = \frac{1}{D_f * D_r}$	D_f - вероятность получения пакета соседним узлом D_r - вероятность получения пакета подтверждения
ETT	$ETT = ETX * \frac{S}{B}$	S – средний размер пакета B – пропускная способность соединения
WCETT	$WCETT_p = (1 - \alpha) * \sum_{i \in p} ETT + \alpha * \max_{i j \neq k} X_j$	X_j - сумма ETT соединений, в каналах j α – настраиваемый параметр, $0 \leq \alpha \leq 1$
IAR	$IAR = \frac{1}{1 - \alpha_{ub}} * \frac{S}{B}$ $\alpha_{ub} = \frac{T_{Wait} + T_{Collision} + T_{Backoff}}{T_{Wait} + T_{Collision} + T_{Backoff} + T_{Success}}$	Где – это время, потраченное на: Wait – ожидание Collision – преодоление коллизий Backoff – ожидание повторной отправки Success – время успешной отправки пакета
ALC	$ALC = \left(O + \frac{B_t}{r} \right) (1 - ef)$	O – накладные расходы доступа к каналу, включающие заголовки пакетов, кадры протоколов доступа и т.д – в единицах времени. B_t – количество битов в тестовом пакете r - скорость передачи данных в канале (Мбит/с) ef - вероятность возникновения ошибки (измеряется экспериментально на пакетах длиной B_t)



Литература

1. Routing Metrics Used for Path Calculation in Low-Power and Lossy Networks (RFC 6551). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6551/>
2. Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing (RFC 3561). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt>
3. The Dynamic Source Routing Protocol (DSR) for Mobile Ad Hoc Networks for IPv4 (RFC 4728). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc4728>
4. Perkins C. E., Bhagwat P. Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers //ACM SIGCOMM computer communication review. – ACM, 1994. – Т. 24. – №. 4. – С. 234-244.
5. The Optimized Link State Routing Protocol Version 2 (RFC 7181). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc7181>
6. Kisara V. A new routing metric for wireless mesh networks. – 2010.
7. Zhao L., Al-Dubai A. Y. Routing metrics for wireless mesh networks: a survey //Recent Advances in Computer Science and Information Engineering. – Springer Berlin Heidelberg, 2012. – С. 311-316.
8. Karp B., Kung H. T. GPSR: Greedy perimeter stateless routing for wireless networks //Proceedings of the 6th annual international conference on Mobile computing and networking. – ACM, 2000. – С. 243-254.
9. В.Б. Цеханский, К.Н. Ловцов, Н.С. Сухов. Потенциальное поле и принцип жадного продвижения. //Труды Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии». – 2016. – С. 459-461.
10. Han L. Wireless Ad-hoc Networks //Wireless personal Communication journal. – 2004. – Т. 4.
11. Latiff L. A. et al. Directional routing protocol in wireless mobile ad hoc network. – INTECH Open Access Publisher, 2010.
12. А.М. Сухов, Д.Ю. Чемоданов. Метод окрестностей в сенсорных сетях //ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ. – 2014. – №. 4. – С. 42-48.



О.В Пономарева, А.В. Пономарев, Д.Р. Гиззатуллин

ДИСКРЕТНО-ЧАСТОТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

(Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова)

В теории спектрального и векторного анализа¹ электрических измерительных сигналов (ЭИС) [1-3] широко применяется теоретическое понятие: *дискретно-временное преобразование Фурье (ДВПФ)*. ДВПФ некоторой последовательности $y(n)$, $n = \overline{-\infty, +\infty}$, определяется как ее z -преобразование на единичной окружности:

$$S_y(f) = S_y(z) \Big|_{z=\exp(+j2\pi f)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} y(n) \cdot \exp(-j2\pi \cdot f \cdot n), -1/2 \leq f \leq 1/2. \quad (1)$$

Таким образом, ДВПФ последовательности $y(n)$ ставит в соответствие ей непрерывный спектр $S_y(f)$.

Теория ДПФ [1-8] базируется на трех основных и взаимосвязанных положениях: определение сигнала на конечном интервале (N -интервале), определение сдвига сигнала как циклической перестановки его отсчетов и определение полной системы дискретных экспоненциальных базисных функций W_N^{kn} :

$$S_N(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{kn}; \quad W_N = \exp(-j2\pi / N), \quad k = \overline{0, (N-1)}. \quad (2)$$

Сопоставляя соотношения (1) и (2), несложно установить, что коэффициенты ДПФ $S_N(k)$ равны значениям ДВПФ *взвешенной периодической последовательности* $x_p(n)$, определяемой циклической перестановкой отсчетов последовательности $x(n)$, $n = \overline{0, N-1}$ внутри N -интервала (*взвешенное ДВПФ*) в точках $2\pi k / N$, $k = \overline{0, N-1}$ на единичной окружности (рис. 1).

При практическом применении ДПФ возникает ряд проблем, появление которых связано с проявлением специфических эффектов, сопровождающих его использование [4]. Отметим главный из них – *эффект частотола в частотной области*, суть которого в том, что ДПФ не дает ответа на вопрос: каковы значения спектра, определяемого взвешенным ДВПФ, между отсчетами $2\pi k / N$; $k = \overline{0, N-1}$ на единичной окружности?

¹ При одной группе измерений требуется получение полной информации о частотах, амплитудах и фазах синусоидальных составляющих исследуемого сигнала. Такого рода анализ сигнала называется векторным анализом. Другая не менее обширная группа измерений не включает определения фазовых соотношений между синусоидальными составляющими. Такого рода анализ сигнала называется спектральным анализом.

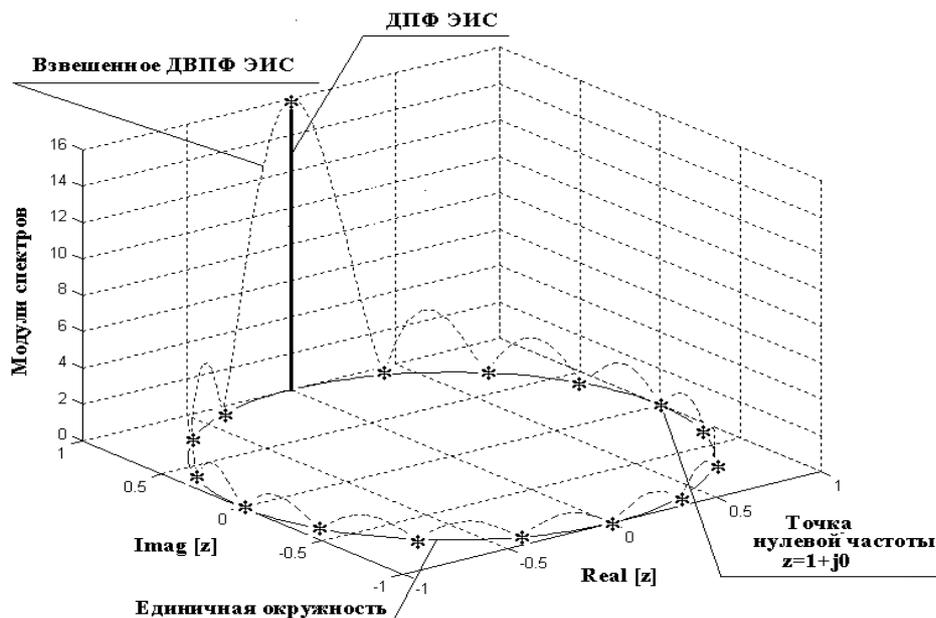


Рис. 1. Сигнал $x(n) = \exp((j \cdot 2\pi / N) \cdot k \cdot n)$, $n = \overline{0, N-1}$, $N = 16$, $k = 4$; взвешенное ДВПР сигнала $x(n)$ обозначено пунктирной линией, значения ДПФ сигнала обозначены звездочками *; $z = 2\pi / N$

Для их определения в теории спектрального и векторного анализа сигналов применяется процедура искусственного увеличения интервала определения $x(n)$, $n = \overline{0, N-1}$ за счет добавления нулевых отсчетов во временной области [1] – операция дополнения нулями во временной области (ОДНВ).

Рассмотрим вопросы измерения на конечных интервалах временных спектров детерминированных дискретных сигналов. Введем в теорию спектрального и векторного анализа на конечных интервалах новую форму преобразования Фурье – дискретно-частотное преобразование Фурье (ДЧПФ).

Пусть задана некоторая последовательность $S(k)$, $k = -\infty, +\infty$, ДЧПФ которой определим следующим образом:

$$y(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} S(k) \cdot \exp(+j2\pi \cdot k \cdot t), \text{ где } -1/2 \leq t \leq +1/2. \quad (3)$$

Соотношением (3) определяется непрерывный временной спектр, соответствующий дискретной последовательности $S(k)$, $k = -\infty, +\infty$.

С учетом указанных выше положений, непосредственно следует вывод о том, что дискретный измерительный сигнал $x(n)$, $n = \overline{0, N-1}$ равен значениям непрерывного временного спектра, задаваемого ДЧПФ взвешенной последовательности $S_N(k)$, $k = \overline{0, N-1}$ (взвешенное ДЧПФ) при значениях переменной $n = \overline{0, N-1}$:



$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} S_N(k) \cdot \exp(+j2\pi \cdot k \cdot t) = \sum_{k=0}^{N-1} S_N(k) \cdot \exp(+j2\pi \cdot k \cdot t), 0 \leq t \leq 1. \quad (4)$$

Таким образом, исходный дискретный измерительный сигнал $x(n)$, $n = \overline{0, N-1}$ является, только одним из возможных временных спектров дискретного измерительного сигнала $x(n)$. Отсутствие же ответа на вопрос, каковы значения временного спектра, определяемого ДЧПФ последовательности $x(n)$, $n = \overline{0, N-1}$ между значениями переменной $n = \overline{0, N-1}$, порождает эффект частотола во временной области.

Для определения значений временного спектра, задаваемого ДЧПФ взвешенной последовательности $S_N(k)$, $k = \overline{0, N-1}$, в промежутках между значениями $x(n)$, $n = \overline{0, N-1}$ можно применить искусственное увеличение интервала определения $S_N(k)$, $k = \overline{0, N-1}$ за счет добавления нулевых отсчетов в частотной области [5] (*операция дополнения нулями в частотной области (ОДНЧ)*). Данная операция уменьшает влияние эффекта частотола во временной области на результаты дискретных измерений временных спектров и позволяет за счет уменьшения шага дискретизации во времени измерять временные спектры, задаваемые взвешенным ДЧПФ.

Однако ОДНЧ, аналогично ОДНВ, имеет следующие существенные недостатки, которые проявляются при реализации ОДНЧ процессорными измерительными средствами (ПриС): необходимость существенного расширения оперативной памяти ПриС для хранения нулевых значений спектра; проведение непроизводительных вычислений ПриС с нулевыми значениями спектра; фиксированность шага дискретизации по времени при измерении временного спектра.

В работах [5-13] предложены эффективные методы измерения ДЧПФ на быстрых алгоритмах модифицированного параметрического дискретного преобразования Фурье.

В заключение отметим некоторые предметные области приложений дискретно-частотного преобразования Фурье: акустика, дефектоскопия, программное обеспечение вновь вводимых функций ПК и КПК в системе «*объект-измерение-обработка*», геофизика, спектроскопия, космические исследования, исследования поведения зданий и сооружений при землетрясениях, виброакустическое функциональное диагностирование механических объектов, компьютерная медицинская диагностика, пассивная и активная гидроакустика.

Литература

1. Пономарева О.В., Пономарев А.В. Восстановление значений непрерывных частотных спектров дискретных сигналов методом параметрического дискретного преобразования Фурье// Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2015.- №3.(67). -С. 88-91.



2. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Пономарев А.В. Метод эффективного измерения скользящего параметрического спектра Фурье// Автометрия. 2014. Т.50.-№2.-С.31-38.
3. Пономарев В.А., Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Обобщение алгоритмов Герцеля и скользящего параметрического дискретного преобразования Фурье // Цифровая обработка сигналов. 2014. -№ 1. -С. 3-11.
4. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Цифровой периодограммный анализ и проблемы его практического применения // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2013.- №2.(58). -С. 130-133.
5. Пономарева О.В. Быстрое параметрическое дискретное преобразование Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов. 2012.-№ 2.- С.2-5.
6. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Быстрый алгоритм измерения спектра действительных сигналов методом апериодического дискретного преобразования Фурье // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета имени М.Т.Калашникова. 2014.- №2.(62). -С. 106-109.
7. Пономарева О.В. Измерение спектров комплексных сигналов на конечных интервалах методом апериодического дискретного преобразования Фурье// Интеллектуальные системы в производстве. 2014.- №1 (23).- С. 100-107.
8. Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Метод быстрого вычисления дискретного преобразования Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов. 2013. -№ 2. -С. 10-15.
9. Пономарева О.В., Пономарева Н.В. Модификация фильтра на основе частотной выборки для решения задач цифровой обработки случайных процессов со скрытыми периодичностями //Интеллектуальные системы в производстве. 2012.- №2 (20). -С. 122-129.
10. Пономарева О.В. Вероятностные свойства спектральных оценок, полученных методом параметрического дискретного преобразования Фурье //Интеллектуальные системы в производстве. 2010. -№2 (16).- С.36-41.
11. Алексеев В.А., Пономарев В.А., Пономарева О.В. Методология определения погрешностей измерения вероятностных характеристик случайных процессов, реализуемых процессорными измерительными средствами //Интеллектуальные системы в производстве. 2010.- №2 (16). -С. 91-99.
12. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Модификация дискретного преобразования Фурье для решения задач интерполяции и свертки функций // Радиотехника и электроника. 1984.- Т.29.- №8.-С. 1561-1570.
13. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Временные окна при оценке энергетических спектров методом параметрического дискретного преобразования Фурье // Автометрия. 1983.-№4.-С.39-45.



Д.А. Рыбаков

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЧЕРЕЗ МЕТАСИСТЕМУ

(EPAM Systems)

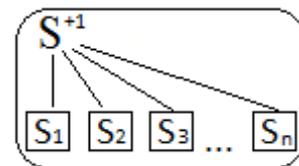
Так устроен человек, что в сферу его интересов входит прогресс многих областей. Как же определить, где происходит улучшение старых характеристик, а где происходит принципиальный прорыв на новый уровень? Где исчерпывается одна ступень развития и начинается другая? Попробуем ответить на этот вопрос используя теорию кибернетической эволюции В.Ф. Турчина и теорию биологической эволюции А.Н. Северцова [1,2]. Применим аналогии и обобщения для того, чтобы выработать алгоритм, позволяющий анализировать многие системы и задавать им вектор развития.

Под системой будем понимать практически любой объект, существование которого не вызывает сомнений. Какова бы ни была их природа, для обобщенной теории эволюции важен только факт их существования. Сама теория не сложна для понимания.

По наблюдениям Турчина [1] эволюция системы S происходит скачкообразно в момент образования метасистемы S^{+1} . В данном случае приставка мета-используется в смысле над-, поверх, обобщение. Метасистема S^{+1} включает, изучает, управляет одной или множеством систем S нижнего уровня.

На математическом языке это записывается $S^{+1} \sim \{S_1, S_2, S_3, \dots\}$. Фигурные скобки означают множество, то есть – одну, несколько или даже бесконечное количество экземпляров. В общем случае множество может состоять как из одинаковых копий, так и разных экземпляров, которые относятся к одному классу. Знак тильды \sim означает набор отношений и операций: управление, подчинение, включение, изучение, осознание, и т.д.. Какие именно операции используются зависит от поставленных целей.

Операцию \sim можно повторить для реализации второго метаперехода $S^{+2} \sim \{S^{+1}_i\}$, третьего $S^{+3} \sim \{S^{+2}_i\}$ и так далее, то есть образовать цепочку метапереходов. Для анализа и классификации систем интересны: возможность или невозможность создать следующий уровень, степень влияния верхних систем на нижние, какие задачи может решать новая система, а также наличие предельной метасистемы, когда операция повторяется много раз.



Приведем несколько примеров. Важные вехи биологической эволюции можно описать в терминах обобщенной эволюции. Молекулы объединились в метасистему и получился простейший живой организм — биологическая клетка. Далее клетки объединились в новую метасистему и получился многоклеточный организм. Таким образом, операция \sim означает объединение и подчинение на данном отрезке развития.

Последующая цепочка развития происходит через операцию \sim поднятия уровня управления жизнедеятельностью. Прimitивный организм обладает по-



ложением в пространстве, но не управляет им. Необходимость управлять положением приводит к способности двигаться. Необходимость в управлении движением приводит к появлению системы реакций и рефлексов. Рефлексы и реакции получают команды с уровня системы желаний. Необходимость управления желаниями приводит к появлению высшей нервной деятельности [1,3].

Признаки обобщенной эволюции находятся практически во всех областях знаний, многие из которых являются результатом высшей нервной деятельности. Рассмотрим пример математики, где в качестве \sim используется операция обобщения и повышения уровня абстракции, а в качестве начальных объектов используются реальные объекты нашего мира. На заре развития цивилизации человек не умел считать и оперировал предметами, не вдаваясь в точный подсчет. Когда же возникла потребность в счете, то произошло обобщение и появилось понятие абстрактного числа, которое стало применимо к любым предметам. Например, единица могла использоваться для обозначения как человека, так и вещи, так и животного. Правда, какое-то время использовались конкретные правила типа $1+2=3$.

Следующий скачок произошел, когда еще более абстрактный математический знак стал означать не конкретное число, а любое число. Тогда появилась запись типа $a+b=c$. Дальнейшее развитие произошло при переходе к абстрактным операциям с абстрактными объектами. Тогда появились понятия множества алгебр, пространств, групп и других подобных конструкций [4-7]. Последующие обобщения ставят вопрос о выходе за пределы самой математики. Так, например, происходит при рассмотрении парадоксального понятия множества всех множеств и связанного с ним парадокса Рассела[6].

Рассмотрим вопрос, – какие существуют предпосылки для образования метасистем? Для идей по этому поводу обратимся к исследованиям А.Н. Северцова биологической эволюции [2], так как эта теория имеет солидную фактическую базу, и в ней представлен механизм перехода на новый уровень организации, а так же описаны условия перехода. Кратко опишем основы этой теории.

Эволюция живых организмов стимулируется изменениями во внешней среде и способствует выживаемости, размножению и подчинению других, несмотря на внешние воздействия. Согласно наблюдениям биологов, эволюция в организмах происходит по нескольким направлениям: примитивизация (катаморфоз); специализация (теломорфоз); интенсификация (гиперморфоз); гибкая подстройка (алломорфоз); переход на новый уровень организации (ароморфоз). Ниже кратко раскроем их смысл.

Под примитивизацией подразумевается отбрасывание лишних функций и подсистем. Организм становится проще. Возможен эволюционный откат к предыдущим формам существования. Упрощение не может происходить бесконечно, и данное направление развития имеет свой очевидный предел. Под интенсификацией подразумевается усиление каких-то особых функций, благодаря чему, организмы бегают быстрее, прыгают дальше, кусают сильнее. Под специализацией подразумевается изменение функций, позволяющий перейти в



нишу существования, где меньше конкурентов, врагов и больше доступных ресурсов. Гибкая подстройка позволяет перестраиваться без изменения функций, а только за счет заложенных на текущий момент степеней свободы.

Последнее направление – переход на новый уровень организации (ароморфоз) наиболее интересен, потому что наиболее близок к понятию метаперехода, хотя имеет более широкое значение. Метапереход может быть частью ароморфоза, как в приведенных выше примерах. В результате ароморфоза создается функция, система или организация жизнедеятельности, которые дают принципиально больше возможностей для их обладателей. По наблюдениям А.Н. Северцова предпосылками для эволюции в этом направлении является осуществление развития в остальных вышеперечисленных направлениях. Если обобщить данную информацию, то получается, что для эволюционного скачка требуется:

1. Наличие конструктивной цели у самой системы или у тех, кто ей пользуется. По аналогии с биологическими системами положим, что цель должна включать долговременное существование, распространение, устойчивое развитие.
2. Освоение и проработка систем нижнего уровня, в результате чего лишние функции отпадают, а полезные функции упрощаются, доводятся до совершенства и интенсифицируются.
3. Занятие области, где мало препятствий, конкурентов или врагов и достаточно ресурсов. Выход на уникальность в своей области.
4. Достаточная гибкость для адаптации к изменяющимся условиям.
5. Организация метасистемы, которая взаимодействует с многими экземплярами системы нижнего уровня.

Таким образом вырисовываются следующие шаги для анализа и развития системы:

1. Определить, что является системой, а что внешней средой, какие есть взаимодействия и реакции на события среды.
2. Определить явные или скрытые цели системы. Скорректировать цели так, чтобы они включали долговременное существование, распространение, развитие во внешней среде.
3. Определить какие приемы уже применяются в системе и в каких случаях (примитивизация, специализация, интенсификация, гибкая подстройка). Определить сколько ресурсов тратится на каждое направление.
4. Разработать тактику сбалансированного развития. Перераспределить ресурсы так, чтобы они могли тратиться на все направления.
5. Развивать функции и подсистемы, способствующие переходу на новые уровни организации.
6. Организовывать метасистему, позволяющую перейти на новую ступень развития. Определить виды отношений между системами верхнего и нижнего уровня. Позаботиться о том, что новая система не только легко решала старые задачи, но и расширяла круг задач.



Литература

1. Турчин, В. Ф. Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции [Текст] // М.: 2000 – 368 с. – ISBN 5-93386-019-0
2. Северцов, А. С. Направленность эволюции [Текст] // МГУ, 1990 – 272 с. – ISSN 5-211-00917-7
3. Kovalev, S. V. Concept for the levels of psychotherapy and integral neuro-programming [Текст] // ИИП, М.: 2014 – <http://psy-in.ru/articles/concept-for-the-levels-of-psychotherapy-and-integral-neuro-programming>
4. Мальцев А. И. Алгебраические системы [Текст] // М.: 1970 – 392 с. – УДК 512.8
5. Абрамов, С. М. Метавычисления и их применение [Текст] // диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.17 - теоретические основы информатики – ИПС РАН, 1995 – с. 287
6. Вейль, Г. Математическое мышление [Текст] // Перевод с англ. и нем. М., 1989 – 400 с. – ISBN 5-02-013910-6
7. Кун, Т. Структура научных революций [Текст] // М.: 2003 – 605 с. – ISBN 5-17-010707-2

Р.С. Тохиров, А.Р. Юлдашев, М.И. Маннанов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

(Ташкентский университет информационных технологий
Ферганский филиал)

Сегодня одним из самых актуальных направлений геологии и геофизики, становятся методы изучения земной коры.

В условиях недостатка минеральных ресурсов, необходимости восполнения их при помощи обнаружения новых месторождений, новые эффективные способы изучения земной коры приобретают особенную значимость и являются весьма актуальными[1].

Предложена автоматизированная система для геофизической разведки на рис.1 приведена её структурная схема.

Автоматизированная система для геофизической разведки содержит синхронизатор 1, соединенный со входам запуска источника излучения 2, первого 3 и второго 4 индикатора, приемника излучения 5 к выходу которого подключены порогового устройство 6, первый 7 и второй 8 фильтры выход последнего соединен через первого усилителя ограничителя

9 и удвоителя частоты 10 с первым входом фазового детектора 11 второй вход которого соединен через второго усилителя ограничителя 12 с выходом первого фильтра а выход соединен с входом первого индикатора 3, выход порогового устройство 6 соединен, с первым входом триггера раздельного запуска 13 второй вход которого соединен с выходом второго усилителя ограничителя



12, а выход соединен через измерителя временных интервалов 14 с входом второго индикатора 4. Источник излучения 2 содержит источника кислорода 15 и источника газообразного углеводорода 16 которые через соответствующих электромагнитного клапаны 17 и 18 соединен с соответствующим входом смесителя углеводородовоздушной смеси 19 которые заполнен охладителем 20 и подключен к входу детонационной трубы 21, который снабжен с охлаждающим радиатором 22 и устройством зажигания 23 вход которого соединен через системы инициирования 24 и генератора коротких импульсов 25 с выходом одновибратора к которому подключены управляющие входы электромагнитных клапаны 17 и 18.

Устройство работает следующим образом. Синхронизатор 1 вырабатывает последовательность коротких прямоугольных импульсов с периодом повторения $T > \frac{2h_{\max}}{c}$ (h_{\max} - максимальная глубина разведки; c - скорость распространение акустических волн в среде) который воздействует на запускаящим входам источника акустического излучения 2, первого индикатора 3, второго индикатора 4 и измерителя временных интервалов 14.

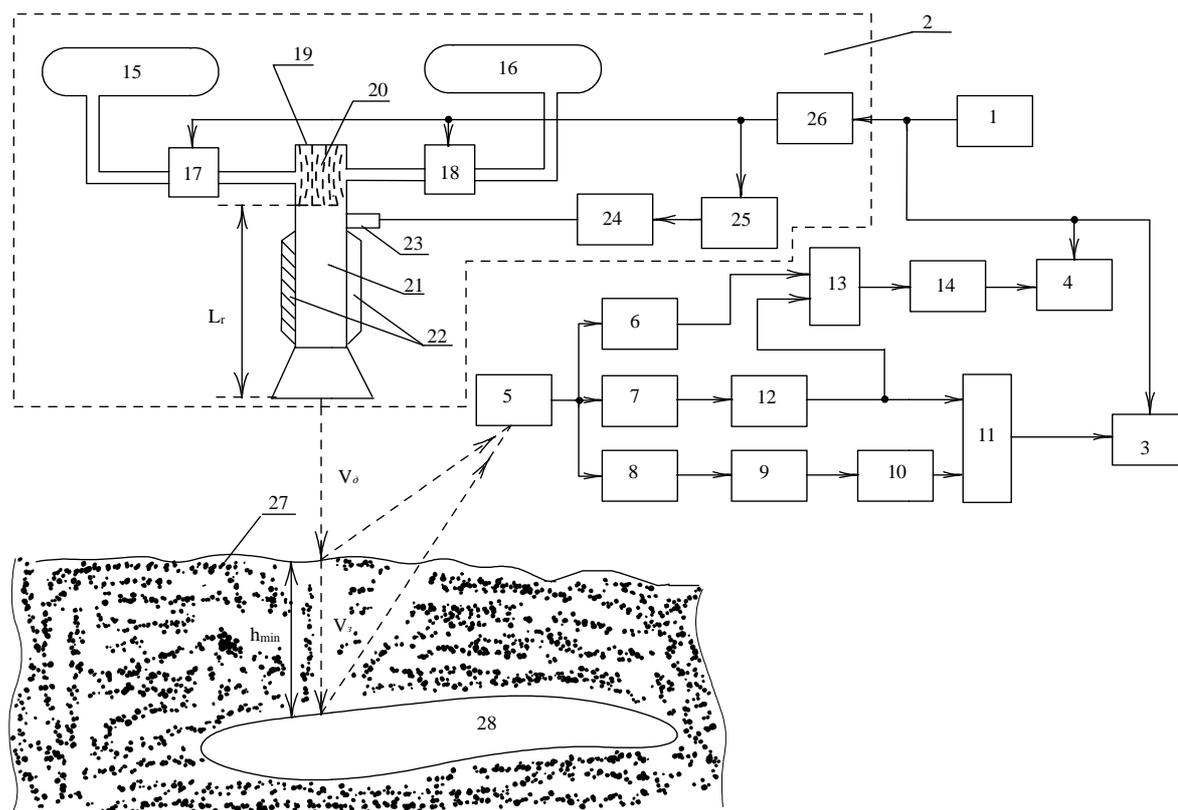


Рис.1. Структурная схема устройства

В результате которого на первого 3, второго 4 индикаторах и измерителя временных интервалов 14 происходит сброс информации и подготавливается к приему очередного информации а на выходе одновибратора 26 формируется прямоугольный импульс который подается запускаящим входам генератора коротких импульсов 25, электромагнитного клапана газообразного углеводородного топлива 18 и электромагнитного клапана сжатого воздуха 17.



При этом время открытого состояния электромагнитов 17 и 18 соответствует длительности прямоугольных импульсов формируемых одновибратором 26 который является достаточными для полного заполнения углеводородовоздушными смесями камеры детонационного генератора 21.

В конце выходного импульса одновибратора 26 на выходе генератора коротких импульсов 25 формируется короткий прямоугольный импульс (Рис.2б - момент времени t_1) который воздействуют на вход системы инициирования 24.

В результате, которого на выходе системы инициирования 24 формируется высоковольтный импульс напряжения который воздействуют на вход устройства зажигания 23. После чего из-за разгона фронта пламени внутри детонационного генератора 21 на его выходе формируется ударная волна.

При воздействие ударной волны на поверхности земли возбуждается многочастотные гармонические затухающие сейсмические волны. Формы колебаний и частотный состав которого зависит от многих факторов таких как характера импульса воздействия, поглощающие свойства среды а также особенности строения границ раздела на пути волны и т.п. В современной сейсморазведке где используется мощные взрывные источники, которые располагают длительность импульса воздействие несколько сотни миллисекунд частотная полоса спектра возбуждаемых сейсмических волн составляет 1 – 200 Гц.

Автоматизированная система для геофизической разведки предназначены для обнаружения и первичной классификации объектов по их акустической жесткости и может, быть использовано для проведения геофизической разведки на малой глубине (до 100,0 м).

Литература

1. Данько Д.А. Сравнение методов детерминистической акустической инверсии для выделения акустически контрастных объектов по сейсмическим данным // Геофизика. 2016. № 1. С. 2-11.

Е.Л. Емельянова, Л.П. Усольцев

САМАРСКИЙ АЛГОРИТМ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ М.ВИНЕРА В RSA-КРИПТОГРАФИИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С,П, Королева)

В работе предложен разработанный авторами новый алгоритм практической реализации известной методики М. Винера организации атаки на одну из наиболее надежных и широко используемых публичных криптосистем, обесценивающий эту систему шифрования сообщений.

Ключевые слова: криптосистема RSA; атака М.Винера.



Введение

Уже в текущем столетии публичные криптографы (так называют криптографов, публикующих свои работы в открытой печати) отзывались о криптосистеме RSA весьма восторженно. Например, в книге [1] из серии “Современная математика” на стр. 11 содержится такое высказывание: “Из всех существующих на сегодняшний день криптосистем эта система является самой надежной и именно она обеспечивает безопасность информации в современных компьютерных сетях”.

Итак, пусть мы имеем криптосистему RSA с известным модулем $N \geq 25$ ($N = pq$), где p и q – секретные простые числа с условием $q < p < 2q$, известной шифрующей экспонентой (открытым ключом) e ($2 \leq e < \varphi(N)$), $(e, \varphi(N))=1$), секретной расшифровывающей экспонентой (секретным ключом) d ($2 \leq d < \varphi(N)$) и так называемой “односторонней функцией с секретом” (часто говорят: “с лазейкой”), определяемой соотношением

$$ed \equiv 1 \pmod{\varphi(N)}, \quad (1)$$

связывающим параметры e , d и N .

Заметим, что при каждом натуральном значении $e < \varphi(N)$, в силу условия $(e, \varphi(N))=1$, существует лишь одно значение $d < \varphi(N)$, удовлетворяющее соотношению (1), причем для этого значения d выполняется условие $(d, \varphi(N))=1$.

Вследствие секретности чисел p и q , величина $\varphi(N) = \varphi(p)\varphi(q) = (p-1)(q-1)$ также является секретной, но нетрудно показать (см., например, [2], стр. 286 или [3], стр. 355), что

$$\varphi(N) > N - 3\sqrt{N} \quad (2)$$

(и, следовательно, $\varphi(N) > \frac{2}{5}N$).

В 1989 г. М. Винер ([4], см. также [2] стр.286 или [3], стр. 368) предложил остроумную и достаточно простую (по меркам теории чисел) методику организации “взлома” криптосистемы RSA (называемую теперь “атакой М.Винера”), позволяющую в случае, когда

$$d \leq \frac{1}{3}N^{\frac{1}{4}}, \quad (3)$$

эффективно находить значение экспоненты d (по известным значениям параметров N и e), связанной с экспонентой e соотношением (1), используя разложение дроби $\frac{e}{N}$ в цепную дробь, а в 1999г. Д.Бонех и Дерфи ([5], см. также [3], стр.368) заменили ограничение (3) более слабым:

$$d \leq N^{0,292}.$$

Рассмотрение М. Винером криптосистемы RSA не в полной мере учитывало теоретико-числовые нюансы, связанные с соотношением (1), что не позволило ему “выжать” из своих идей максимум возможного. В предлагаемой же нами работе эти недостатки методики М. Винера устраняются и в результате предлагается новый алгоритм (ради удобства с терминологией назовем его самарским алгоритмом) практической реализации указанной методики, позволяющий “расколоть” криптосистему RSA во всех возможных случаях.



Замена исходных параметров и односторонней функции криптосистемы

Взяв произвольное натуральное число m , вычислим N^m и e^m (коль скоро числа N и e известны – они не являются секретными) и будем разлагать в цепную дробь $\frac{e^m}{N^m}$ с любым натуральным m , а не только с $m = 1$, как это сделал М. Винер. При $m = 1$ наши рассуждения просто совпадают с рассуждениями М. Винера, и мы этот случай опускаем, а при $m \geq 2$ будем, в частности, использовать неравенство Бернулли (см., например, [6], стр. 339, п. 3.1.1.4): Если $0 < \alpha < 1$, то справедливо неравенство

$$(1 - \alpha)^m > 1 - m\alpha. \quad (4)$$

Так как обе части сравнения можно возвести в одну и ту же степень (см., например, [7], стр. 41, §2, п. с), то в силу соотношения (1), справедливо соотношение

$$e^m d^m \equiv 1 \pmod{\varphi(N)}, \quad (5)$$

а значит, и сравнения

$$e_m d_m \equiv 1 \pmod{\varphi(N)} \quad (6)$$

и

$$e^m d_m \equiv 1 \pmod{\varphi(N)} \quad (7)$$

с $e_m = e^m \pmod{\varphi(N)} < \varphi(N)$ и $d_m = d^m \pmod{\varphi(N)} < \varphi(N)$. Однако, использовать сравнения (5)-(7) в конкретных вычислениях мы не можем, поскольку в этих сравнениях степени e^m и d^m можно использовать лишь в привязке к неизвестному модулю $\varphi(N)$ для этих сравнений. То, что мы не знаем конкретно d_m , - неважно, оно появится как знаменатель дроби из подходящих дробей разложения рациональной дроби $\frac{e^m}{N^m}$ в цепную дробь. А вот существующее чисто теоретически число e_m нас не устраивает, поскольку нам нужно конкретное число в качестве числителя дроби $\frac{e^m}{N^m}$ при разложении ее в цепную дробь. Поэтому помня, что $e_m = e^m \pmod{\varphi(N)} < \varphi(N)$, мы в вычислениях будем оперировать с конкретным числом $e^m < (\varphi(N))^m$. Таким образом, сравнение (1), порождающее одностороннюю функцию с секретом, мы заменим сравнением

$$e^m \delta_m \equiv 1 \pmod{(\varphi(N))^m}, \quad (8)$$

порождающим свою одностороннюю функцию с секретом. Заметим, что сравнение (8) относительно неизвестного δ_m разрешимо и имеет ровно одно решение (см., например, [7], стр. 55, §2, п. d). Покажем, что этим решением является $\delta_m = d_m$. Действительно, известно (см., например, [7], стр. 48, §3, п. d), что из сравнения (8) вытекает сравнение

$$e^m \delta_m \equiv 1 \pmod{\varphi(N)}.$$

Сравнивая последнее сравнение со сравнением (7), видим, что $\delta_m = d_m$, а значит, сравнение (8) можно переписать в виде

$$e^m d_m \equiv 1 \pmod{(\varphi(N))^m}. \quad (9)$$

Наконец, из соотношения (9) вытекает справедливость равенства

$$e^m d_m = 1 + k(\varphi(N))^m, \quad (10)$$



где k – некоторое натуральное число.

Как уже сказано, мы считаем, что у нас $m \geq 2$.

Теорема. Пусть при некотором целом $m \geq 2$

$$d \leq \frac{2}{5\sqrt{m}} N^{\frac{4m-3}{4m}}. \quad (11)$$

Тогда при этом m величина $d_m = d^m \bmod \varphi(N)$ эффективно вычислима.

Доказательство. Последовательно используя формулы (10), (2) и (4), получаем:

$$\begin{aligned} \left| \frac{e^m}{N^m} - \frac{k}{d_m} \right| &= \frac{|e^m d_m - k N^m|}{N^m d_m} = \frac{|1 + k(\varphi(N))^m - k N^m|}{N^m d_m} < \frac{k(N^m - (\varphi(N))^m)}{N^m d_m} = \frac{k N^m (1 - (\frac{\varphi(N)}{N})^m)}{N^m d_m} = \\ &= \frac{k(1 - (\frac{\varphi(N)}{N})^m)}{d_m} < \frac{e^m d_m}{(\varphi(N))^m} \frac{(1 - (\frac{N-3\sqrt{N}}{N})^m)}{d_m} = \frac{e^m (1 - (1 - \frac{3}{\sqrt{N}})^m)}{(\varphi(N))^m} < 1 - \left(1 - \frac{3m}{\sqrt{N}}\right) = \frac{3m}{\sqrt{N}}. \end{aligned} \quad (12)$$

Далее, в силу неравенства (11) и неравенства $\varphi(N) > \frac{2}{5}N$, имеем:

$$d \leq \frac{2}{5\sqrt{m}} N^{\frac{4m-3}{4m}} = \left(\frac{2}{5\sqrt{m}} N\right)^{\frac{m-1}{m}} \left(\frac{2}{5\sqrt{m}} N^{\frac{1}{4}}\right)^{\frac{1}{m}} < \frac{1}{\sqrt{m}} (1 + \varphi(N))^{\frac{m-1}{m}} \left(\frac{2}{5\sqrt{m}} N^{\frac{1}{4}}\right)^{\frac{1}{m}} < (1 + \varphi(N))^{\frac{m-1}{m}} \left(\frac{2}{5\sqrt{m}} N^{\frac{1}{4}}\right)^{\frac{1}{m}},$$

$$d_m = d^m \bmod \varphi(N) < (1 + \varphi(N))^{m-1} \left[\frac{1}{5\sqrt{m}} N^{\frac{1}{4}}\right]^m \bmod \varphi(N) = \left[\frac{2}{5\sqrt{m}} N^{\frac{1}{4}}\right]^m < \frac{2}{5\sqrt{m}} N^{\frac{1}{4}},$$

$$\sqrt{N} > \frac{25 m d_m^2}{4}$$

$$\frac{3m}{\sqrt{N}} < \frac{12}{25(d_m)^2} < \frac{1}{2(d_m)^2} \quad (13)$$

Из (12) и (13) следует, что

$$\left| \frac{e^m}{N^m} - \frac{k}{d_m} \right| < \frac{1}{2(d_m)^2} \quad (14)$$

Неравенство (14) означает, что величина $\frac{k}{d_m}$ является подходящей дробью

для разложения дроби $\frac{e^m}{N^2}$ в цепную дробь. Однако, известно (см., например, [2], стр. 45, п. 2.19.3), что всего подходящих дробей не более $2 \log_2 N^m = 2m \log_2 N$ и все они эффективно вычислимы. Подставляя поочередно знаменатели подходящих дробей в выражение

$$(M^{e^m})^{d_m} = M^{(e^m d_m) \bmod \varphi(N)}$$

с некоторым случайным числом M , мы в случае равенства находим расшифровывающую экспоненту d_m , которая является новым ключом в системе RSA. Теорема доказана.

Хотелось бы высказать мнение теоретико-числовика, что “лазейка” любой односторонней функции с секретом в принципе должна позволять раскрыть содержащийся в этой функции ее секрет.

В заключении мы благодарим выпускников Самарского госуниверситета С.В. Минюшова и А.В. Яшнева, просчитавших в своих студенческих работах ряд конкретных примеров, иллюстрирующих некоторые из изложенных здесь результатов.



Литература

1. Соловьев Ю.П., Садовничий В.А., Шавгулидзе Е.Т., Белокуров В.В. Эллиптические кривые и современные алгоритмы теории чисел.- М.-Иж.: Институт комп. исследований, 2003.
2. Математические и компьютерные основы криптологии: Учебн. пособие/ Ю.С. Харин, В.И. Берник, Г.В. Матвеев, С.В. Агиевич. – Мн: Новое знание, 2003.
3. Смарт Н. Криптография. – М.: Техносфера, 2005.
4. Wiener M/ Cryptanalysis of chort RSA secret exponents. – IEEE Trans. Int. Theory, 1989. V. 35. P.54 – 58.
5. Boneh D. Twenty years of attacks of the RSA cryptosystem. – Notes of the Americ. Math. Soc.,1999. V. 46.P.203-213.
6. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и студентов втузов.- Изд. перераб. Пер. с нем. – М.:Наука, 1980.
7. Виноградов И.М. Основы теории чисел. – М.: Наука, 1965.

И.В. Федоров

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИКАТРИСЫ РАССЕЯНИЯ АНСАМБЛЯ ЧАСТИЦ

(Самарский университет)

При испытаниях качества распыливания топлива в газотурбинном двигателе летательного аппарата наблюдению доступна индикатриса рассеяния лазерного излучения, прошедшего через струю распыла. Задачей является оценивание распределения капель по размеру на основе зарегистрированной индикатрисы рассеяния. В работе решаются как прямая задача моделирования индикатрисы рассеяния по заданному распределению ансамбля частиц на основе теории дифракции Фраунгофера, так и обратная задача восстановления гистограммы распределения ансамбля частиц по размерам.

При распыливании форсунками жидкого вещества в струе одновременно могут находиться разнородные по размерам капли, и общее их число чрезвычайно велико. Для измерения размеров капель используется метод малоуглового дифракционного рассеяния света [3].

Главным недостатком метода малоуглового рассеяния [2] является ограничение по пространственной плотности расположения капель в связи с трудностью учета в методах математической обработки влияния эффектов вторичного рассеяния.

Качество работы форсунок оценивается по форме и дальнобойности струй, по обеспечению требуемого закона распределения в пространстве, по величине неравномерности этого распределения, а также по величине диаметров образующихся капель и по количеству капель того или иного диаметра.



Индикатриса рассеяния

Результат дифракции света на крупной сферической частице, наблюдаемой в дальнем поле, представляет собой картину с ярким пятном в форме круга в центре и набором концентрично расположенных вокруг него и чередующихся темных и светлых колец с постепенно ослабевающей яркостью (дифракция Фраунгофера).

При этом суммарная интенсивность рассеянного света при дифракции на n различных по размеру частицах (такие частицы называются полидисперсными) будет иметь следующий вид [1]:

$$I_N(\theta_j) = N \frac{E_0 \pi^2}{16 \lambda^2} \sum_{i=1}^n D_i^4 \left[\frac{2J_1(\rho_i \theta_j)}{\rho_i \theta_j} \right]^2 f(D_i) \Delta D_i, \quad (1)$$

где $\rho_i = \pi D_i / \lambda > 30$ - условие крупности, $f(D_i)$ - распределение частиц по размерам, E_0 - интенсивность падающего на каплю света, $J_1(x)$ - функция Бесселя 1-го рода 1-го порядка, θ - малый угол рассеивания.

При $n \rightarrow \infty$ суммарную интенсивность для любого угла рассеяния θ_j можно представить через интеграл, причем без ошибки в величине интеграла можно сменить пределы интегрирования:

$$I_N(\theta_j) = N \frac{E_0 \pi^2}{16 \lambda^2} \int_{D_{\min}}^{D_{\max}} D^4 \left[\frac{2J_1(\rho \theta_j)}{\rho \theta_j} \right]^2 f(D) dD = N \frac{E_0 \pi^2}{16 \lambda^2} \int_0^{\infty} D^4 \left[\frac{2J_1(\rho \theta_j)}{\rho \theta_j} \right]^2 f(D) dD, \quad (2)$$

Таким образом распределение значений относительной интенсивности $\bar{I}_N(\theta)$ - индикатрисой рассеяния - имеет следующий вид [3]:

$$\bar{I}_N(\theta) = \frac{\sum_{i=1}^n D_i^4 \left[\frac{2J_1(\rho_i \theta_j)}{\rho_i \theta_j} \right]^2 f(D_i) \Delta D_i}{\sum_{i=1}^n D_i^4 f(D_i) \Delta D_i} \cong \frac{\int_0^{\infty} D^4 \left[\frac{2J_1(\rho \theta_j)}{\rho \theta_j} \right]^2 f(D) dD}{\int_0^{\infty} D^4 f(D) dD}.$$

Линейная регрессия

Для решения прямой задачи моделирования индикатрисы рассеяния $\bar{I}_N(\theta)$ по заданному распределению ансамбля частиц $f(D)$, так и обратной задачи восстановления гистограммы распределения частиц по размерам. $f(D)$ использовалась модель линейной регрессии [4]:

$$Y = FX + \xi, \quad (3)$$

где $F = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n D_i^4 \left[\frac{2J_1(\rho_i \theta_j)}{\rho_i \theta_j} \right]^2 \Delta D_i}{\sum_{i=1}^n D_i^4 f(D_i) \Delta D_i} \right\}_{m \times n}$ - матрица подстановок, $X = f(D) = \{p_i\}$ - рас-

пределение ансамбля частиц (значения вероятности), $\xi \square N(0, \sigma^2 I)$ - гауссов шум, $Y = I_N(\theta_i)$ - значение индикатрисы, $i = (1, n)$, $j = (1, m)$.



Согласно методу наименьших квадратов (МНК) искомый вектор параметров X есть решение нормального уравнения:

$$X = (F^T F)^{-1} F^T Y. \quad (4)$$

При нахождении искомого вектора возникает вырожденность матрицы $F^T F$, для устранения которой используется регуляризация Тихонова:

$$X = (F^T F + \lambda I)^{-1} F^T Y,$$

где λ – малый положительный параметр регуляризации.

Для оценки качества восстановления гистограммы используется критерий средней квадратичной погрешности:

$$\varepsilon^2 = \sum_j (\hat{p}_j - p_j)^2,$$

где \hat{p}_j – оценка гистограммы распределения частиц по размерам (p_j – истинное значение).

Экспериментальные исследования

В качестве заданного распределения капель по размерам были взяты нормальное и экспоненциальное.

Рисунок 1 отображает следующее: верхнее изображение – заданное распределение капель по размерам, среднее изображение – индикатриса рассеивания, рассчитанная по формуле 3, нижнее изображение – оценка распределения капель по размерам, полученная по формуле 4.

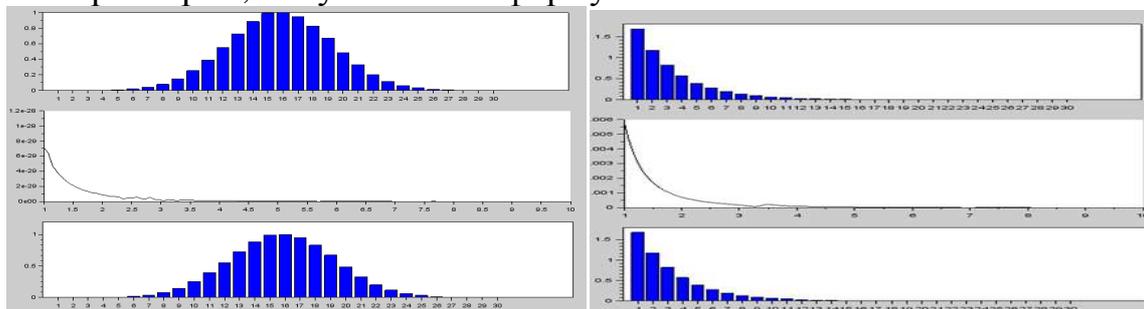


Рисунок 1 – Восстановление распределения капель по размерам с малым шумом

На основе рисунка 1 можно сделать вывод, что при величине шума сопоставимой со значениями индикатрисой рассеивания модель линейной регрессии отлично отрабатывает. Однако, когда шум преобладает в индикатрисе рассеивания, изображенно на рисунке 2, искажаются исходные данные.

Так же в таблице 1 приведены результаты эксперимента при варьировании следующих параметров:

- n – количество интервалов, разбивающее диапазон возможных значений диаметров капель;

- l – количество интервалов, разбивающее диапазон малого угла;

при следующих заданных данных:

- $N = 100000$ – количество капель в струе;

- $\lambda = 630 \text{ нм}$ – длина волны;



- $[\theta_{\min}, \theta_{\max}] = [1, 10]$ – диапазон малого угла.

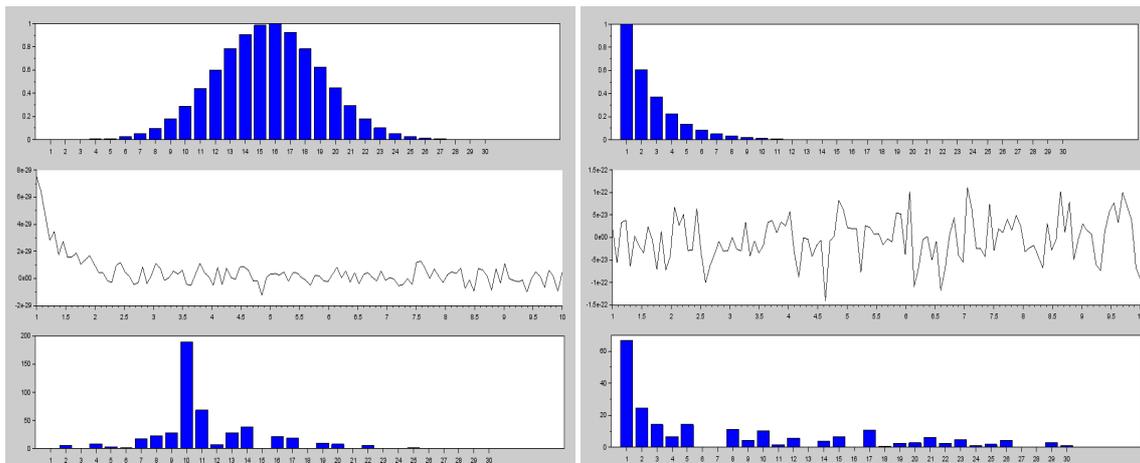


Рисунок 2 – Восстановление распределения капель по размерам с преобладающим шумом

Таблица 1. Ошибка восстановления распределения частиц для нормального и экспоненциального распределения

Тип распределения	Нормальное	Экспоненциальное
$n = 10$	$1.6e^{-4}$	$1.7e^{-5}$
$n = 20$	$1.0e^{-4}$	$3.4e^{-4}$
$n = 30$	$7.2e^{-3}$	$9.3e^{-4}$
$m = 80$	$2.5e^{-3}$	$1.3e^{-3}$
$m = 100$	$1.9e^{-3}$	$4.6e^{-4}$
$m = 120$	$4.7e^{-4}$	$8.6e^{-5}$

Из полученных результатов видно, при вариации количества интервалов, разбивающих диапазон малого угла и возможных значений диаметров капель, можно добиться достаточно точного построения индикатрисы рассеяния и восстановления распределения ансамбля частиц. Однако при преобладающем шуме в индикатрисе рассеяния происходит искажение восстановленных исходных данных.

Литература

- 1 Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – Москва.: Наука, 1973. –720с.
- 2 Голубев А.Г., Ягодкин В.Н. Оптические методы измерения дисперсности аэрозолей. / Труды ЦИАМ № 828. –М.: ЦИАМ, 1981. –14с.
- 3 Байвель Л.П., Логунов А.С. Измерение и контроль дисперсности частиц методом светорассеяния под малыми углами. –Москва: Энергия, 1977. –87с.
- 4 G. Peyré, The Numerical Tours of Signal Processing - Advanced Computational Signal and Image Processing IEEE Computing in Science and Engineering, vol. 13(4), pp. 94-97, 2011.



Б.Е. Фишман, Б.С. Кузьмина

ИНФОРМАЦИОННО-ЭКСПЕРТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

(Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема)

Известно, что социальная система представляет собой совокупность разнообразных социальных явлений и процессов. Она выступает как единство внутренне упорядоченных и взаимосвязанных частей (элементов, компонентов, подсистем), взаимодействие которых между собой и с окружающей средой обуславливают ее существование, функционирование и развитие [2].

Рассматриваемая во времени, любая социальная система не является чем-то абсолютно стабильным образованием. Стремление познать протекающие в ней процессы, выявить причины происходящих преобразований порождает необходимость поиска ответов на вопросы о том, какова структура изучаемой системы, как она функционирует в целом и как функционируют ее отдельные подсистемы, как и в каком направлении она развивается [3], [6].

При этом следует учитывать специфику социальных систем, связанную с тем, что все они относятся к слабо формализованным и нечетко структурированным объектам исследования. Таким системам присущи: 1) принципиальная недостаточность объективной информации, доступной для исследователей и вызванная этим необходимость использования субъективной, эвристической информации; 2) неопределенность, нечеткостью информации об объекте из-за пересечения смыслов компонентов системы, «размытости» их границ; 3) необходимость активного участия в исследовании системы людей, реально включенных в изучаемые процессы [1].

Адекватное оценивание состояния (уровня развития) социальной системы позволяют выполнить средства когнитивных технологий, обеспечивающие представление ее структуры с учетом нечеткости отношений между компонентами. К тому же в связи с дефицитом необходимой информации о слабо формализованных системах, особую значимость приобретает информационный потенциал людей, непосредственно включенных в изучаемые процессы. Использование мнений, оценок, представлений таких людей, участвующих в исследовании в качестве экспертов, способно обновить и расширить информационную базу исследования.

Распознавание структуры любого объекта такого рода реализуется на основе трехуровневой модели, верхний уровень которой описывает основные смыслы рассматриваемого объекта. На промежуточном уровне представлены макрокомпоненты, обеспечивающие содержание и специфику объекта рассмотрения. Нижний уровень содержит проявления макрокомпонентов, необходимые для операционализации оценки состояния объекта (уровня развития макрокомпонентов). Поскольку каждое проявление может относиться к нескольким мак-



рокомпонентам, эти макрокомпоненты становятся «размытыми», пересекающимися. Связи между макрокомпонентами и проявлениями объекта отражают степень соответствия каждого проявления к макрокомпонентам и позволяют сформировать адекватную математическую модель с нечеткими структурными отношениями [4].

Применение традиционных методов распознавания структуры процессов часто оказывается чрезмерно трудоемким и длительным. Повысить эффективность (по затратам времени, по удобству работы экспертов) решения задачи распознавание структуры процессов развития в социальных системах позволяет применение информационно-экспертных технологий – совокупности информационных и программных методов и средств анализа качественных и количественных признаков исследуемого процесса с использованием методов обработки экспертных знаний.

Разработанный авторами специальный программный комплекс «Model OSR» предназначен для решения задачи распознавания структуры слабо формализованных объектов [5]. Общая архитектура комплекса «Model OSR» представлена на рис. 1.



Рис. 1. Обобщенная архитектура программного комплекса «Model OSR». Цифрами обозначены информационные потоки, обеспечивающие: 1 – пополнение и корректировку базы данных; 2 – реализацию процедур модуля; 3 – интерактивность программы; 4 – интерактивные взаимодействия экспертов с программой; 5 – внутрисистемные информационные потребности.

Данный комплекс содержит пять основных модулей и один дополнительный модуль. Каждый модуль реализуется последовательно, и при его функционировании используются результаты, полученные при реализации процедур предыдущих модулей.

На подготовительном этапе исследователи выполняют ввод названий объекта исследования и цели исследования. Затем в ходе моделирования при



реализации первого модуля программного комплекса «Формирование макро-структуры объекта» эксперты устанавливают совокупность компонентов среднего уровня концептуальной модели – составляющих макроструктуры рассматриваемого объекта. После этого реализуется второй этап работы «Формирование совокупности проявлений объекта», в результате чего определяется исходный состав третьего уровня концептуальной модели – совокупности проявлений (индикаторов) рассматриваемого объекта. Выполнение указанных этапов обеспечивает непосредственную декомпозицию объекта моделирования «сверху – вниз».

Оптимизация и объективизация модели рассматриваемого объекта осуществляется в ходе движения «снизу – вверх». При этом используется концепция и типовые методы принятия решений, разработанные в теории распознавания образов для задачи классификации объектов. В частности, модуль «Определение степени принадлежности проявлений к компонентам объекта» обеспечивает реализацию процедур экспертного оценивания, позволяющих определить степень принадлежности проявлений (индикаторов) рассматриваемого объекта к макрокомпонентам, входящим в его состав. Затем использование модуля «Формирование оптимальной совокупности проявлений объекта» позволяет сформировать оптимальную совокупность проявлений, в которую включаются проявления, наиболее значимые для характеристики макрокомпонентов рассматриваемого объекта.

Если принято решение о необходимости установить степень важности (значимости) используемых компонентов для характеристики состояния и/или уровня развития объекта, то на основе экспертных оценок определяются весовые коэффициенты значимости макрокомпонентов для характеристики моделируемого объекта.

Таким образом, результатом работы программного комплекса «Model OSR» становится модель структуры процесса развития в социальной системе. На основе данной модели, может быть сформирована оценочная процедура, используемая для мониторинга состояния и/или уровня развития рассматриваемого объекта.

Использование авторами описанной информационно-экспертной технологии позволило выполнить распознавание структуры следующих процессов развития в социальных системах сферы образования:

- процесс педагогической поддержки развития субъектности участников обновления сферы образования;
- процессы формирования у вуза качеств самообучающейся организации;
- процессы развития педагогами своей профессиональной культуры в контексте развития человеческого потенциала вуза;
- диагностика состояний социально-педагогической запущенности учащихся начальной школы;
- развитие процесса эмоционального выгорания студентов;
- формирование инвариантной части компетентностной модели выпускника вуза по основным направлениям подготовки в сфере «Образование».



Так, при распознавании инвариантной части компетентностной модели выпускника вуза на макроуровне были сформированы 12 кластеров компетенций с нечеткими отношениями между компетенциями, входящими в них: 1) компетенции социального взаимодействия; 2) социальная ответственность; 3) правовая компетенция; 4) компетенции здоровьесбережения; 5) компетенции ценностно-смысловой ориентации в Мире; 6) компетенции устного и письменного общения на государственном языке; 7) компетенции устного и письменного общения на иностранном языке; 8) информационно-технологическая компетенция; 9) компетенции познавательной деятельности; 10) компетенции текущей деятельности; 11) компетенции самосовершенствования; 12) компетенции защиты от последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

Анализ процессов развития педагогом своей профессиональной культуры показал, что целесообразно выделить в них два ядра. Первое из них (личностно-профессиональное самосовершенствование педагога) описывается моделью, содержащей 4 макрокомпонента (1 – человек как профессиональный педагог; 2 – личностно-профессиональное саморазвитие; 3 – профессиональная деятельность педагога; 4 – совершенствование своей профессиональной деятельности). А второе ядро (способность педагога к личностно-профессиональному самосовершенствованию) можно представить моделью с пятью макрокомпонентами (1 - мотивационно-ценностный; 2 - эмоционально-волевой; 3 - рефлексивно-оценочный; 4 - когнитивный; 5 - организационный.).

Наконец, в модели, предназначенной для диагностики состояний социально-педагогической запущенности учащихся начальной школы, содержатся три макрокомпонента, соответствующие трем сферам проявления рассматриваемого процесса: 1) поведение; 2) отношение; 3) развитие.

Литература

1. Аноп М. Ф., Катueva Я. В. Анализ техногенных рисков слабо формализованных систем // Вестник ТОГУ. - 2012. – N. 4(27). – С. 143-150.
2. Ивченко Б.П. Управление в экономических и социальных системах. СПб.: Санкт-Петербург. 2001.
3. Маринич И. Социальная реальность в социологической традиции и современных теориях: достижения и проблемы / И. Маринич // Социология: теория, методы, маркетинг. - 2001. - № 1.- С. 74-89.
4. Мердеева Б.С. Методические основы моделирования структуры слабо формализуемых объектов социальной реальности для диагностики их состояния / Б.С. Мердеева // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. С. 60.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014616242. Model OSR / Б.Е. Фишман, Б.С. Мердеева, М.А. Хортюк; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 18 июня 2014 г.
6. Фишман, Б.Е. Операционализация оценки состояния слабо формализованного объекта: монография / Б.Е. Фишман, Б.С. Мердеева, О.А. Фокина; Приамур. гос. ун-т им. Шолом-Алейхема. — Биробиджан: ИЦ ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2015. — 212 с.



А.И. Хвостов¹, А.А. Трешников², Л.С. Зеленко¹

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ГЭС

(¹Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва

² ООО Научно-внедренческая фирма «Сенсоры. Модули. Системы»)

Главная функция гидроузла с гидроэлектростанции (ГЭС) – наиболее полное использование водных ресурсов и установленной мощности гидроагрегатов при оптимальном для энергосистемы участии ГЭС в покрытии графика нагрузки. В рамках общего бизнес-процесса по управлению водохранилищами ГЭС перед станцией стоит задача по соблюдению установленного режима работы водохранилища (полезный объем, запасы и т.д.) и его контролю с учетом заданного диспетчерского графика.

В соответствии с этим на станции ведется планирование водно-энергетического режима (ВЭР) на некоторый период времени, рассчитываются плановые водно-энергетические показатели, такие как: мощность ГЭС, выработка электроэнергии ГЭС, уровень верхнего и нижнего бьефа и расход воды в нем, наполнение и сработка водохранилища и другие. Также проводится анализ по выполнению станцией ВЭР и бизнес-плана по выработке электроэнергии. По результатам анализа формируются предложения по оптимально допустимому ВЭР для ГЭС, которые согласовываются с системным оператором и органом, устанавливающим режимы сработки и наполнения водохранилищ (РосВодРесурсы).

Ежедневно на станции в рамках задачи по планированию ВЭР выполняются следующие операции:

- расчет прогноза водно-энергетических показателей по плану выработки электроэнергии с учетом текущего состояния водохранилища;
- сопоставление полученных данных с установленным режимом работы водохранилища;
- корректировка плана выработки электроэнергии, если данные не соответствуют установленному режиму работы.

Разрабатываемая подсистема позволит автоматизировать расчет ВЭР за произвольный период времени с различной дискретностью, с возможностью изменения состава показателей ВЭР, выбора алгоритмов расчета, задания ограничений на работу водохранилища, устанавливаемых федеральным агентством водных ресурсов (ФАВР).

При реализации подсистемы необходимо учесть две составляющие:

1. Необходимость учета запланированного ремонта и возникновения внештатных ситуаций (ГЭС заинтересованы в надежности и безопасности гидротехнических сооружений и оборудования).



2. Необходимость рационального использования водных ресурсов, соблюдения правил по защите окружающей среды.

Прототип интерфейса подсистемы представлен на рис. 1, здесь можно выполнить следующие действия:

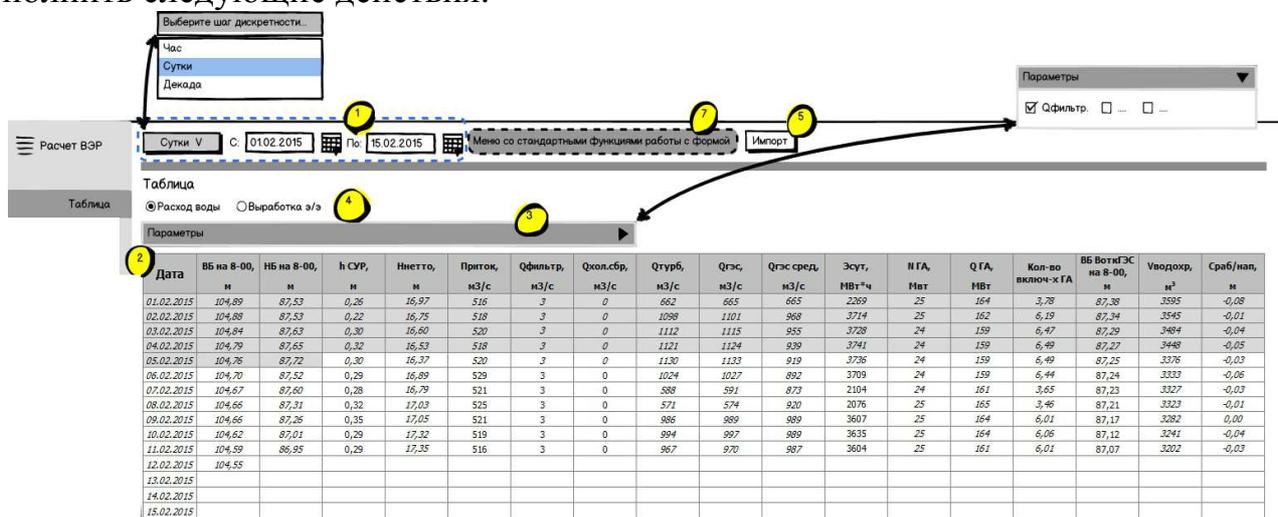


Рис. 1. Интерфейс подсистемы

- 1) Выбрать период расчета ВЭР и шаг дискретности (час, сутки, декада). Например, на Саяно-Шушенской ГЭС ВЭР оставляют с шагом дискретности «декада», шаг дискретности «час» нужен для периода холостого сброса;
- 2) Настроить список показателей ВЭР, так как состав показателей ВЭР на каждой станции может отличаться (например, состав расходов воды, из которых складывается полный расход воды через ГТС). Параметры ВЭР должны рассчитываться в таблице (список показателей ВЭР должен располагаться в «шапке» таблицы, в первом столбце – метки времени заданного периода в соответствии с указанным шагом дискретности). Для каждого шага дискретности должна вестись отдельная таблица показателей ВЭР;
- 3) Настроить отображение колонок в таблицах (например, на Саяно-Шушенской ГЭС они скрывают в Excel-файле часть колонок с основными показателями ВЭР);
- 4) Выбрать алгоритм расчета ВЭР (определить, какой параметр будет расчетным). Например, для Камской ГЭС будет реализовано два алгоритма расчета ВЭР:
 - расчетный параметр – расход воды, а выработка электроэнергии может задаваться вручную;
 - расчетный параметр – выработка электроэнергии, а расход воды может задаваться вручную;
- 5) Импортировать прогнозные значения показателей ВЭР в таблицу из Excel-файла;
- 6) Выбрать форму представления показателей ВЭР: таблица или диаграмма (рис. 2).

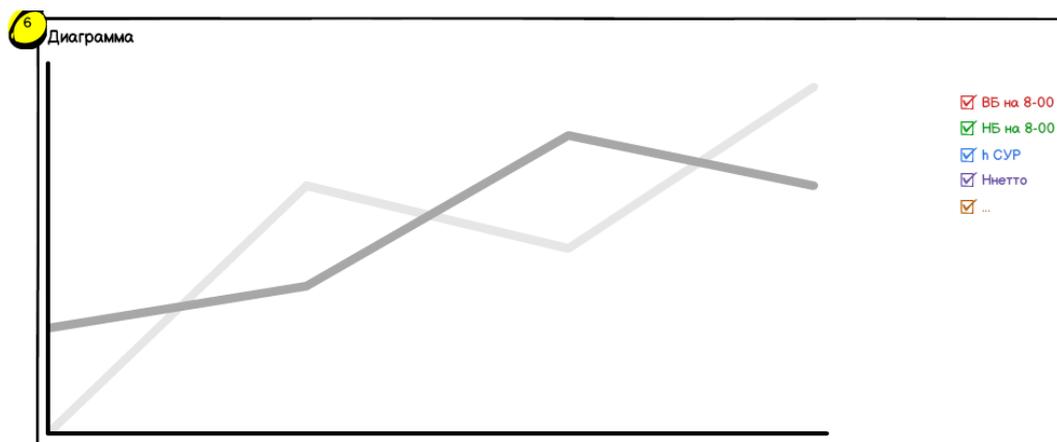


Рис. 2. Графический способ отображения показателей

Кроме того, в подсистеме должно быть реализовано меню со стандартными функциями: обновление формы, блокировка/разблокировка формы на редактирование, сохранение изменений и экспорт в табличный процессор MS Excel. Состав меню со стандартными функциями будет определяться отдельно для каждой ГЭС.

В системе будет реализована возможность формировать задания ФАВР на произвольный период времени (рис. 3) с цветовым выделением отклонений реальных значений от заданных (рис. 4).

Дата	ВБ на 8-00, м	НБ на 8-00, м	h СУР, м	Нетто, м	Приток, м ³ /с	Фильтр, м ³ /с	Охл.сб.р, м ³ /с	Qturb, м ³ /с	Qгэс, м ³ /с	Газ сред, м ³ /с	Эсут, МВт*ч	h ГА, МВт	Q ГА, МВт	Кол-во включ-х ГА	ВВ ВотнГЭС на 8-00, м	Водохр, м ³	Сраб/нап, м
01.02.2015	104,89	87,53	0,26	17,10	516	3	0	662	665	665	2269	25	164	3,78	87,38	3595	-0,08
02.02.2015	104,88	87,53	0,22	17,13	518	3	0	1098	1101	883	3714	25	164	6,19	87,34	3545	-0,01
03.02.2015	104,84	87,63	0,30	16,91	520	3	0	1112	1115	861	3728	24	159	6,47	87,29	3484	-0,04
04.02.2015	104,79	87,65	0,32	16,82	518	3	0	1121	1124	1001	3741	24	161	6,49	87,27	3448	-0,05
05.02.2015	104,76	87,72	0,30	16,74	520	3	0	1130	1133	1028	3736	24	163	6,49	87,25	3376	-0,03
06.02.2015	104,70	87,52	0,29	16,89	529	3	0	1112	1115	1042	3709	24	159	6,44	87,24	3328	-0,06
07.02.2015	104,66	87,56	0,28	16,82	521	3	0	621	624	883	2104	24	161	3,65	87,23	3328	-0,04
08.02.2015	104,66	87,40	0,32	16,94	525	3	0	610	613	936	2076	24	159	3,60	87,21	3304	0,00
09.02.2015	104,64	87,38	0,35	16,91	521	3	0	1085	1088	853	2007	24	159	6,26	87,17	3245	-0,02
10.02.2015	104,59	87,48	0,29	16,82	519	3	0	1097	1100	868	3635	24	161	6,31	87,12	3175	-0,05
11.02.2015	104,53	87,47	0,29	16,77	516	3	0	1077	1080	978	3604	24	161	6,26	87,07	3151	-0,06
12.02.2015	104,51	87,63	0,31	16,57	523	3	0	1078	1081	1081	3628	24	164	6,30	87,00	3070	-0,02
13.02.2015	104,44	87,52	0,30	16,62	530	3	0	1078	1081	1081	3629	24	164	6,30	86,98	3000	-0,07
14.02.2015																	
15.02.2015																	

Рис. 3. Формирование задания ФАВР

Подсистема разрабатывается как часть комплексной системы автоматизации, функционирующей на Камской, Жигулевской и Саяно-Шушенской ГЭС.

Подсистема будет реализована по клиент-серверной архитектуре на языках JavaScript и C# с использованием технологии создания веб-приложений ASP.NET и MVC Framework. В качестве системы управления базой данных выбрана Microsoft SQL Server 2012.



Сутки V С: 01.02.2015 По: 15.02.2015 Меню со стандартными функциями работы с формой Импорт Добавить задание ФАВР V

Таблица
 Расход воды Выработка э/э

Параметры

Режим: 01.02.2015 - 11.02.2015 Поддерживать: Уровень ВВ, м 104,6 - 105,0 Результат: отклонение значения за даты 10.02.2015-11.02.2015

Дата	ВВ на 8-00, м	НВ на 8-00, м	h СВР, м	Ннетто, м	Приток, м ³ /с	Qфильтр, м ³ /с	Qхол.сбр, м ³ /с	Qtурб, м ³ /с	Qгэс, м ³ /с	Qгэс сред, м ³ /с	Эсут, МВт*ч	НГА, Мвт	QГА, МВт	Кол-вклоч, ГА
01.02.2015	104,89	87,53	0,26	17,10	516	3	0	662	665	2269	25	164	3,2	
02.02.2015	104,88	87,53	0,22	17,13	518	3	0	1098	1101	883	3714	25	164	6,1
03.02.2015	104,84	87,63	0,30	16,91	520	3	0	1112	1115	988	3728	24	159	6,4
04.02.2015	104,79	87,65	0,32	16,82	518	3	0	1121	1124	996	3741	24	161	6,4
05.02.2015	104,76	87,72	0,30	16,74	520	3	0	1130	1133	1003	3736	24	163	6,4
06.02.2015	104,70	87,52	0,29	16,89	529	3	0	1112	1115	1009	3709	24	159	6,4
07.02.2015	104,66	87,56	0,28	16,82	521	3	0	621	624	990	2104	24	161	3,6
08.02.2015	104,66	87,40	0,32	16,94	525	3	0	610	613	972	2076	24	159	3,6
09.02.2015	104,64	87,38	0,35	16,91	521	3	0	1085	1088	977	3607	24	159	6,2
10.02.2015	104,59	87,48	0,29	16,82	519	3	0	1097	1100	983	3635	24	161	6,3
11.02.2015	104,53	87,47	0,29	16,77	516	3	0	1077	1080	987	3604	24	161	6,2
12.02.2015	104,51	87,63	0,31	16,57	523	3	0	1078	1081	1081	3628	24	164	6,3
13.02.2015	104,44	87,52	0,30	16,62	530	3	0	1078	1081	1006	3629	24	164	6,3
14.02.2015														
15.02.2015														

Рис. 4. Выделение цветом параметров, отличающихся от заданных

О.А. Никулина

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ТАБЛИЦ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВАЖНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ

(Самарский государственный технический университет,
 архитектурно-строительный институт)

С середины прошлого века не теряет актуальности проблема многокритериального выбора, которая является главной составляющей принятия решений. Существует несколько подходов и методов позволяющих предполагать, что их решения наиболее подходящие.

В работе рассматривается подход, разработанный профессором АСИ СамГТУ Пиявским С.А. [1], который позволяет ЛПР (лицу принимающему решения) перейти от постоянного пространства коэффициентов важности критериев к дискретному пространству политик выбора. С помощью такого пространства, состоящего из множества равномерно распределённых случайных сгенерированных точек, удалось сформировать таблицы весовых коэффициентов важности частных критериев, пригодных для решения любых задач многокритериальной оптимизации.

Принятие решений - процесс распознавания альтернатив и выбора среди них, стоящее на ценностях и выборе лица принимающего решение. Этот процесс в условиях многокритериальности находит себе использование во многих отраслях от психологии до применения в технике.

Большинство способов известных на данный момент используют линейную свёртку:



$$F(f) = \sum_{j=1}^m x^j f^j, \quad j=1..m, \quad x^j \geq 0, \quad \sum_{j=1}^m x^j = 1$$

Здесь $f = (f^1, f^2, \dots, f^m)$ - вектор значений m частных критериев $f^j, j = 1, \dots, m$, а x^1, x^2, \dots, x^m - вектор количественных весовых коэффициентов, отражающих сравнительную важность для ЛПР различных аспектов сравнения решений. Конечно, такой способ расчета обладает недостатком, он игнорирует Парето-оптимальные решения, однако его простота позволяет найти ему широкое применение.

В работе полагается что коэффициенты важности в линейной свертке не известны однозначно, а относятся к множеству неопределённости коэффициентов X элементов m -мерного пространства, довольствующих высказанным ЛПР-ом выбору, то X описывается соотношениями

$$x^j \geq 0, \quad j=1, \dots, m, \quad \sum_{j=1}^m x^j = 1,$$

к которым добавляются модели, описывающие отнесение ЛПР-ом разных критериев к разным группам важности.

В таблице 1 приведены универсальные весовые коэффициенты, рассчитанные для задач принятия решения до четырёх частных критериев

Таблица 1 – Универсальные коэффициенты важности критериев для задач принятия решений с двумя, тремя и четырьмя критериями

Число частных критериев в задаче принятия решений	Количество критериев в каждой группе важности				Универсальные значения коэффициентов важности критериев			
	Группа важности критериев				Группа важности критериев			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
2	2				0,500			
	1	1			0,250	0,750		
3	3				0,333			
	2	1			0,194	0,611		
	1	2			0,111	0,444		
	1	1	1		0,111	0,278	0,611	
	4				0,250			
4	3	1			0,167	0,521		
	2	2			0,104	0,396		
	1	3			0,063	0,313		
	2	1	1		0,104	0,271	0,521	
	1	2	1		0,063	0,208	0,521	
	1	1	2		0,063	0,146	0,396	
	1	1	1	1	0,063	0,146	0,271	0,521



Литература

1. Пиявский, С.А. Как «нумеризовать» понятие «важнее» / С.А. Пиявский // Онтология проектирования. — 2016. — № 6. — С. 414—435.
2. Лагоша, Б.А. Оптимальное управление в экономике [Текст]: учеб. пособие / Б. А. Лагоша, Т.Г. Апалькова, Теория и приложения, – М., 2008 – 224 с.
3. Орлов, А.И. Теория принятия решений [Текст]: учеб. пособие / А.И. Орлов, – М.: Издательство "Март", 2004. – 656 с.
4. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений [Текст]: учеб. пособие / О.И. Ларичев, – М., Логос, 2000. – 295 с.
5. Саати, Т. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений, Электронный журнал Cloud of Science. 2015. Т. 2. №1, <http://cloudofscience.ru>
6. Ларичев, О.И. Вербальный анализ решений [Текст]: учеб. пособие / О.И. Ларичев, ИСИ РАН – М., Наука, 2006 – 181 с.
7. Пиявский, С.А. Оптимизация параметров многоцелевых летательных аппаратов [Текст]: / С.А. Пиявский, В.С. Брусов, Е.А. Хвилон, – М., «Машиностроение», 1974 – 106 с.



ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

В.С. Ардесов, Д.Р. Салихов, А.Р. Халиков

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕРНЕТ-БРАУЗЕРОВ ПОСТРОЕННЫХ НА БАЗЕ WEBKIT

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В современном мире веб-приложения широко распространены. В интернете люди общаются, узнают что-то новое, совершают покупки и выполняют множество других повседневных задач. Для доступа ко всем этим сервисам и веб-приложениям пользователи используют современные интернет-браузеры. Сегодня интернет-браузер это окно в мир информационных технологий. Каждый день мы доверяем веб-сайтам множество персональных данных, данные кредитных карт и другой персональной информации. Но так ли надежно защищены эти данные? Ведь если даже сайт не имеет уязвимостей, то угрозой безопасности может стать использование уязвимого браузера. Именно поэтому было решено проверить современные интернет браузеры на возможность использования некоторых типов уязвимостей в целях доступа к конфиденциальной информации. Целью данной работы является исследование безопасности современных интернет-браузеров.

Для хранения данных об авторизации, настроек, предпочтений пользователя, произведения транзакций и прочего, современные веб-браузеры используют, так называемые, файлы cookie.

Cookie – это фрагмент данных, отправленный веб-сервером для хранения на компьютере пользователя.

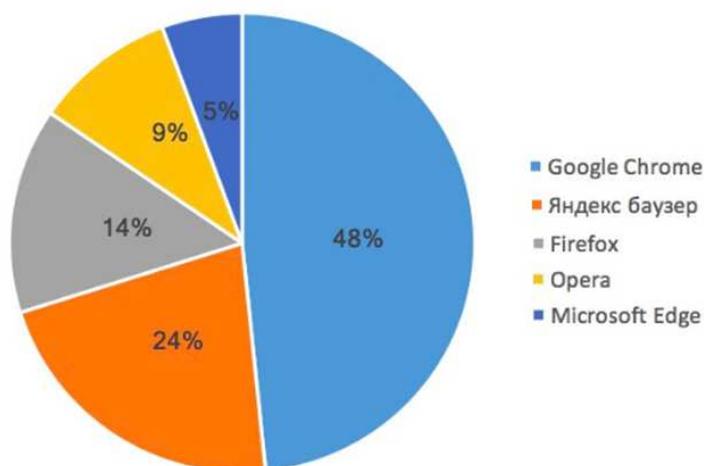


Рисунок 1 – Диаграмма популярности браузеров в России (октябрь 2016)



В мире, существует множество различных браузеров, однако в нашей стране особой популярностью пользуются 5 различных браузеров [2]: Google Chrome, Яндекс.Браузер, Opera, Mozilla Firefox, Microsoft Edge (см. рис. 1). Google Chrome, Яндекс.Браузер и Opera, лидеры этой пятерки, построены на базе одного свободного движка для отображения веб страниц WebKit. Это означает, что эти браузеры имеют сходное внутреннее устройство и, как следствие, используют сходные форматы и механизмы для хранения данных. Для хранения cookie, все браузеры на базе WebKit, используют файл базы данных формата sqlite3, со структурой изображенной на рисунке 2, в ОС Windows различаются лишь пути к файлу для cookie:

Google Chrome: %LOCALAPPDATA%\Google\Chrome\User Data\Default\Cookies
Opera: %APPDATA%\Opera Software\Opera Stable\Cookies
Яндекс.Браузер: %LOCALAPPDATA%\Yandex\YandexBrowser\User Data\Default\Cookies

Column Name	Data Type
creation_utc	INTEGER
host_key	TEXT
name	TEXT
value	TEXT
path	TEXT
expires_utc	INTEGER
secure	INTEGER
httponly	INTEGER
last_access_utc	INTEGER
has_expires	INTEGER
persistent	INTEGER
priority	INTEGER
encrypted_value	BLOB
firstpartyonly	INTEGER

Рисунок 2 – Структура файла базы данных используемого для хранения cookie

Хотя, поле encrypted_value таблицы cookies является зашифрованным, это не означает, что пользовательские данные хранятся достаточно надежно. В качестве алгоритма шифрования здесь используется технология `krcttD`. Это одна из функций интерфейса DPAPI (Data Protection Application Programming Interface) в ОС Windows [1,3]. Все настройки и параметры шифрования хранятся в реестре, для каждого пользователя системы. Это означает, что записи в базе данных не удастся расшифровать на другом компьютере, однако ничего не мешает расшифровать данные на компьютере “жертвы”. Именно в этом заключается проблема рассмотренная в данной статье.

В доказательство этого, на языке программирования C#, был написан код представленный в листинге 1. Внедрив этот код в приложение, которое будет



запущено на компьютере жертвы, можно расшифровать все данные содержащиеся в файле базы данных, которые без труда можно будет без труда интегрировать в свой браузер (например, с помощью расширения EditMyCookie) и использовать для получения доступа к конфиденциальным данным, например аккаунтам в социальных сетях, онлайн-банкинге и прочих сервисах.

```
using (var reader = cmd.ExecuteReader())
{
    while (reader.Read())
    {
        var cookie = new Cookie();
        cookie.domain = reader.GetString(0);
        var encryptedData = (byte[])reader[8];
        var decodedData = System.Security.Cryptography.ProtectedData.Unprotect(encryptedData, null, System.Security.Cryptography.DataProtectionScope.CurrentUser);
        var plainText = Encoding.ASCII.GetString(decodedData);
        cookie.value = plainText;

        yield return cookie;
    }
}
```

Листинг 1 – Фрагмент исходного кода алгоритма расшифровки cookie

Вывод: большинство современных браузеров уязвимо к подобному методу атаки, что в свою очередь означает, что данные миллионов пользователей современных веб-приложений потенциально находятся под угрозой неправомерного доступа. Самый действенный способ защиты от подобных атак – проявлять бдительность при работе в интернете, не скачивать и не устанавливать программное обеспечение от неизвестных разработчиков и использовать антивирусное ПО.

Литература

1. Лебеденко А.В., Артеменко М.А., Кушнарев А.А. Исследование уязвимостей в хранении интернет - браузером конфиденциальных данных. / А.В. Лебеденко, М.А. Артеменко, А.А. Кушнарев. // Новая наука: опыт, традиции, инновации, ООО “Агентство международных исследований”, Уфа, 2016. – С. 78-82. ISSN: 2412-9747
2. Хвостенко Т.М., Булучев Валентин, Баранов Алексей. Дискуссия на тему: Браузеры. / Хвостенко Т.М., Булучев Валентин, Баранов Алексей. // Вестник образовательного консорциума среднерусский университет. Информационные технологии, БИУП, Брянск, 2013. – С. 38-41.
3. Гордейчик С.В. Оценка защищенности интернет-пользователей / С.В. Гордейчик // Безопасность информационных технологий, классное снаряжение, москва, 2011, - С. 103-107. ISSN: 2074-7128/EISSN: 2074-712



Р.Р. Арсланов, Я.В. Соловьева

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЁТА ЭВАКУИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ШТРАФСТОЯНКАХ. АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПАРКОВКИ В Г.О. САМАРА

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

В настоящее время ввиду большого количества автомобилей в городе Самара остро стоит проблема парковки этих автомобилей. Действительно, парковочных мест на парковках намного меньше, чем желающих, и водители зачастую идут на нарушение ПДД и паркуют автомобили в неположенных местах. Автомобили, оставленные в неположенном месте, часто эвакуируют, и водитель попадает в ситуацию, когда судьба его автомобиля становится ему неизвестна: эвакуировали автомобиль или угнали.

В связи с вышеупомянутыми проблемами была разработана автоматизированная информационная система учёта эвакуированных автомобилей на штрафстоянках. В настоящее время проводится исследование, направленное на выявление мест и районов с наибольшей вероятностью эвакуации автомобилей с целью выявления причины и предоставления решения. По состоянию на 2017 год, в г. Самара расположено 5 штрафстоянок в Ленинском, Самарском, Железнодорожном, Советском и Кировском районе. Наибольшая плотность эвакуации автомобилей происходит в центре города, наименьшая в Промышленном районе. Проведённые исследования позволят:

- определить места, где чаще всего эвакуируют автомобили;
- оценить количество необходимых парковочных мест;
- посчитать загруженность штрафстоянок;
- исследовать зависимость количества эвакуированных автомобилей от дня недели и времени суток.

Автоматизированная система представляет собой веб-приложение, реализованное с использованием СУБД Microsoft SQL Server 2012 Express, Microsoft Visual Studio 2015 на языке программирования высокого уровня C# и решает задачи обмена данными с удаленным WEB-сервером с возможностью поиска необходимого автомобиля по марке автомобиля, государственному регистрационному номеру, месту эвакуации и дате эвакуации.

Мобильное приложение к системе работает на операционной системе WindowsPhone 10 и позволяет быстро и просто получить информацию об эвакуации автомобиля. По номеру автомобиля происходит поиск в базе данных эвакуированных машин и если номер найден, то происходит уведомление пользователя [1].

Данная система также позволяет провести анализ загруженности штрафстоянок (рисунок 1) и описать методы оптимизации процесса эвакуации. Если адреса мест эвакуации разместить на карте, то можно получить



информацию о районах с наибольшей активностью эвакуаторов. Подобные исследования проводились в ряде городов (Самара в них не входит) компанией «Яндекс». Они анализировали особый тип меток «разговорчики», где сообщалось об эвакуаторах (рисунок 2) [2].

На данном этапе работы проводятся аналогичные исследования, которые позволят г. Самаре оптимизировать процесс эвакуации, снизит социальную напряжённость, увеличит доверие граждан к администрации и в перспективе даст информационное обоснование для организации новых парковочных мест.

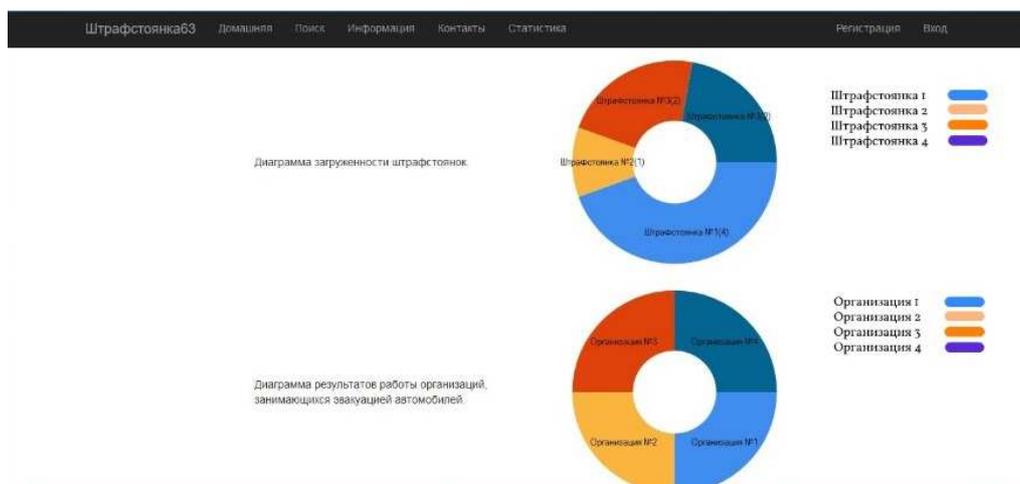


Рисунок 1 – Диаграммы загруженности штрафстоянок и относительно количество автомобилей эвакуированных каждой организацией

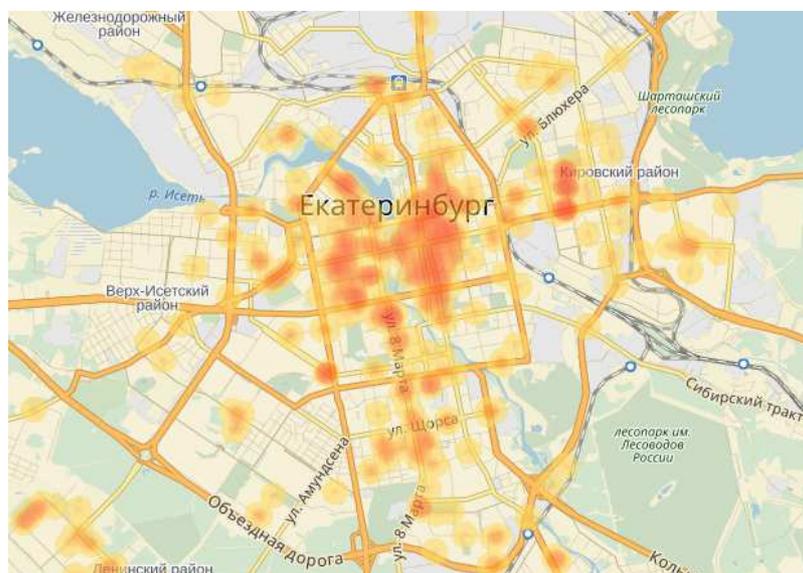


Рисунок 2 – Результаты анализа компании «Яндекс» в городе Екатеринбург

Литература

1 Соловьева, Я.В. Автоматизированная система учёта эвакуированных автомобилей со штрафстоянок [Текст] / Я.В. Соловьева, Р.Р. Арсланов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной



научно-технической конференции – Самара, 2016. – С. 359-360.

2 Эвакуация автомобилей в Екатеринбурге [Электронный ресурс]. – <https://yandex.ru/company/researches/2016/ekaterinburg/evacuation> (дата обращения 20.01.2017).

Р.В. Владимиров, Я.В. Соловьева

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ЗАКАЗА И ОПОВЕЩЕНИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королева)

Нас уже не удивить покупками в интернете. А покупаем мы часто, и в наше время интернет и технологии не стоят на месте. Мы привыкли покупать через интернет электронные товары, одежду, обувь, различные материалы и даже пищевую продукцию, но не каждый знает про существование интернет-аукционов. Это довольно новая категория интернет-магазинов, где продажа товаров осуществляется по системе аукциона, где победителем и покупателем становится тот, кто предложил за товар наибольшую цену. Преимуществом данного вида покупок являются то, что есть возможность купить товар по меньшей цене, чем можно было бы его приобрести в обычном розничном магазине или интернет-магазине. Данный вид электронной коммерции уже во всю заработал в США, и сейчас многие энтузиасты пробуют данный способ в России.

Однако с помощью интернет-аукциона можно не только продавать какой-либо товар, но и услуги. Тут уже за клиентов борются мастера и компании, которые предлагают наименьшую цену за свои услуги. В обычной жизни мы не можем обходиться без услуг, они везде и многим часто необходимы. Поэтому главной задачей интернет-аукциона услуг является удобный пользовательский интерфейс сайта, дабы пользователю было понятно, как пользоваться, а также необходимо своевременно оповещать мастеров о новых заказах и их статусе. Тут-то нам на помощь приходит автоматизированная информационная система обработки заказа и оповещения.

Автоматизированная информационная система – совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для хранения и управления данными и информацией и производства вычислений [1].

Основным преимуществом и главной задачей разработанной системы является ускорение процессов обработки заказов и связывания между собой заказчиков и исполнителей, минуя посредничество с третьими лицами. Как только ставки компаний будут наименьшими из всех и аукционы состоятся, на почтовый адрес компании будут приходить оповещения о том, что определенная



компания выиграла аукцион, и система предоставит контакты заказчика исполнителю, а заказчику - контакты исполнителя для дальнейшего взаимодействия.

Учитывая тенденцию, появилось большое количество систем-аналогов, из них «www.remontnik.ru», «www.youdo.com». Данные сервисы являются довольно популярными среди пользователей, но все же имеют свои минусы, например: невозможность просмотра списка компаний и мастеров, закрытый доступ к контактам исполнителей без размещения заявки, платные ставки.

Основная функциональность разработанной автоматизированной информационной системы предназначена для учета состояния заказа и передачи заказа продавцу или исполнителю услуг, который сделал наименьшую ставку и оказался победителем лота.

Главным отличием от систем-аналогов является открытость данных обо всех исполнителях, бесплатное и своевременное оповещение о состоянии заказа по электронной почте, уведомлениям в личном кабинете. Все это позволит снизить затраты на время и сэкономить деньги, что позволит системе быть чрезвычайно полезной.

Во время разработки автоматизированной системы было предусмотрено:

- обеспечение максимального быстродействия работы сайта;
- обеспечение своевременного оповещения о состоянии заказа;
- сохранность накопленных данных.

Также были предусмотрены следующие функции системы:

- фильтр оповещений по определенным категориям заказов;
- автоматизация ведения завершенных торгов интернет-аукциона;
- просмотр завершенных торгов.

Система выполнена в среде разработки МАР на языке программирования php. База данных системы реализована в системе управления реляционными базами данных MySQL. Система функционирует под управлением системы Joomla!.

Литература

1 Алешин Л.И. Автоматизированные информационные системы: Московская финансово-промышленная академия. — М.:, 2006.

З.М. Гизатуллин, А.О. Архипов, Р.Р. Закиров

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ПРИ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В последнее время невероятно быстро развиваются беспроводные локальные сети передачи информации. По пропускной способности они не усту-



пают выделенным медным линиям связи. Информационная безопасность, помехоустойчивость и надежность современных протоколов передачи сделали беспроводные локальные сети передачи информации явлением повсеместным, а оборудование для них – массовым продуктом.

Целью данной работы является анализ качества функционирования беспроводной локальной вычислительной сети стандарта Wi-Fi при преднамеренных воздействиях микроволн сверхвысокой частоты.

Одним из важных параметров при применении беспроводных сетей является скорость передачи информации, которая сильно зависит от существующей электромагнитной обстановке в области эксплуатации. Интенсивность преднамеренных электромагнитных полей связано с наличием естественных источников или с существенным увеличением количества и мощности электронных, радиотехнических и промышленных источников. Преднамеренные источники помех (задачи информационной безопасности [1]) проявляются в связи с обострением конкурентных экономических отношений и криминальных структур, с целью целенаправленного уничтожения или блокирования информации в результате искажения информационных сигналов в пространстве. При этом, вне зависимости от механизма возникновения электромагнитных помех, они могут привести к существенному снижению качества функционирования беспроводных сетей. Аналогичная задача существует и для проводных локальных сетей и приведенные в [2, 3] результаты однозначно указывают на необходимость качественного и количественного анализа данных процессов.

Обычно схема Wi-Fi сети содержит не менее одной точки доступа и не менее одного клиента. Также возможно подключение двух клиентов в режиме точка-точка (Ad-hoc), когда точка доступа не используется, а клиенты соединяются посредством сетевых адаптеров «напрямую». Точка доступа передает свой идентификатор сети (SSID) с помощью специальных сигнальных пакетов на скорости 0,1 Мбит/с каждые 100 мс. Поэтому 0,1 Мбит/с наименьшая скорость передачи данных для Wi-Fi. Зная SSID сети, клиент может выяснить, возможно ли подключение к данной точке доступа. При попадании в зону действия двух точек доступа с идентичными SSID приёмник может выбирать между ними на основании данных об уровне сигнала. Стандарт Wi-Fi даёт клиенту полную свободу при выборе критериев для соединения. Более подробно принцип работы Wi-Fi описан в [4].

В данной работе для анализа качества функционирования беспроводной локальной вычислительной сети разработан следующий стенд, представленный на рис. 1.

Оборудование для проведения анализа качества функционирования беспроводной локальной сети следующие:

- беспроводной маршрутизатор D-Link DSL-G804V ADSL2+ с поддержкой IPSec, подключенный к персональному компьютеру;
- ноутбук Asus 1005PE;
- микроволновая печь SUPRA MWS-1806MW.



Схема расположения устройств для анализа помехоустойчивости беспроводной локальной вычислительной сети в помещении. Микроволновая печь, как и все устройства передачи функционируют на частоте 2,4ГГц.

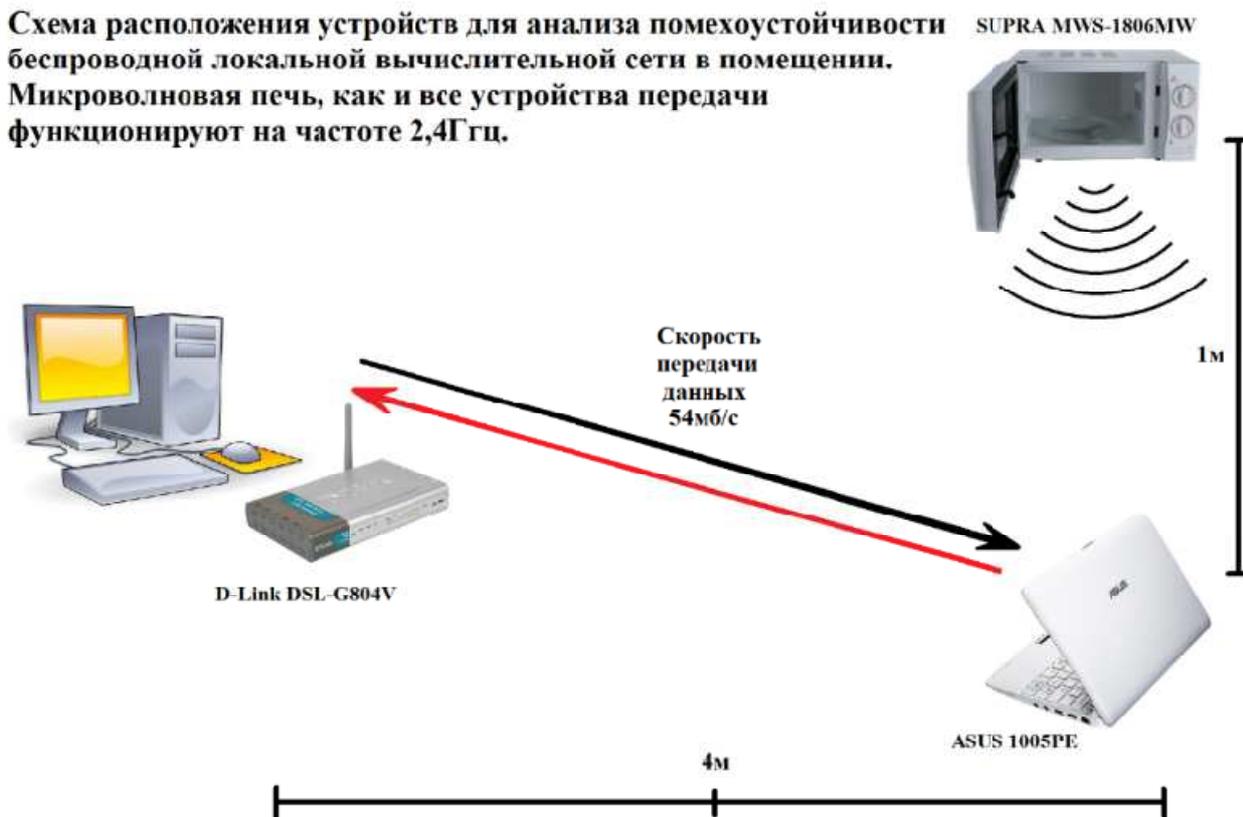


Рис. 1. Условий исследования качества функционирования беспроводной локальной сети

Исследование производилось в закрытом помещении, при строгом отсутствии людей (с целью их безопасности). Два основных устройства передачи располагались на расстоянии 4 м друг от друга. Оба устройства были в локальной сети, т.е. был возможен обмен данными. Связь была установлена на скорости, соответствующей стандарту IEEE 802.11g, т.е. до 54 Мб/с. Микроволновый источник помех находился между двумя устройствами передачи данных.

Результаты экспериментальных исследований качества функционирования беспроводной локальной сети классифицировались по следующим критериям [2]: «А» – нормальное функционирование с параметрами в соответствии с техническими условиями эксплуатации; «В» – кратковременное нарушение функционирования и последующее восстановление без вмешательства оператора; «С» – кратковременное нарушение функционирования, требующее для восстановления вмешательства оператора или перезапуска системы; «D» – нарушение функционирования, которая не может быть восстановлена из-за повреждения оборудования (компонентов) или программного обеспечения, или потери данных. В ходе исследования производилась передача данных, а именно файла размером в 86 Мб. Одновременно с запуском передачи данных происходил запуск микроволновой печи. Измерения скорости передачи данных производились стандартными средствами ОС Windows. График скорости передачи данных между узлами сети представлена на рис. 2.

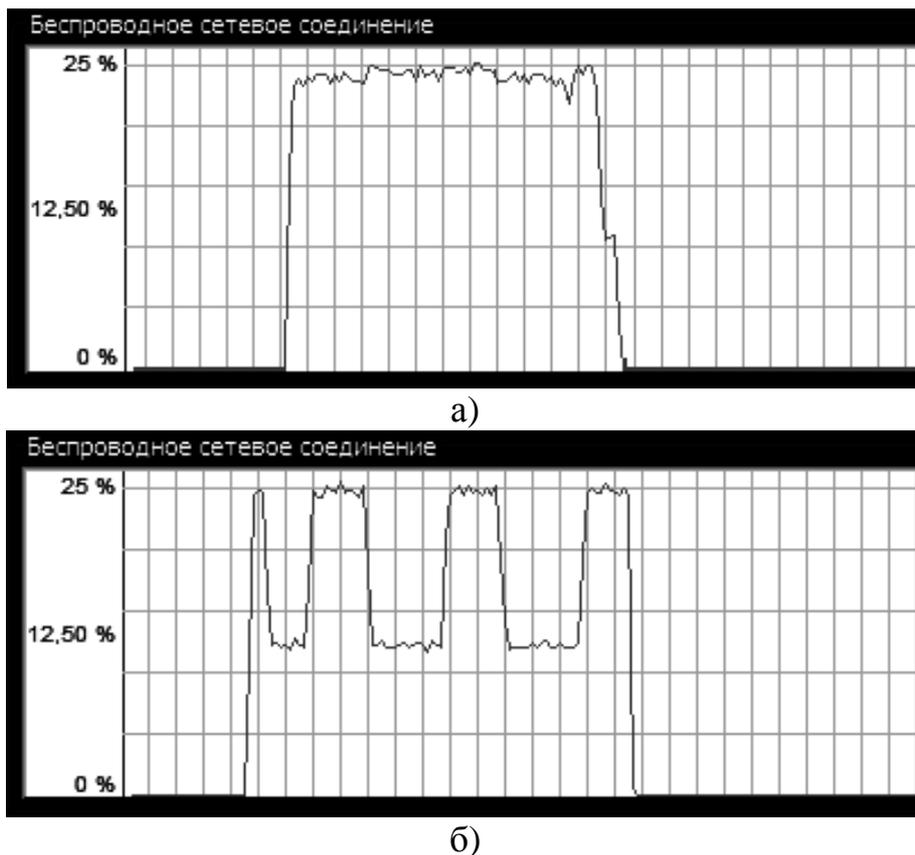


Рис. 2. Скорость передачи данных: а) при отсутствии воздействия помех; б) при воздействии микроволн сверхвысокой частоты

Сводные результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования (усредненные значения для пяти повторных измерений с одними исходными данными)

Номер серии измерений	Уровень мощности (по шкале регулировке СВЧ печи)	Время передачи данных, сек	Качественный критерий функционирования
1	Выкл.	64	А
2	1	75	В
3	2	86	В
4	3	115	В

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать следующие выводы по работе:

– при воздействии микроволновых электромагнитных помех, беспроводная локальная сеть существенно снижает скорость передачи данных (в рассмотренном примере 2 раза, критерий В);

– снижение скорости передачи происходит с некоторой периодичностью (разной при разных мощностях), что однозначно указывает на регулировку заявляемой мощности источника путем изменения длительности излучаемых полей;

– не выявлено фактов кратковременного нарушения функционирования,



требующего перезапуска системы, или повреждения оборудования, что позволяет судить в целом о достаточно высоком уровне защищенности беспроводных данного типа.

Литература

1. ГОСТ Р 56115-2014. Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства защиты от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 46 с.
2. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование электромагнитной совместимости локальных вычислительных сетей при наносекундных электромагнитных воздействиях // Радиотехника и электроника. – 2014. – №5. – С. 463–467.
3. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Шкиндеров М.С., Назметдинов Ф.Р. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств // Журнал радиоэлектроники. 2016. №9. С.7.
4. Рошан П., Лиэри Дж. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. Руководство Cisco – М.: Вильямс, 2004. – 304 с.

Р.М. Гизатуллин, Ф.Р. Назметдинов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОБОЧНОЙ КОНДУКТИВНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ЧЕРЕЗ СЕТЬ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В настоящее время задачи защиты информации в вычислительной технике (ВТ), при ее хранении, передачи или обработки приобретают особую актуальность. При этом, в связи с непрерывным ростом быстродействия передачи и обработки информации, кроме традиционных задач, связанных с программными методами защиты информации, повышенный интерес представляют методы физической защиты информации, связанные с побочными электромагнитными и кондуктивным излучениями [1, 2]. Побочная кондуктивная передача информации от ВТ есть продукт модуляции информационным сигналом гармоник развертки или других видов высокочастотных излучений, особенно на частотах свыше 25 МГц. Излучения кабелей ВТ могут наводиться на расположенные около него любые проводящие цепи: сеть электропитания, телефонную линию, металлические трубы отопления, локальную сеть, сеть заземления и т.д. [1]. На рис. 1 представлены основные каналы утечки информации при побочной кондуктивной передаче информации.

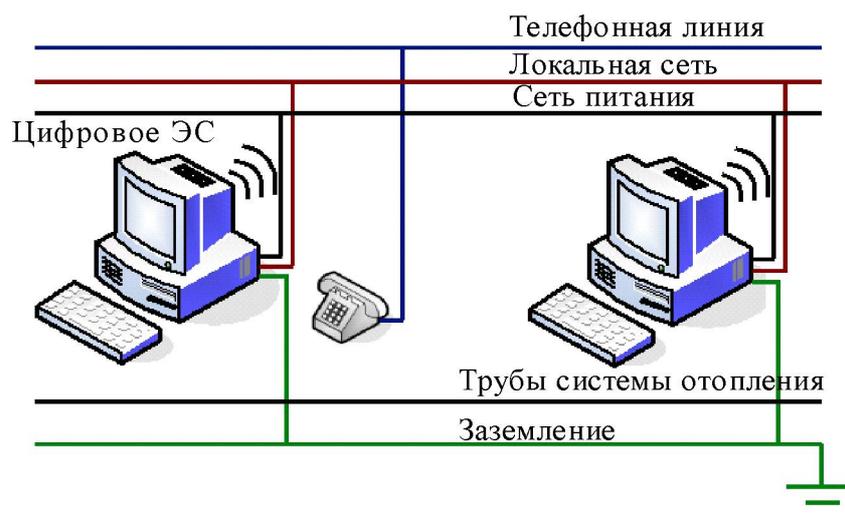


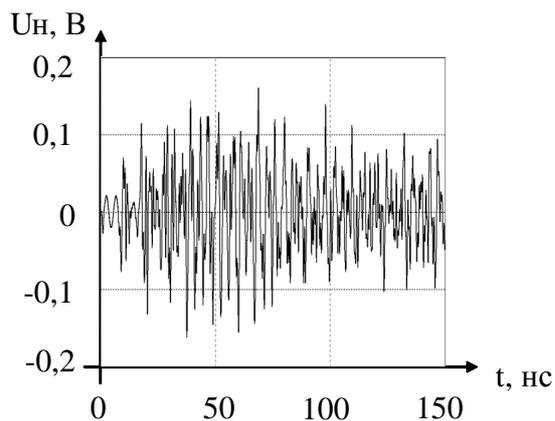
Рис. 1. Основные каналы утечки информации при побочной кондуктивной передачи информации через проводные линии связи

В работе [3] автор высказывает мнение о том, что наиболее вероятным путем побочной кондуктивной передачи информации является VGA-кабель монитора ВТ и кабель сети электропитания системного блока. Это объясняется их близким и параллельным расположением. Данную ситуацию еще усугубляет тот факт, что с графической карты к монитору ВТ через VGA-кабель передаются сигналы с частотой от нескольких килогерц до 280 МГц.

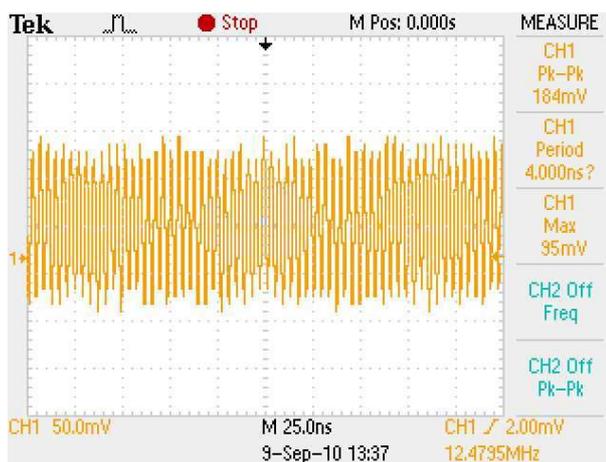
Целью данного исследования является моделирование наводимых сигналов от VGA-кабеля монитора ВТ на кабель сети электропитания как одного из наиболее вероятных каналов утечки информации.

Для данного исследования разработана имитационная модель и проведено имитационное моделирование процесса наведения побочной кондуктивной передачи информации. Содержание имитационной модели заключается в том, что параллельно по отношению друг другу расположены VGA-кабель и кабель сети питания ВТ. Кабель сети электропитания с обеих сторон соединен с нагрузкой по 1,5 МОм. На один конец VGA-кабеля подается высокочастотный синусоидальный сигнал с частотой от 30 МГц до 280 МГц и с амплитудой напряжения 1 В, а на другом конце кабеля стоит нагрузка на 1,5 МОм (R1), имитируя тем самым передачу информации с графической карты ВТ к монитору. Верхний частотный диапазон подаваемого высокочастотного сигнала обусловлен тем, что максимальная частота пропускания VGA-кабеля составляет 280 – 300 МГц. В качестве инструмента для оценки уровня наводимых сигналов используется система моделирования электромагнитных полей Microwave Studio.

На рис. 2 представлены результаты моделирования побочной кондуктивной передачи информации на кабель сети питания от VGA-кабеля монитора ВТ с точки зрения уровня наводимых сигналов, измеренных в вольтах в зависимости от частоты передаваемого сигнала через VGA-кабель.



а)



б)

Рис. 2. Пример наводимых сигналов на кабель сети электропитания от VGA-кабеля (240 МГц): а – моделирование; б - эксперимент

Сводные результаты моделирования побочной кондуктивной передачи информации на кабель сети питания от VGA-кабеля сведены в табл. 1.

Таким образом, по результатам анализа задачи защиты информации в ВТ при побочной кондуктивной передаче информации через сеть электропитания можно сделать следующий вывод: уровень наводимых сигналов на кабель сети электропитания системного блока ВТ от VGA-кабеля достигает существенных величин, при котором возможен их анализ с точки зрения информативности. Поэтому, можно утверждать, что необходим тщательный анализ возможных путей побочной кондуктивной передачи информации с точки зрения защиты конфиденциальных данных при хранении и обработке.

Таблица 1

Результаты моделирования побочной кондуктивной передачи информации в зависимости от частоты передаваемого сигнала

Частота передачи сигнала по VGA-кабелю, МГц	Амплитуда сигнала на кабеле сети питания, В
30	0,024
50	0,032
70	0,093
90	0,045
110	0,042
130	0,165
150	0,072
170	0,150
190	0,540
210	0,200
230	0,120
250	0,120
270	0,295
280	0,520



Для комплексного рассмотрения данной задачи, побочного кондуктивного переноса информации по всем линиям связи, электропитания, металлоконструкциям и т.п., необходимо применить концепцию сквозного прогнозирования на основе метода электромагнитных топологий [4]. Аналогично уже решается обратная задача, кондуктивного электромагнитного воздействия на ВТ по сети электропитания [5, 6, 7]. При необходимости снижения электромагнитного и кондуктивного побочного излучения от ВТ можно предложить следующие решения [8, 9, 10].

Литература

1. Уильямс Т. ЭМС для разработчиков продукции. – М.: Издательский дом «Технологии», 2003. – 540 с.
2. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Шкиндеров М.С., Назметдинов Ф.Р. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств // Журнал радиоэлектроники. 2016. №9. С.7.
3. Степанов Е.А., Корнеев И.К. Информационная безопасность и защита информации. – М.: ИНФРА-М, 2001, - 304 с.
4. Гизатуллин З.М. Сквозное прогнозирование помехоустойчивости электронно-вычислительных средств внутри зданий при внешних электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №2. – С. 123-128.
5. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Моделирование электромагнитного воздействия на электронные средства по сети электропитания здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – №7-8. – С. 104-110.
6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.
7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование помехоустойчивости вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Радиотехника и электроника. – 2016. – №5. – С. 500–504.
8. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.
9. Гизатуллин З.М. Снижение электромагнитных помех в межсоединениях многослойных печатных плат // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – №2 – С. 199-205.
10. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6.- С. 2.



Р.М. Гизатуллин, Ф.Р. Назметдинов

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В НАКОПИТЕЛЕ НА ОСНОВЕ ФЛЕШ-ПАМЯТИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ МОЛНИИ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

Самые первые накопители на основе флэш-памяти появились в 2000 году. Их изобрели сотрудники израильской компании M-Systems Амир Баном, Дов Моран и Оран Огдан. В апреле 1999 года в США был зарегистрирован патент на «флешку», а в сентябре 2000 года был представлен и сам накопитель.

Преимуществами данного типа накопителей являются: малый вес, бесшумность работы и портативность; универсальность; низкое энергопотребление (благодаря отсутствию механических систем); работоспособность в широком диапазоне температур; более устойчивы к механическим воздействиям (вибрации и ударам), а также к воздействию магнитных полей по сравнению с жёсткими дисками; не подвержены воздействию царапин и пыли, которые были проблемой для оптических носителей и дискет; способны сравнительно длительно хранить данные в автономном режиме (не требуя питания), от единиц до 10 лет [1].

Специфические внешние условия, например, повышенные температуры, радиационное облучение или электромагнитные воздействия могут существенно сократить срок хранения информации в связи с нарушением его целостности (задача защиты информации). Целостность информации означает, что данные не были изменены при выполнении какой-либо операции над ними или хранении [2].

Целью данной работы является исследование защиты информации в USB накопителе на основе флэш-памяти при воздействии импульсного магнитного поля молнии.

Для проведения экспериментальных исследований целостности информации в USB накопителе при воздействии импульсного магнитного поля предлагается специальный стенд. Параметры создаваемого импульсного магнитного поля соответствует разряду молнии в ближней зоне [3, 4]. В качестве источника импульсного магнитного поля используются генератор микросекундных импульсов тока и одновитковая индукционная катушка для создания однородного импульсного магнитного поля. Микросекундные импульсы тока имеют следующие параметры (рис. 1): длительность фронта/длительность импульса на уровне 50% – $6,4/16 \pm 20\%$ мкс; амплитуда тока – $(0,25; 0,5; 1; 2) \pm 10\%$ кА; частота повторения 1 раз в минуту. Индукционная катушка имеет размеры 1×1 м; коэффициент катушки 0,87; максимальная напряженность магнитного поля – $(0,125; 0,25; 0,5; 1)$ кА/м. Измерительное устройство – осциллограф Tektronix TDS2022B с полосой пропускания до 200 МГц. Для измерения параметров им-



пульсного магнитного поля используется рамочная антенна $\varnothing 100$ мм. Объектом исследования в данной работе является USB накопитель на флэш-памяти марки Silicon Power Ultima U03 объемом 8 Гбайт (рис. 2). Данный накопитель имеет контролер SW3257EN и непосредственно микросхему памяти 0664MT1L5SN.

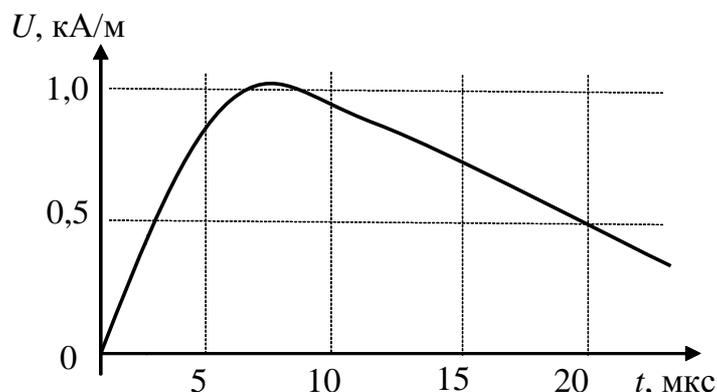


Рис. 1. Исследовательский импульс тока молнии



Рис. 2. Исследуемый USB накопитель

Результаты экспериментальных исследований классифицируются по следующим критериям качества функционирования: А - нормальное, в соответствии с заданными требованиями; В – временное ухудшение качества функционирования с последующим восстановлением без вмешательства оператора; С – временное ухудшение качества функционирования с последующим восстановлением с вмешательством оператора; D – ухудшение качества функционирования или прекращение выполнения установленной функции, которая не подлежит восстановлению оператором из-за повреждения оборудования (компонентов). Оценка критерия качества функционирования USB накопителя осуществляется с помощью бесплатной программы Check Flash. Программа проверяет целостность информации в накопителе путем физического чтения и записи. Представленные ниже результаты исследования являются показателями для 20-и повторных измерений с одними исходными данными.

При максимальном значении напряженности импульсного магнитного поля (1 кА/м) при 20 повторных экспериментальных исследованиях зафиксировано три случая нарушения качества функционирования USB накопителя по критерию «С». Программа проверки целостности информации в USB накопителе при чтении выдает сообщение «Обнаружена ошибка CRC» (рис. 3).

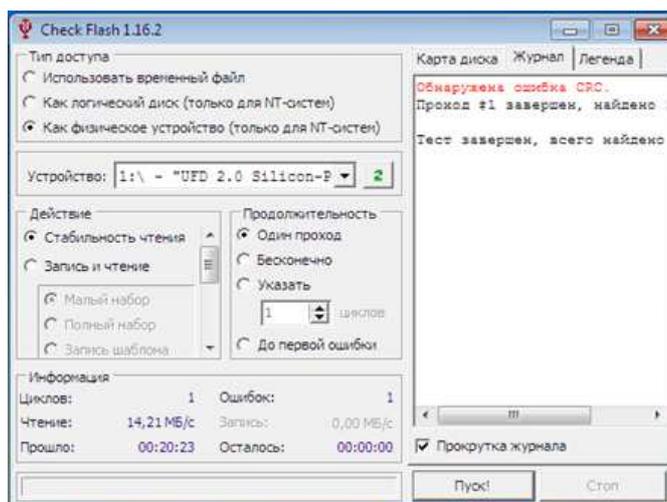


Рис. 3. Сообщение программы "Ошибка данных CRC"

Ошибка CRC (ошибка контрольной суммы - Cyclic Redundancy Check) – возникает тогда, когда контрольная сумма файла не совпадает с прочитанной при его открытии. Далее программа проводит попытку провести физическую запись на носитель информации, но выводится сообщение об ошибке записи в блоки накопителя. Только после полного форматирования USB накопитель пришел в исходное нормальное состояние, пригодное к дальнейшей работе (записи, хранению, чтению). При меньших значениях напряженности импульсного магнитного поля (0,125; 0,25; 0,5) кА/м нарушение качества функционирования USB накопителя не зафиксировано [5].

Кроме воздействия импульсного магнитного поля, на целостность информации в накопителе на основе флэш-памяти могут оказать влияние промышленные источники [6] или электростатический разряд [7, 8].

Литература

1. Кузьмин А.В. Flash память и другие современные носители информации. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 80 с.
2. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / Под ред. В. И. Кравченко. – М.: Радио и связь, 1987. – 256 с.
3. ГОСТ Р 50649-94. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1994. – 23 с.
4. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. - №1-2. – С. 38-47.
5. Гизатуллин З.М., Фазулянов Ф.М., Шувалов Л.Н., Гизатуллин Р.М. Целостность информации в USB флэш-накопителе при воздействии импульсного магнитного поля // Журнал Радиоэлектроники. 2015. – №8. – с. 8.



6. Гизатуллин З.М. Анализ воздействия высоковольтных линий электропередачи на функционирование цифровых элементов печатных плат // Технологии электромагнитной совместимости. – 2006. – № 3. – С. 3.

7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Экспериментальные исследования помехоустойчивости персонального компьютера при импульсном разряде статического электричества // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №3. – С. 78-83.

8. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. - №1-2. – С. 104-112.

В.Ф. Денисов

АРХИТЕКТУРА И ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ (ПОЛИЦЕНТРИЧЕСКОЙ) СЕТИ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ

(Консорциум «Интегра-С», АНО «Группа ИТ-стандарт»)

Интегрированные интеллектуальные системы мониторинга и обеспечения безопасности предприятий (ИИСМиБП) разрабатываются на ряде объектов транспорта, энергетики, промышленности, коммунальных служб, экология, общественная безопасность и др.). Такие системы:

1. **базируются** на применении информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) общего назначения и специализированных средств защиты объектов, процессов и ресурсов предприятий;
2. **выполняют функции** сбора и упорядочения данных о состоянии целостности и безопасности стационарных и движущихся объектов;
3. **обеспечивают** идентификацию событий, анализ реального состояния объектов, подготовку решений и рекомендаций по управлению объектами в аварийных и критических ситуациях;
4. **решают задачи** планирования и распределения ресурсов, необходимых для поддержания целостности, защиты объектов от разного рода негативных воздействий;
5. **осуществляют координацию** мероприятий по восстановлению целостности объектов и ликвидации последствий аварийных и критических ситуаций;
6. **поддерживают эксплуатацию** и техническое обслуживание средств ИКТ и оперативного взаимодействия объектов со службами безопасности регионов (МВД, МЧС и др.).

Анализ состояния разработок ИИСМиБП [1-3] показывает актуальность решения задач создания в России полицентрической сети ситуационных и информационно-аналитических центров (РСИАЦ), работающих по единым стандартам на функциональную архитектуру систем, компоненты ИКТ, интерфейсы



и протоколы обмена данными, регламентам взаимодействия служб по ликвидации аварийных и критических ситуаций на разных уровнях управления.

В состав полицентрической сети РСИАЦ входят региональные, муниципальные и отраслевые ситуационные и информационно-аналитические центры, которые обладают определенными компетенциями и ресурсами, реализуют основные функции ИИСМиБП в заданной сфере деятельности, взаимодействуют с органами государственной власти и местного самоуправления, владельцами знаний и технологий, учебными центрами, общественными профессиональными организациями, финансовыми институтами и др.).

Основные проблемы создания функционально-полных РСИАЦ связаны с исходной неопределенностью состояния объектов, вероятностно-статистическими характеристиками процессов, а также мотивами владельцев объектов, разработчиков систем, провайдеров сетей и других участников проектов, несогласованностью организационно-правовой базы и ведомственная разобщенность проектов.

Следует отметить, что разработка РСИАЦ сдерживается практическим отсутствием конструктивных 3-Д моделей зданий и сооружений, неполнотой, несогласованностью и не своевременной актуализацией геопространственных данных в организациях инфраструктуры регионального развития и ситуационных центрах, осуществляющих мониторинг состояния закрепленных за ними объектов.

Функциональные компоненты РСИАЦ обычно реализуются на разных программно-аппаратных технологических платформах. При этом, естественно, возникает проблема обеспечения их взаимодействия - «проблема интероперабельности» [2]. Эта проблема должна решаться с использованием региональных и отраслевых профилей РСИАЦ [1], учитывающих особенности объектов (организатуры, технологии, математические модели процессов, характеристики потенциальных угроз целостности и безопасности объектов, состояние «наследуемых» ИКТ, средств инженерно-технической защиты объектов и территорий, рисков в деятельности предприятий.

Особая роль при разработке РСИАЦ отводится вопросам унификации и стандартизации системной архитектуры, унификации компонент, интерфейсов и протоколов обмена данными, обеспечения организационной, семантической и технической интероперабельности, совместимости оборудования и программных средств от различных производителей.

Средства РСИАЦ должны **обеспечивать** саморегулируемые информационные обмены между узлами, **содержать** унифицированные процедуры формирования и актуализации геопространственных данных о состоянии объектов, концептуальные модели, средства аналитической обработки данных и принятия решений по восстановлению целостности объектов **предоставлять** инструменты интеграции и согласования необходимых ресурсов управления объектами.

Технологии проектирования РСИАЦ определяются в соответствии с основными положениям ГОСТ Р/ИСО12207-2006 «Системная инженерия. Стадии



жизненного цикла систем” и предусматривают выполнение следующих основных работ:

- обследование объектов, разработка концептуальных, математических и информационных моделей деятельности по закрепленным сферам ответственности ситуационного центра;
- разработка соглашений о взаимодействии узлов РСИАЦ;
- выбор архитектуры и прикладных средств обработки данных;
- проектирование (приобретение) оборудования и программных средств;
- тестирование компонент на совместимость, комплексирование, организация системных испытаний;
- подготовка объектов к внедрению, разработка моделей технического обслуживания.

В состав типовых проектов оснащения ситуационных центров включаются:

- системы связи и защищенных коммуникаций с удаленными объектами мониторинга;
- средства идентификации пользователей, определения их прав, полномочий и защиты информационных ресурсов в, т.ч., с применением средств «электронной подписи»;
- системы отображения данных о состоянии объектов с применением динамических трехмерных 3D-моделей зданий и сооружений с привязкой к географическим координатам местности;
- системы хранения данных (включая тексты, коды, аудио, видео и др.) и информационно-поисковые системы по запросам пользователей;
- системы моделирования, оценки ситуаций и принятия решений, оценки необходимых ресурсов для восстановления целостности объектов;
- системы адресного оповещения служб безопасности и восстановления целостности объектов в аварийных и критических ситуациях.

Пример функциональной архитектуры типового ситуационного центра как узла РИАСЦ приведен на рис.1.

Учитывая инфраструктурный характер РСИАЦ особое внимание необходимо уделять механизмам самоорганизации и координации работ заказчиков, исполнителей, поставщиков компонент, консолидированной разработке проектов и организационно-технических мероприятий по их реализации, в. т.ч., основанных на развитии сервис-ориентированной архитектуры и услуг ситуационных центров.

Разработка организационно-правового и нормативно-методического обеспечения РСИАЦ, методических и инструментальных средств РСИАЦ [5] направлена на снятие неопределенности в деятельности предприятий минимизацию совокупных затрат на создание и эксплуатацию средств РСИАЦ и, главное, на минимизацию ущербов в деятельности стратегических объектов инфраструктуры региона и предприятий (энергетика, транспорт, строительство, оборона и др.) и социальных значимых объектов в регионах (коммунальное хозяйство здравоохранение, общественная безопасность, экология и др.).

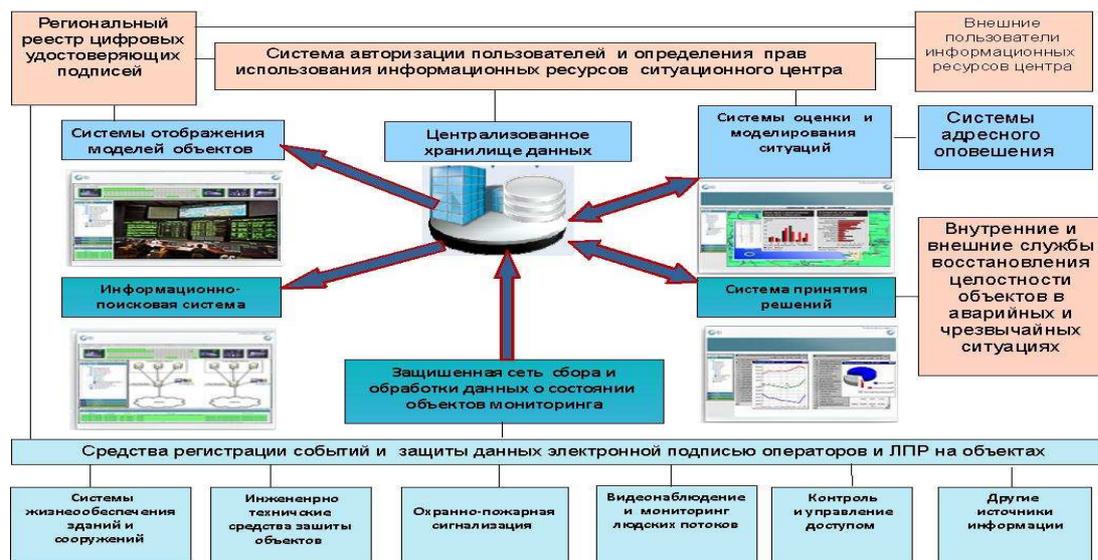


Рис.1. Функциональная архитектура типового ситуационного центра

Актуальными являются вопросы применения в узлах РСИАЦ унифицированных программно-аппаратных технологических платформ и прикладных систем ИИСМиБП под управлением открытых операционных систем с открытыми кодами, открытых спецификаций требований к комплексам прикладных задач на рабочих местах операторов и аналитиков служб безопасности, мобильным приложениям удаленных пользователей - потребителей информационных ресурсов РСИАЦ.

Ситуационные центры могут создаваться на разных уровнях управления объектами региона и быть ориентированы на решение прикладных задач в сферах своей деятельности. Однако важно обеспечить их межведомственное взаимодействие со смежными центрами РСИАЦ и органами принятия решений

Реализация проектов РИАСЦ требует особого внимания к решению задач гармонизации ИТ-стандартов и стандартов в прикладных сферах деятельности предприятий, таких как строительство, системы охранной сигнализации и антикриминальной защиты, технологии производства продукции, транспортных систем, энергетики, охраны окружающей среды и др., а также со стандартами в сфере регионального развития, консолидированного ресурсообеспечения и управления проектами.

Разрабатываемые типовые проектные решения РСИАЦ позволяют существенно сократить сроки проектирования, обеспечить снижение совокупной стоимости владения средствами ИИСМиБП на объектах, затрат на эксплуатацию, техническое обслуживание и сопровождение.

Литература

1. Прохоров С.А., Федосеев А.А., Денисов В.Ф., Иващенко А.В. Методы и средства проектирования профилей интегрированных систем обеспечения комплексной безопасности предприятий наукоемкого машиностроения. // Самара, СНЦ РАН, 2009- 199с., илл.



2. ГОСТ Р 55062-2012 «Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения.

3. Куделькин В.А., Денисов В.Ф. Модели и инструментальные средства мониторинга состояния комплексной безопасности стратегических объектов и территорий.// журнал «Мониторинг. Наука и безопасность.» -М., 2012, №2 (6), с. 16-24.

4. Куделькин В.А., Денисов В.Ф. Архитектура интегрированных распределенных систем мониторинга и обеспечения безопасности организационно-технических систем и территорий.// Мониторинг.Наука и безопасность», 2013, №4 (12), с. 64-79.

5. Куделькин В.А., Денисов В.Ф. Организационно-методическое обеспечение и стандартизация интегрированных систем мониторинга и обеспечения безопасности стратегических и социально значимых объектов и территорий государства// Журн. Интеграл, № 1 (74), 2014 г, с.50-52.

6. ISO/IEC DIS 18384-3 Distributed Application Platforms and Services (DAPS)-Reference Architecture for Service Oriented Architecture(SOA). Part 3:Service Oriented Architecture Ontology (draft international standard)

Е.Г. Загузина

ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ «ЖИВУЧЕСТИ» СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

(Санкт-Петербургский государственный экономический университет)

В условиях информационной экономики одним из актуальных вопросов является сохранение информационной безопасности государства. Информационная безопасность является основной составляющей национальной безопасности. Условием информационной безопасности является наличие системы защиты информации (СЗИ), представляющей собой в широком смысле сложно структурированную систему, работа которой направлена на защиту критической инфраструктуры государства. В более узком смысле СЗИ представляет собой комплекс организационных и технических мер, направленных на обеспечение информационной безопасности. Главным объектом защиты являются данные, которые обрабатываются в автоматизированной системе управления (АСУ) и задействованы при выполнении бизнес-процессов.

Как любая другая система, СЗИ должна обладать основными свойствами системы, обеспечивающими работу системы в целом и ее элементов. Одна из форм свойства устойчивости (способности противостоять разрушающим систему воздействиям) является свойство «живучесть», которое определяется работоспособностью системы. Термин «живучесть» заимствован из терминологии биологических систем.

Живучесть СЗИ представляет собой способность системы сохранять и восстанавливать выполнение основных функций в заданном объеме и на протяжении заданного времени в случае изменения структуры системы и/или алгоритмов и



условий ее функционирования вследствие неблагоприятных воздействий [1, С. 20-23].

Свойство живучести для СЗИ является наиболее важным в сравнении с другими системами, поскольку от наличия данного признака зависит не только функционирование самой СЗИ, но и работа тех объектов, на которые направлена ее защита. Нарушение работы СЗИ влечет за собой появление каналов утечки информации, и, следовательно, негативных последствий в целом для объекта защиты.

Наиболее приемлемым методом анализа живучести сложно структурированных систем является логико-вероятностный метод (ЛВМ) [2, С. 54]. В рамках данного метода на этапе постановки задачи анализа используются схемы функциональной целостности (СФЦ), предназначенные для строго формализованного представления общей логической организации взаимного функционирования всех элементов системы в целом.

Так, в качестве примера приведена примитивная СЗИ, построенная на основе аутентификации пользователей информационной системы, с криптографическим закрытием хранимых и передаваемых по каналам связи данных. На рис. 1 показан граф связности рассматриваемой СЗИ, на рис. 2 ее СФЦ.

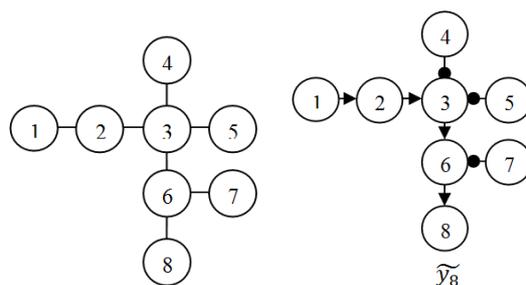


Рис 1. Граф связности (слева) и СФЦ СЗИ (справа)

Действие примитивной СЗИ можно описать следующей цепочкой событий информационной системы: 1 – запрос пользователя на получение информации; 2 – запрос пользователя на подтверждение подлинности (аутентификация); 3 – обработка запроса на получение доступа блоком управления; 4 – подтверждение подлинности (аутентификация); 5 – согласие на передачу запрашиваемой информации из базы данных; 6 – криптографическое шифрование данных; 7 – введение пользователем криптографического ключа; 8 – передача информации в блок ввода-вывода информации.

Рассмотренную систему можно отнести к классу монотонных систем. Получение информации на блок ввода-вывода возможно только при успешном прохождении аутентификации и введения правильного криптографического ключа пользователем. Таким образом, логический критерий целостности (ЛКЦ) представлен в виде:

$$Y_c = y_8 \quad (1)$$

При этом общий отказ системы определится одновременной функциональной неработоспособностью элементов 4, 5 и 7:

$$\bar{Y}_c = \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_5 \cdot \bar{y}_7 \quad (2)$$

Построим искомую функцию работоспособности системы (ФРС):



$$\bar{Y}_c = x_8 \cdot [x_6 \cdot [x_3 \cdot [x_2 \cdot x_1] \cdot (x_4 \cdot x_5) \cdot x_7] \quad (3)$$

Рассмотренная примитивная СЗИ будет работать только в случае работоспособности всех элементов и совершения заданных событий. Модифицируя СФЗ, можно получить несколько сценариев исполнения основных функций СЗИ – начиная режимом полного функционирования до режима аварийной работы. Таким образом, на данном этапе оценки «живучести» СЗИ была получена математическая модель функционирования элементов системы.

Литература

1. Можяев А.С. Теоретические основы общего логико-вероятностного метода автоматизированного моделирования систем / А. С. Можяев, В. Н. Громов. – СПб. : ВИТУ, 2000. – 145 с.
2. Синтез и анализ живучести сетевых систем : монография / Ю.Ю. Громов, В. О. Драчев, К. А. Набатов, О. Г. Иванова. – М. : «Издательство Машиностроение-1», 2007. – 152 с.

А.В. Киселева, М.А. Кудрина

СТЕГАНОГРАФИЯ И МЕТОДЫ СТЕГОАНАЛИЗА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Стеганографическая система или стегосистема – совокупность средств и методов, которые используются для формирования скрытого канала передачи информации [1]. В качестве данных может использоваться любая информация: текст, сообщение, изображение и т. п.

Контейнер – любая информация, предназначенная для сокрытия тайных сообщений.

По используемому принципу сокрытия методы компьютерной стеганографии делятся на два основных класса: методы непосредственной замены и спектральные методы. Если первые, используя избыток информационной среды, заключаются в замене малозначительной части контейнера битами секретного сообщения, то другие для сокрытия данных используют спектральные представления элементов среды, в которую встраиваются скрываемые данные.

В рассматриваемой системе были реализованы следующие методы стеганографии: метод замены наименьших значащих битов или LSB-метод, метод Куттера-Джордана-Боссена, метод Коха-Жао, а так же метод скрытой передачи цветных изображений bmp.

Стегоанализ – наука о выявлении факта передачи скрытой информации в анализируемом сообщении. В некоторых случаях под стегоанализом понимают также извлечение скрытой информации из содержащего её сообщения и (если это необходимо) дальнейшую её дешифровку [2].



По объекту поиска в стегоконтейнерах стегоаналитические методы можно разделить на такие типы:

- 1) сигнатурные методы, построенные на поиске в стеганограммах фрагментов кода, которые оставляют после своей работы стеганографические программы;
- 2) вероятностные методы, которые основаны на анализе вероятностных показателей, характерных для стегосообщений.

Визуальная атака на стегосистемы относится к сигнатурным методам стегоанализа. Она основана на том, что между младшими битами соседних элементов естественных контейнеров имеются существенные корреляционные связи. Также выявлены зависимости между наименее значащими и остальными битами элементов естественных контейнеров [3].

На рисунке 1 показано исходное изображение и изображение, сформированное только из наименее значащих битов (НЗБ) пикселей исходного изображения. На рисунке 2 – стегосистема и изображение, сформированное только из НЗБ пикселей стегосистемы. Различие между контейнером и стегосистемой визуально не проявляется. Но если изображение сформировать только из НЗБ пикселей стегосистемы, то можно легко увидеть следы вложения.

Атака на основе анализа статистики Хи-квадрат - вероятностный метод стегоанализа [3]. Это метод анализа закономерностей в вероятностях появления соседних номеров цвета пикселей. Номер цвета, двоичное представление которого заканчивается нулевым битом, назовем левым (L), а соседний с ним номер цвета, двоичное представление которого заканчивается единичным битом - правым (R). Пусть цветовая гамма исходного контейнера включает 8 цветов. Следовательно, при встраивании сообщения в НЗБ цветовой компоненты пикселей необходимо исследовать статистические характеристики в 4 парах номеров цвета. На рис.3 слева показана одна из типичных гистограмм вероятностей появления левых и правых номеров цвета в естественных контейнерах. Справа показана гистограмма вероятностей появления левых и правых номеров цвета в стегосистеме, сформированной из этого контейнера. Видно, что вероятности появления левых и правых номеров цвета в естественных контейнерах существенно различаются между собой во всех парах, а в стегосистеме эти вероятности выровнялись. Это является явным демаскирующим признаком наличия скрываемой информации. Заметим, что среднее значение вероятностей для каждой пары в стегосистеме не изменилось по сравнению с контейнером (показано на рис.3 пунктирной линией).

Рассмотрим алгоритм стегоанализа, базирующийся на сжатии данных. В качестве инструмента могут выступать широко распространенные программы-архиваторы [4]. Идея метода состоит в следующем: поток случайных данных сжимается хуже, чем поток, где встречаются повторяющиеся последовательности. Информация, включаемая в младшие биты контейнера, как правило, предварительно шифруется и, возможно, сжимается, поэтому является псевдослучайной. Степень сжатия контейнеров используется для определения наличия в них скрытой информации. Пусть X – последовательность, которая подается на



вход программе, а $Y = \phi(X)$ – новая последовательность, полученная с помощью псевдослучайного изменения младших битов всех байтов последовательности X.

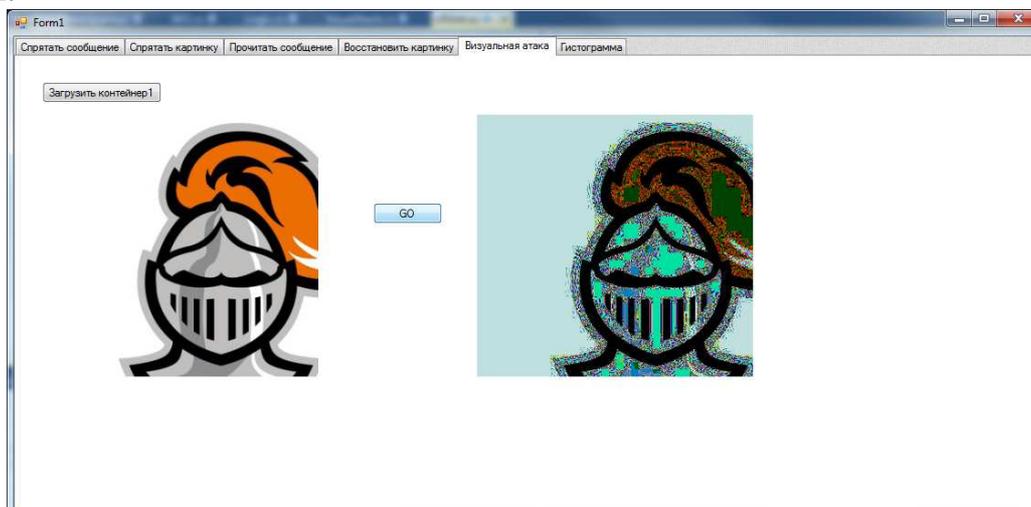


Рисунок 1 – Анализ исходного изображения



Рисунок 2 – Анализ сегосистемы

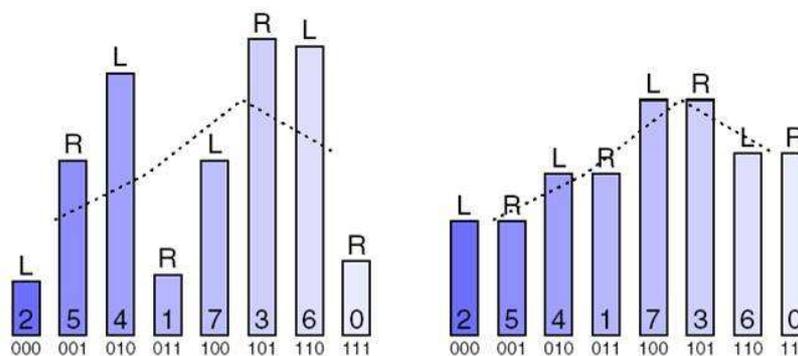


Рисунок 3 – Гистограмма частот появления левых и правых номеров цвета, слева – до встраивания, справа – после.



Отрезки последовательности X , которые не содержали «скрытую» информацию, сжимаются лучше, чем соответствующие им отрезки последовательности Y , и, напротив, коэффициенты сжатия отрезка последовательности X со «спрятанной» информацией и отвечающего ему отрезка последовательности Y отличаются незначительно. Для определения факта включения информации выбирается пороговое значение для разности коэффициентов сжатия и производится оценка количества отрезков, на которых значение этой разности не превышает порог.

В представленной работе проводится анализ стойкости методов стеганографии к приведенным методам стегоанализа. Легко видеть, что самым уязвимым методом стеганографии является LSB-метод, так как наличие встроенной информации обнаруживается любым из исследуемых методов стегоанализа. Метод Коха-Жао является самым стойким из реализованных в работе методов стеганографии, так как для встраивания информации использует частотную область контейнера и заключается в относительной замене величин коэффициентов дискретного косинусного преобразования, то есть не изменяет непосредственно младшие биты цветовых компонент контейнера.

Литература

1. Основные положения стеганографии [Электронный ресурс] - <http://citforum.ru/internet/securities/stegano.shtml>
2. Стегоанализ [Электронный ресурс] - <https://ru.wikipedia.org/wiki/Стегоанализ>
3. Практические оценки стойкости стегосистем [Электронный ресурс] - <http://crypts.ru/prakticheskie-ocenki-stojkosti-stegosistem.html>
4. Стегоанализ графических данных в различных форматах [Электронный ресурс] - <http://old.tusur.ru/filearchive/reports-magazine/2008-2-1/63-64.pdf>

М.К. Костанян, Я.В. Соловьева

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОНЛАЙН-БРОНИРОВАНИЯ НОМЕРОВ В ОТЕЛЕ

(Самарский университет)

Автоматизация взаимоотношений организаций с клиентами (CRM, сокращение от англ. *Customer Relationship Management*) применяется на современном этапе практически во всех сферах деятельности, поэтому в настоящее время автоматизация бронирования номеров в гостинице является актуальным. Основным направлением развития взаимоотношений между организациями и клиентами является разработка web-приложений для организаций.

С середины прошлого века компании во всем мире стали внедрять системы управления взаимоотношениями с клиентами в свои бизнес-процессы. Такие системы обладают самыми разнообразными возможностями: от регистра-



ции предстоящих событий (различных мероприятий и встреч), а также внесения информации об уже проведенной работе до проведения торгов. Российский рынок CRM-систем развивается на протяжении почти 15 лет, и далеко не все отрасли в полной мере автоматизировали взаимоотношения с клиентами. Поэтому рынок CRM в России еще не достиг полной зрелости, а для работы в этой области остается еще значительное пространство.

Основным преимуществом автоматизации в этой сфере является предоставление клиентам возможности удаленного просмотра информации о всех номерах в гостинице и бронирования выбранного номера.

Один из основных бизнес-процессов любой гостиницы – взаимодействие с клиентами. По этой причине и разрабатывается web-приложение, позволяющее потенциальным постояльцам удобно, “не выходя из дома” бронировать номера, что повышает популярность гостиницы и, как следствие, ее конкурентоспособность.

В настоящее время существует множество систем онлайн-бронирования номеров (Ozon travel, Booking.com, Trivago). В основном это очень большие программы, предусматривающие бронирование номеров во всех отелях всех стран. Но для небольших гостиниц такие решения являются очень громоздкими и дорогими.

В рамках данного проекта изучалось взаимодействие гостиницы с клиентами. Разработанная система предназначена для ведения учета номеров, бронирования номера и регистрации постояльца. Основной целью создания данной системы является повышение эффективности и качества работы отеля.

Внедрение автоматизированной системы облегчает и упрощает работу сотрудников гостиницы за счет внедрения в рабочий процесс информационных технологий, позволяющих автоматизировать часть ручного труда. Автоматизация процесса учета номеров позволяет частично снять нагрузку с сотрудника. Упрощается процесс составления договоров и процесс регистрации, увеличивается скорость бронирования номера. Кроме того, исключаются ошибки, связанные с проявлением человеческого фактора.

Данный проект в отличие от систем-аналогов является специализированным приложением в небольшом отеле. Система не является громоздкой и обладает только тем функционалом, который требуется для данной сферы деятельности.

При разработке автоматизированной системы было предусмотрено:

- обеспечение максимального быстродействия работы приложения;
- обеспечение удобного и понятного интерфейса;
- обеспечение максимальной надежности работы системы;
- сохранность накопленных данных.

Преимуществом использования внедренной гостиничной системы является удобство бронирования для клиента и простота для сотрудников организации.

Система реализует следующие основные функции:

- авторизация пользователя;



- регистрация пользователя;
- ведение номеров;
- расчет стоимости номера;
- выдача клиенту ваучера.

Система выполнена в среде разработки PhpStorm 2016 на языке программирования PHP. База данных системы реализована в системе управления реляционными базами данных MySQL.

Литература

- 1 Booking.com [Электронный ресурс]. – <https://www.booking.com>.
- 2 Ozon travel [Электронный ресурс]. – <http://www.ozon.travel/hotel/>.
- 3 Trivago [Электронный ресурс]. – <https://www.trivago.ru/>.

О.Х. Кулдашев, К.З. Муминов

ОДНОНАПРАВЛЕННЫЙ СИНХРОННЫЙ РЕЖИМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ШУМОВЫХ СИГНАЛОВ В ОПТИЧЕСКОМ ВОЛОКНЕ

(Ташкентский университет информационных технологий
Ферганский филиал)

Исследование однонаправленного синхронного режима распространения информационного и шумового сигналов в оптическом волокне был произведен на экспериментальной установке, блок-схема которой приведена на рис. 1. Здесь: ГИС – генератор импульсов информационного сигнала; УИС – усилитель информационного сигнала; УШС – усилитель шумового сигнала; ЛИС – лазерный излучатель информационного сигнала; ЛШС – лазерный излучатель шумового сигнала; ЖГШС – ждущий генератор шумового сигнала; ОР – оптический разветвитель; ОВ – оптическое волокно; ФП – фотоприемник; УФС – усилитель фотоэлектрического сигнала; ОЦ – осциллограф.

Синхронный режим распространения информационного и шумового сигнала в оптическом волокне обеспечивается за счет применения ждущего генератора импульсов шумового сигнала ЖГШС, который запускается выходными импульсами генератора информационного сигнала.

Принципиальная схема экспериментальной установки для исследования однонаправленного синхронного режима распространения информационного и шумового сигналов в оптическом волокне приведена на рис. 2. и рис. 3. На рис. 2. приведена принципиальная схема усилителя информационного сигнала. На транзисторах Т1 и Т2 собран усилитель напряжения, а на транзисторе Т3 собран эмиттерный повторитель. В качестве генератора информационного сигнала был использован стандартный генератор типа Г5-56. Мощность выходного оптического излучения информационного сигнала регулируется перемен-



ным резистором R7. Резистор R8 служит для ограничения максимального тока, через лазерный излучатель ЛИС.

На рис.3. приведена принципиальная схема ждущего генератора и усилителя шумового сигнала. Ждущий генератор шумового сигнала построен на основе микросхем типа К155ЛА3. На логических элементах DD1.1. и DD1.2 собран ждущий мультивибратор. Синхронизация выходного импульса ждущего мультивибратора производится подачей на синхронизирующий вход (вывод «1» логического элемента DD1.1.) синхронизирующий импульс с выхода генератора импульса информационного сигнала. Частота повторения выходных импульсов мультивибратора регулируется с помощью переменного резистора R2. На логических элементах DD1.3. и DD1.4 собран одновибратор длительность выходного импульса, которого регулируется с помощью переменного резистора R4. Усилитель шумового сигнала собран на транзисторах Т1-Т3. Мощность выходного оптического излучения шумового сигнала регулируется

В качестве фотоэлектрического усилителя был использован фотоэлектрический усилитель.

Соответствующие измерения и наблюдения формы фотоэлектрических сигналов был произведен с помощью двухлучевого осциллографа типа С1-83.

Осциллограммы формы напряжений фотоэлектрического сигнала на выходе фотоэлектрического усилителя при однонаправленном синхронном режиме распространение оптического излучения в оптическом волокне приведены на рис.4.

Из осциллограммы формы напряжений фотоэлектрического сигнала видно, что из-за синхронного распространения оптических излучений информационного и шумового сигнала в оптическом волокне совпадение по времени длительности импульсов информационного и шумового сигналов являются синхронными [1]. Вследствие которого формы напряжений суммарного фотоэлектрического сигнала сохраняют свои первоначальные формы при последующих периодах повторения.

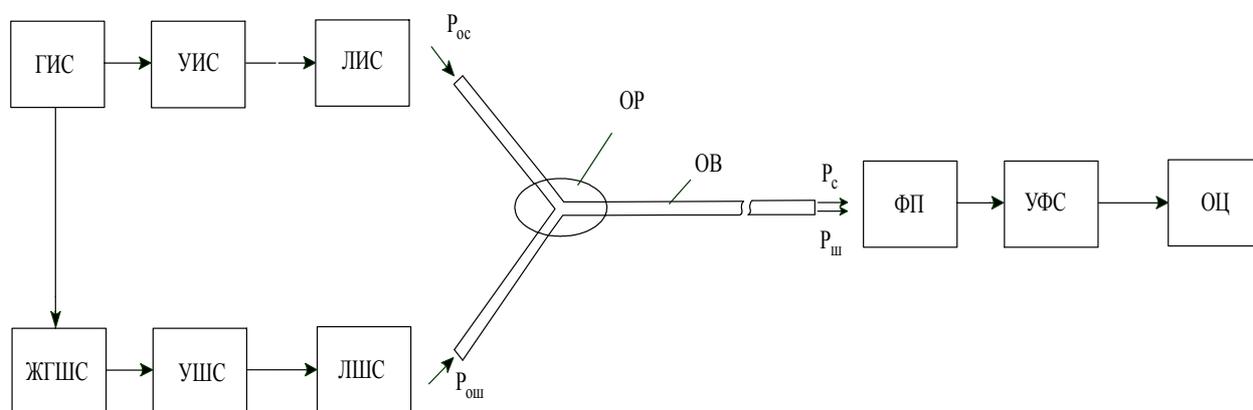


Рис. 1. Блок схема экспериментальной установки для исследования однонаправленного синхронного режима распространения информационного и шумового сигналов в оптическом волокне.

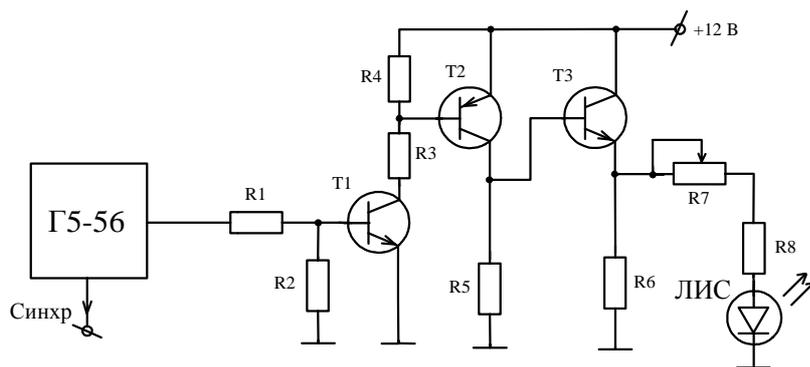


Рис. 2. Принципиальная схема усилителя информационного сигнала.

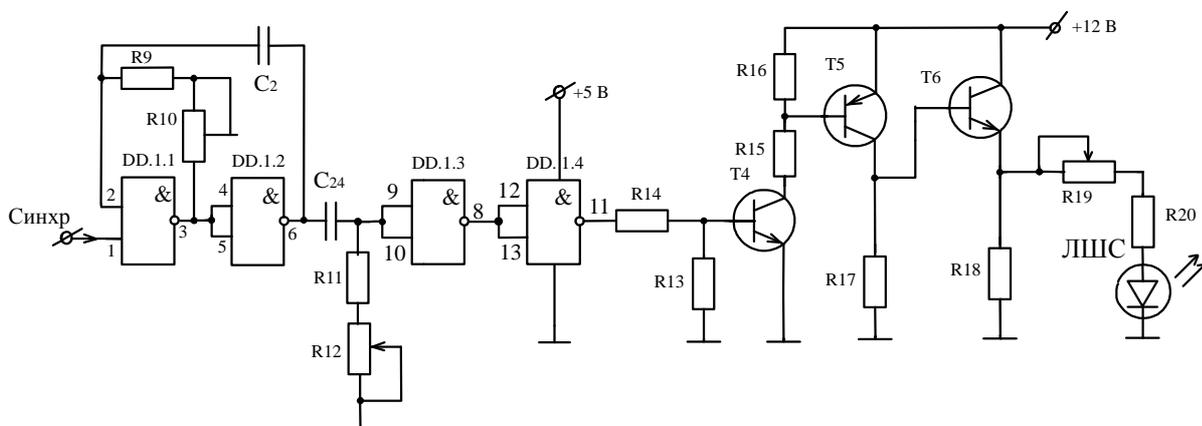


Рис. 3. Принципиальная схема ждущего генератора и усилителя шумового сигнала

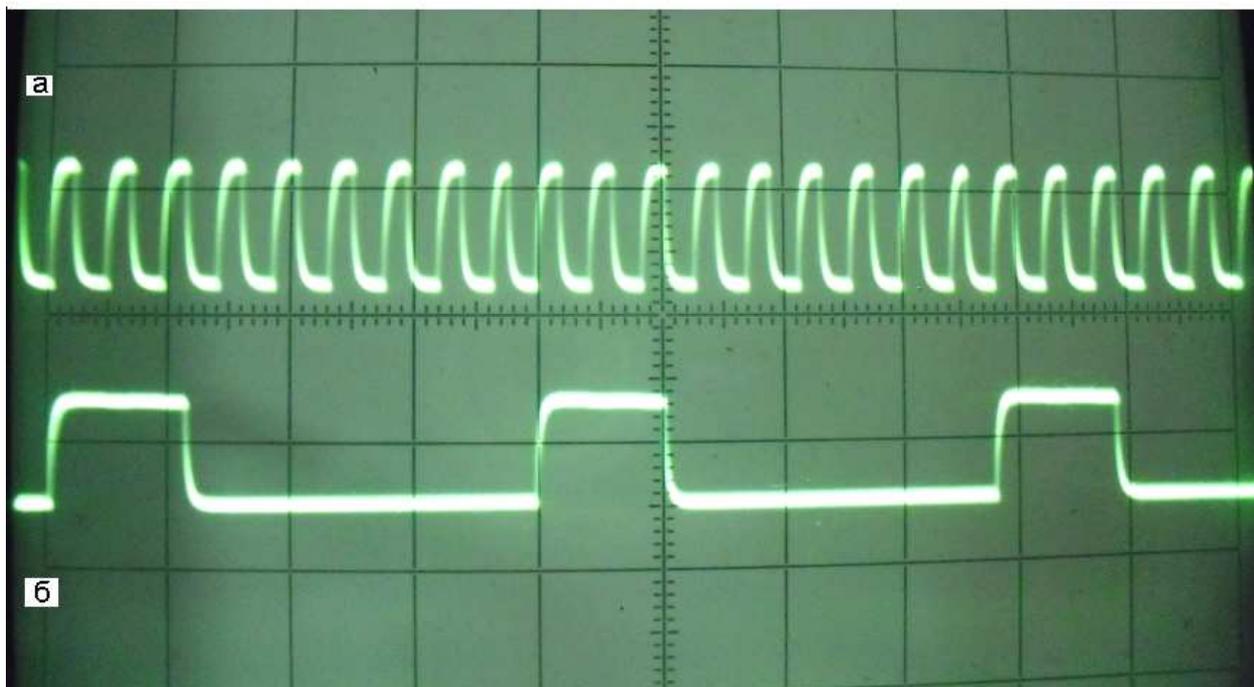


Рис.4. Осциллограммы формы напряжения фотоэлектрического сигнала на выходе фотоэлектрического усилителя при случае – 1. а – форма напряжения шумового сигнала; б – форма напряжения информационного сигнала.



Литература

1. К.Е.Румянцев, И.Е.Хайров Защита информации, передаваемой по светодиодным линиям связи.//Информационное противодействие угрозам терроризма: научн-практ. Журн. /ФГПУ НТЦ, Москва. 2004, №2. С. 27 – 32.]

О.Х. Кулдашев, К.З. Муминов

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

(Ташкентский университет информационных технологий
Ферганский филиал)

Приоритетным направлением развития транспортной сети во всем мире является перевод сети на широкое использование ВОЛС с цифровыми системами передачи [1].

Для обеспечения информационной безопасности - состояния защищенности информационной среды общества, обеспечивающее ее формирования, использования и развития в интересах граждан, организаций, государства уделяются большое внимание.

Нами предложена устройства для обеспечения информационной безопасности в волоконно-оптической линии связи, блок схема которой приведена на рис 1.

Устройства работают следующим образом. Микрофон – Мик1 преобразует речевой сигнал в электрический, который усиливается с помощью микрофонного усилителя УЗЧ1 и передается на первый источник излучения речевого сигнала ИИС1. В результате первый источник излучения речевого сигнала ИИС1 излучает световой поток с достаточной мощностью, закон изменения которого соответствует с законом изменения речевого сигнала. Сформированный поток излучения ИИС1 фокусируется к входу волоконно-оптической линии связи ВОЛС1 и данный световой поток проходит через некоторое расстояние и поступает на светочувствительную площадь первого приемника излучения ПИ1, далее электрический сигнал с выхода первого приемника излучения усиливается с помощью первого фотоэлектрического усилителя ФУ1, подается на один из входов первого сумматора СУМ1, результирующий сигнал подается на вход первого усилителя мощности звуковой частоты УМ1 с выхода которого усиленный сигнал до требуемого уровня подается на вход первого динамического головки ДГ1.

В приемном линии обеспечение защиты информации осуществляется следующим образом: генератор помех ГП1 вырабатывает шумоподобный электрический сигнал с прыгающей частотой который подается на вход первого источника излучения помехи ИИП1. При этом шумоподобный электрический сигнал вырабатываемой генератором помехи с помощью полупроводникового



лазера ИИП1 преобразуется в оптический шумоподобный сигнал $\Phi_{П1}$ и фокусируется на второй выход волоконно оптической линии.

Шумоподобный оптический сигнал $\Phi_{П1}$ пройдя через второй выход внутри волоконно оптической линии в нем создает помех. Таким образом по всей длине волоконно оптической линии в обратном направлении относительно информационного сигнала, распространяется шумоподобный оптический помех. В следствие которого по всей длине волоконно-оптического линии связи распространяется оптический сигнал состоящий из двух компонентов $\Phi_{С1} + \Phi_{П1}$ первый из которых является звуковой сигнал поступающих от передающей части а второй шумоподобный сигнал излучаемый источником ИИП1.

В результате сложения оба компонента оптического сигнала, принимаемый сигнал становится практически не распознаваемым. Для выделение информационного сигнала с противофазного выхода первого генератора помехи ГП1 шумоподобный электрический сигнал подается на второй вход сумматора СУМ1. При этом поступающие на оба входа сумматора шумоподобный сигнал являются противофазным. В результате когда амплитуда электрического шумоподобного сигнала поступающая на первый и второй вход сумматора одинакова они компенсируется и в результате на выходе сумматора формируется информационный электрический сигнал без шумоподобного сигнала который соответствует электрическому сигналу на выходе первого микрофона.

При попытка сема информации с помощью устройства подслушивания УП1 из любого участки волоконно оптической линии в оптическом сигнале будет содержит шумоподобный сигнал который не дает возможность выделить информационного сигнала от суммарных сигналов. Таким образом производится защиты информации передаваемой по волоконно оптической линии связи.

Принцип действие второго канала разработанного устройства аналогичен к принципу действие первого канала.

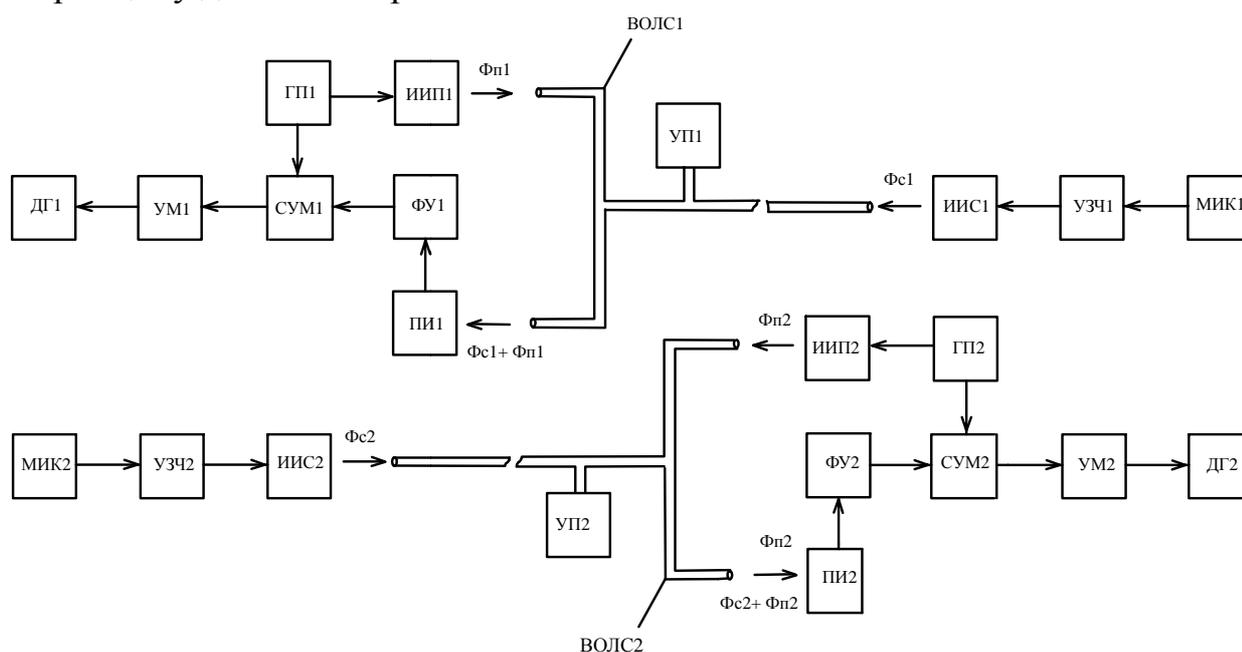


Рис. 1. Блок схема устройства для защиты информации в ВОЛС



Отличительной особенностью разработанного оптоэлектронного метода по сравнению с другими подобными методами является то что шумоподобный сигнал подается не со стороны передатчика волоконно-оптической линии связи а со стороны приемника информации который позволяет выделить информационный сигнал при зашумлении даже при очень сложных законах изменения .

Литература

1. В.В. Гришачев, В.Н. Кабашкин А.Д. Фролов. Физические принципы формирования каналов утечки информации в волоконно-оптической линии связи. //Информационное противодействие угрозам терроризма: научн-практ. Журн. /ФГПУ НТЦ , Москва. 2004, №3. С. 74 – 76.

М.А. Кудрина, И.Е. Дулимова

СКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ В АУДИОФАЙЛАХ МЕТОДАМИ СТЕГАНОГРАФИИ.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Стеганография – это метод организации связи, который скрывает само наличие связи. Общей чертой различных способов стеганографии является то, что скрываемое сообщение встраивается в обычный, не вызывающий подозрение объект. После чего данный объект открыто доставляется адресату. В криптографии наличие зашифрованного сообщения само по себе создает угрозу целостности информации, при стеганографии наличие скрытого сообщения остается незаметным[1].

Сообщение, факт передачи которого хотят скрыть, называют секретным сообщением. Файл, не содержащий секретного сообщения, называется пустым контейнером, а файл с включенным сообщением – заполненным контейнером. В данной работе рассмотрена возможность встраивания информации методом стеганографии. В качестве контейнера выбраны аудиофайлы в формате WAV.

Одним из первых методов встраивания информации в аудиофайлы, затрагивающих область аудиоданных, является метод изменения малозначащих битов (LSB). Чаще всего он применяется для сокрытия в аудиофайлах формата WAV благодаря простоте осуществления вставки [2]. Метод заключается в использовании погрешности дискретизации, которая всегда существует в оцифрованных изображениях или аудио- и видеофайлах. Данная погрешность равна наименьшему значащему разряду числа, определяющего величину элемента файла. Поэтому модификация младших битов в большинстве случаев не вызывает значительной трансформации файла и не обнаруживается визуально [3].

В рамках данной работы реализован метод изменения малозначащих битов, разработана автоматизированная система встраивания текстовых данных в контейнер аудиофайла, реализована обратная операция по извлечению встро-



енных данных из контейнера и произведено исследование возможностей использования данного метода. На рисунке 1 представлен интерфейс системы.

Большое влияние на эффективность алгоритма оказывает отношение размера файла, используемого в качестве контейнера, к объему встраиваемых данных. Исследования показывают, что, если объем встраиваемых данных составляет не менее 10% от объема файла контейнера, то при первичном анализе можно обнаружить факт встраивания. При наиболее оптимальных параметрах (менее 10% от объема файла контейнера) искажения исходного аудиофайла незначительны и вероятность обнаружения факта встраивания ниже. Популярность данного метода обусловлена тем, что он позволяет скрывать в относительно небольших файлах достаточно большие объемы информации. Основным недостатком метода – высокая чувствительность к малейшим искажениям контейнера, слабая устойчивость к посторонним воздействиям на сигнал (сжатие, воздействие шумов).

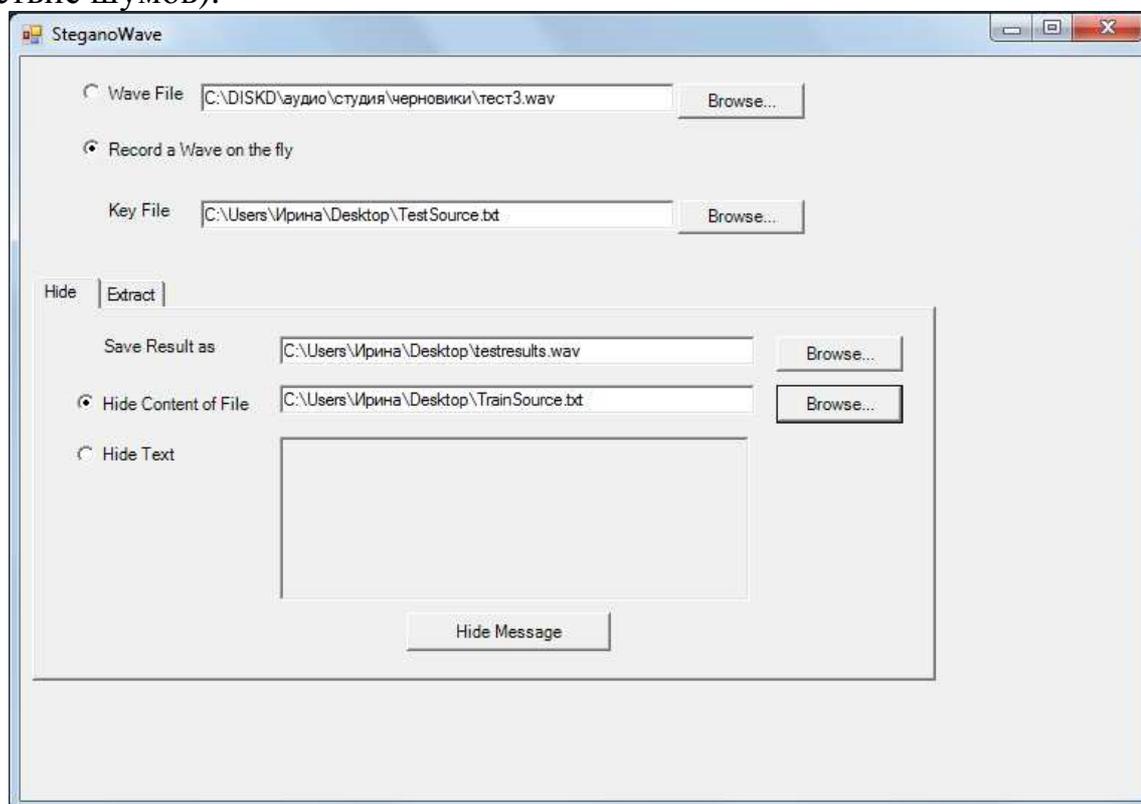


Рисунок 1 – Интерфейс системы

Литература

1. Генне О. В. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТЕГАНОГРАФИИ // журнал "Защита информации. Конфидент", №3, 2000.
2. Нечта И. В. Стеганография в файлах формата Portable Executable // Вестник СибГУТИ. 2009. № 1. С. 85 – 89.
3. Freeware program of steganography bmp, wav, voc. [Электронный ресурс] <http://www.heinz-repp.onlinehome.de/Hide4PGP.htm>.



ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СЕТЕВЫХ АТАК: ТЕХНОЛОГИИ И РЕШЕНИЯ

(Ферганский филиал Ташкентский университет информационных технологий, Узбекистан)

Системы предотвращения атак (IPS) сегодня очень популярны. Они объединяют целый ряд технологий безопасности и достаточно далеко шагнули от своих предков - систем обнаружения вторжений. Тем не менее, некоторые аналитики критикуют IPS за объективные недостатки и даже предсказывают скорую смерть таких систем. Рассмотрению современных технологий предотвращения атак, анализу их сильных и слабых сторон, а также перспектив их существования посвящена данная статья

Раньше было всего два класса защитных средств, устанавливаемых на периметре, - межсетевые экраны (firewall) и системы обнаружения вторжений (IDS). Межсетевые экраны (далее МСЭ) пропускали трафик через себя, но не "заглядывали" внутрь пересылаемых данных, фокусируясь только на заголовке IP-пакета. Системы IDS (Intrusion Detection System), напротив, анализировали то, что упускалось из виду межсетевыми экранами, но не были способны блокировать атаки, так как трафик через них не проходил. Поэтому на стыке двух технологий родился новый класс защитных средств - системы предотвращения вторжений (IPS).

Четыре к одному

Современные системы IPS развивались в нескольких направлениях. Некоторые производители развили имеющиеся у них IDS, оснастив их гораздо более эффективными механизмами предотвращения атак. Например, в системах IDS использовалась простая посылка TCP-пакетов с флагом RST или реконфигурация МСЭ и сетевого оборудования. Эффективность этой "защиты" для классических IDS составляет всего около 30% - ведь трафик через устройство не проходит и о реагировании в реальном времени говорить не приходится (существует хоть и минимальная, но задержка). Однако было найдено простое решение: поместить систему IDS между защищаемыми и незащищаемыми ресурсами (весь трафик между ними проходит через IDS). Так появились системы под названием inline-IDS, позже переименованные в IPS. По этому пути пошли компании ISS, Cisco, NFR и Sourcefire.

Варианты внедрения

Обычно при упоминании систем IPS в голову приходят выделенные устройства, которые могут быть установлены на периметре корпоративной сети и, в ряде случаев, внутри нее. Внедрение в качестве систем защиты таких аппаратных устройств (security appliance) - наиболее распространенный вариант, но далеко не единственный. Такие шлюзы безопасности, несмотря на хорошую краткосрочную и среднесрочную перспективу, в дальнейшем постепенно уйдут



в тень, и их место займут решения, интегрированные в инфраструктуру, что гораздо эффективнее со многих точек зрения.

Во-первых, стоимость интегрированного решения ниже стоимости автономного (stand-alone) устройства. Во-вторых, ниже и стоимость внедрения (финансовая и временная) такого решения - можно не менять топологию сети. В-третьих, надежность выше, так как в цепочке прохождения трафика отсутствует дополнительное звено, подверженное отказам. Наконец, в-четвертых, интегрированные решения предоставляют более высокий уровень защиты за счет более тесного взаимодействия с защищаемыми ресурсами.

Для решения этой проблемы применяются системы корреляции событий, которые в состоянии определить, что скрывается за атакуемыми IP-адресами, и сделать вывод, подвержена ли цель такой атаке. Если нет, то событием можно пренебречь и оставить его <на потом>. Однако, чтобы принять решение о реальности атаки, необходимо знать, какие ОС и ПО установлены на атакуемом узле. Если, например, червь SQL Slammer атакует Linux-сервер, то последнему ничего не угрожает, так как SQL Slammer наносит ущерб только серверам с СУБД MS SQL Server без соответствующих заплаток. Информация о ПО и ОС может быть добыта двумя путями (ручное задание этих параметров для всех атакуемых узлов вряд ли можно рассматривать как перспективный способ). Например, с помощью дистанционного сканирования и получения необходимой информации от самого атакуемого узла. Этот способ наиболее прост в реализации - достаточно просканировать сеть и связать информацию об атаках с конкретными версиями ОС, ПО и уязвимостями (это и есть процесс корреляции). Однако у данного метода есть серьезное ограничение - системы корреляции стоят немалых денег.

Решение указанной проблемы заключается в использовании облегченных и интегрированных в системы предотвращения атак подсистем корреляции. Такая система регулярно проводит сканирование сети и запоминает состояние составляющих ее узлов. В момент атаки происходит связывание сведений об атаке с информацией об атакуемом узле. Если связь есть, то атака не ложная; если связь не обнаружена, то приоритет атаки снижается и администратор не тратит на нее время и энергию. Этот способ отсеивания ложных срабатываний появился недавно и пока не получил широкого распространения. В принципе, установленная на узле система персональной защиты (например, HIPS) сама сигнализирует сетевому сенсору, какая атака может нанести ущерб, а какая нет.

Мы рассмотрели современные технологии и решения в области предотвращения сетевых атак. Из обзора становится понятно, что до предрекаемой смерти систем IPS еще очень много времени. Разумеется, если их развитие продолжится вместе с информационными технологиями. Сама по себе технология IPS не является панацеей, и ее эффективность зависит от грамотного применения имеющихся инструментов и их интеграции с другими защитными и сетевыми технологиями. Только в случае построения комплексной инфраструктуры защиты системы IPS будут надежным кирпичиком в неприступной стене, опоясывающей вашу организацию.



К.З. Муминов

СПОСОБ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОГО СИГНАЛА В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

(Ташкентский университет информационных технологий
Ферганский филиал)

В последнее время одним из наиболее перспективных и развивающихся направлений построения сети связи в мире являются ВОЛС, разработка эффективных методов и технических средств для защиты информации в ВОЛС является одной из актуальных задач [1,2].

На рис 1. показана блок-схема одного из возможных вариантов устройства, реализующего предлагаемый способ защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в волоконно-оптической линии связи. Устройство, реализующее предлагаемый способ защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в волоконно-оптической линии связи, содержит: на передающей стороне 1 формирователь 2 информационного сигнала, смеситель 3, источник 4 передаваемого оптического излучения, фотодетектор 5 шумового сигнала, направленный ответвитель 6 с входами 6-2 и выходом 6-1, волоконно-оптической линии 7 связи, на приемной 8 стороне направленный 9 ответвитель с входами 9-1 и выходом 9-2, фотодетектор 10 суммарного сигнала, смеситель 11, линии задержки 12, формирователь 13 инверсного шумового сигнала, источник 14 шумового оптического излучения и генератор 15 шумового сигнала.

При осуществлении предлагаемого способа защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в волоконно-оптической линии связи выполняют следующие операции:

- на приемной стороне 8 волоконно-оптической линии 7 связи:

- 1) формируют с помощью генератора 15 шумовой сигнал,
- 2) формируют с помощью инвертора 13 инверсный шумовой сигнал,
- 3) с помощью линии задержки 12 производят задержки инверсного шумового сигнала на время $t_{зад} = 2L/v$,

4) модулируют шумовым сигналом передаваемое шумовое оптическое излучение в источнике 14 оптического излучения,

5) вводят через вход 9-1 направленного ответвителя 9, в волоконно-оптическую линию 7 связи передаваемое шумовое оптическое излучение,

- на передающей стороне 1 волоконно-оптической линии 7 связи:

1) формируют с помощью формирователя 2 передаваемый информационный сигнал,

2) выводят через выход 6-1 направленного ответвителя 6, из волоконно-оптической линии

7 связи принятого шумового оптического излучения,



- 3) из принятого шумового оптического излучения с помощью фотодетектора 5 формируют шумовой сигнал,
- 4) формируют суммарный сигнал путем смешения с помощью смесителя 3 информационного и шумового сигнала,
- 5) модулируют суммарным сигналом передаваемое оптическое излучение в источнике 4 передаваемого оптического излучения,
- б) вводят через вход 6-2 направленного ответвителя 6, в волоконно-оптическую линию 7 связи передаваемое оптическое излучение,
- на приемной стороне 8 волоконно-оптической линии 7 связи:
 - 1) выводят через выход 9-2 направленного ответвителя 9 из волоконно-оптической линии 7 связи принятое оптическое излучение,
 - 2) из принятого оптического излучения с помощью фотодетектора 10 формируют суммарный сигнал,
 - 3) смесителем 11 путем смещения к суммарного сигнала задержанный инверсный шумовой сигнал выделяют информационный сигнал

При использовании предлагаемого способа защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в волоконно-оптической линии связи в котором до формирования суммарного сигнала на приемной стороне формируется шумовой сигнал который передается к передающей стороне волоконно-оптической линии связи для смешивания к информационного сигнала.

На приемной стороне в процессе смещения к суммарного сигнала задержанный инверсный шумовой сигнал происходит полного фазового совпадении шумового и его инверсного сигнала. В результате которого шумовой сигнал полностью компенсируется, выделяются информационный сигнал и обеспечивается защита информации в волоконно-оптической линии связи от несанкционированного доступа.

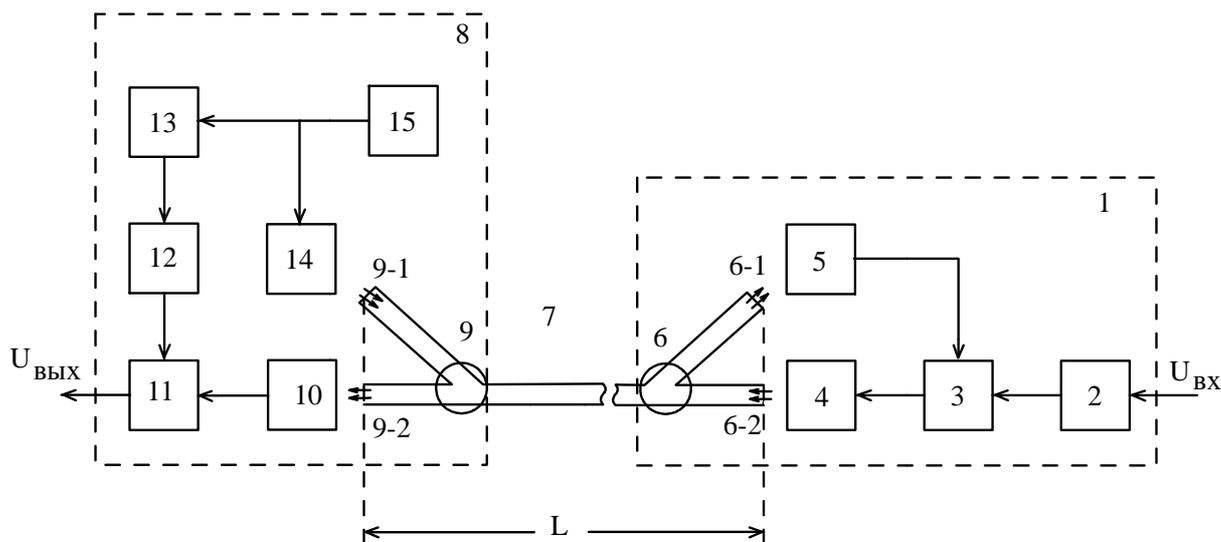


Рис 1. Блок-схема устройства



Способ защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в волоконно-оптической линии связи, заключающийся в том, что на передающей стороне волоконно-оптической линии связи формируют информационный сигнал, формируют суммарный сигнал путем смешивания шумового и информационного сигнала, формируют путем модуляции суммарным сигналом подлежащего передаче оптического излучения и вводят в волоконно-оптическую линию связи, а на приемной стороне волоконно-оптической линии связи выводят из нее принимаемое оптическое излучение, из принятого оптического излучения формируют суммарный сигнал из которого выделяют информационный сигнал отличающийся тем, что до формирования суммарного сигнала на приемной стороне формируют исходный и инверсный шумовой сигнал, модулируют исходным шумовым сигналом оптического излучения и вводят в волоконно-оптическую линию связи, а на передающей стороне волоконно-оптической линии связи выводят из нее принимаемое оптическое излучение, из принятого оптического излучения формируют шумовой сигнал который подлежит к смещению информационного сигнала, а выделения информационного сигнала на приемной стороне производят путем смешения задержанного инверсного шумового сигнала к суммарным сигналом причем время задержки инверсного шумового сигнала определяется выражением $t_{зад} = 2L/v$, где: L -длина оптического волокна; v -скорость оптического излучения в оптическом волокне.

Литература

1. Хайров И.Е, Румянцев К.Е, Новиков В.В, Троцюк Е.В. Анализ методов съема информации в квантовом канале связи. //Информационное противодействие угрозам терроризма: научн-практ. Журн. /ФГПУ НТЦ, Москва. 2004, №3. С. 71 – 73.]
2. К.Е. Румянцев, И.Е. Хайров, В.В. Новиков, Е.В. Троцюк. Исследование физических принципов осуществления несанкционированного доступа к квантовым каналам связи. //Информационное противодействие угрозам терроризма: научн-практ. Журн. /ФГПУ НТЦ, Москва. 2006, №6. С. 230 – 233.

Р.Р. Мухутдинов, С.А. Бурлов

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ИЗМЕНЕНИЯ В БАЗАХ ДАННЫХ

(Самарский университет)

Введение. Системы управления базами данных являются доминирующим инструментом хранения больших массивов информации. Сколько-нибудь развитые информационные приложения полагаются не на файловые структуры операционных систем, а на многопользовательские СУБД, выполненные в технологии клиент - сервер. В связи с этим обеспечение информационной



безопасности СУБД, и в первую очередь их серверных компонент, приобретает решающее значение для безопасности организации в целом.

В современных СУБД есть средства, которые защищают данные. Однако некоторые законные пользователи могут незаконно изменять информацию, к которой они не должны иметь доступа. Как пример, разработчики баз данных могут использовать подключение к рабочей базе данных напрямую. Тем самым они получают возможность изменять информацию, хранящуюся в базе данных. Что является большой уязвимостью в рабочей информационной системе.

Для обеспечения защиты информации в базе данных от несанкционированного изменения была разработана схема, представленная на рисунке 1. Схема является кроссплатформенной и не зависит от конкретной СУБД, однако существует ряд требований, которым она должна удовлетворять:

- наличие механизма триггеров;
- возможность хранения информации в контексте сессии пользователя;
- иметь интерфейс для работы с сертификатами (криптографические пакеты или библиотеки);
- возможность шифрования таблиц;
- возможность скрытия процедур (обертывание, wrapping);
- возможность динамического формирования запроса (EXECUTE IMMEDIATE, ...)

Сертификаты используются для криптографической защиты информации в архитектуре клиент – сервер, а также для проверки подлинности.

Результаты. В данной работе предложена схема для защиты информации в базах данных от несанкционированного изменения.



Рис. 1. Схема для защиты информации от несанкционированного изменения



Клиент инициирует запрос на вход в информационную систему. Создается сессия сервера приложений. Затем происходит создание сессии в базе данных на одном из подключений, в сессию помещается информация: зашифрованный хеш-пароля, имя подключения. Механизм базы данных проверяет, включены ли все триггеры, после чего генерирует «соль» и шифрует её открытым ключом сервера приложений. Сгенерированная соль отправляется на сервер приложений и также заносится в сессию базы данных. После чего сервер приложений возвращает пользователю доступный ему интерфейс. После входа в информационную систему клиент может отправлять запросы для работы с данными.

Клиент отправляет запрос на изменение данных. Сервер приложений обрабатывает запрос клиента, формирует *SQL* запрос и передает его СУБД. Ядро СУБД обрабатывает *SQL* запрос, формируется событие на действие. На это событие срабатывает предопределенный триггер. Триггер должен проверить легальность пользователя отправившего запрос на изменение данных.

Проверка происходит с помощью информации, которая находится в сессии БД. В базе данных хранится секретная таблица с открытыми ключами пользователей, она зашифрована средствами базы данных. Из сессии извлекается хеш-пароль пользователя, зашифрованный закрытым ключом пользователя. Хеш-пароль из сессии расшифровывается с помощью открытого ключа хранящегося в секретной таблице базы данных. Проверяется соответствие хешей от пароля, а также наличие в сессии соли сгенерированной БД. Если хеши паролей совпадают и в сессии присутствует сгенерированная соль, то считается, что пользователь прошел проверку и его запрос на изменение данных выполняется, иначе происходит прерывание запроса.

Стоит упомянуть, что данная схема принципиально может быть раскрыта и переработана злоумышленником только при работе под супер привилегированным пользователем (SYS, ROOT, ...).

Литература

1. Кайт Томас. Oracle для профессионалов: архитектура, методики программирования и особенности версий 9i, 10g и 11g 2-е издание: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. – 848 с..
2. Шнайер Брюс. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. – М.: Триумф, 2012. – 815 с.
3. Эндрю Таненбаум, М. ван Стеен. Распределенные системы. Принципы и парадигмы СПб.: Питер, 2003. — 877 с.
4. Neil Matthew. Beginning Databases with PostgreSQL: From Novice to Professional англ 2005. – 664 с.



Ф.Р. Назметдинов, М.С. Шкиндеров, М.Г. Нуриев

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ ПРИ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЯХ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Образование побочного электромагнитного излучения (ПЭМИ) от вычислительной техники (ВТ), связано с изменением тока и напряжения в электрических цепях при переключениях элементов. В настоящее время в проблеме побочного электромагнитного излучения от ВТ можно выделить три аспекта: защита информации, электромагнитная совместимость (ЭМС), биологическая электромагнитная совместимость (биоЭМС) [1, 2]. Данные аспекты появляются не одновременно, а постепенно: первым появился аспект ЭМС, затем – биоЭМС, затем – защита информации.

Аспект защиты информации или проблема утечки информации через побочные электромагнитные излучения является самой «молодой» из перечисленных выше аспектов проблемы ПЭМИ. Отчасти всплеск публикаций на тему защиты информации от утечки через ПЭМИ вызван, прежде всего, распространением компьютеров. Отечественному термину «побочные электромагнитные излучения» в зарубежной литературе соответствуют два термина: 1) TEMPEST; 2) компрометирующие излучения (compromising emanations).

Целью данной работы является разработка методики и исследование электромагнитного излучения от ВТ на месте их эксплуатации.

Несмотря на актуальность рассматриваемой проблемы ПЭМИ в отечественной и зарубежной технической литературе недостаточно представлены целостные методики и математические модели для прогнозирования побочного электромагнитного излучения от ВТ, которые могли бы наиболее полно учитывать все особенности компонентов сложного объекта, в частности, например системы контроля и управления доступом (СКУД) (рис. 1).

Существующие приближенные формулы позволяют оценивать уровень излучения от отдельных элементов, что приводит к существенным погрешностям по сравнению с реальными измерениями [3]. К тому же, существующие модели прогнозирования побочного электромагнитного излучения от электронных средств и их компонентов опираются на то, что известны и учитываются все параметры исследуемого объекта, что зачастую на практике не достижимо. Поэтому основным подходом для исследования электромагнитного излучения от электронных средств является экспериментальный подход. Основная сложность реализации экспериментальных измерений побочного электромагнитного излучения от ВТ заключается в необходимости его проведения в полубезэховой камере или в специальных открытых площадках, где оценивается абсолютное значение напряженности электрического поля от исследуемого объекта. Данное



оборудование имеет высокую цену и имеется в наличие у ограниченного количества организаций.

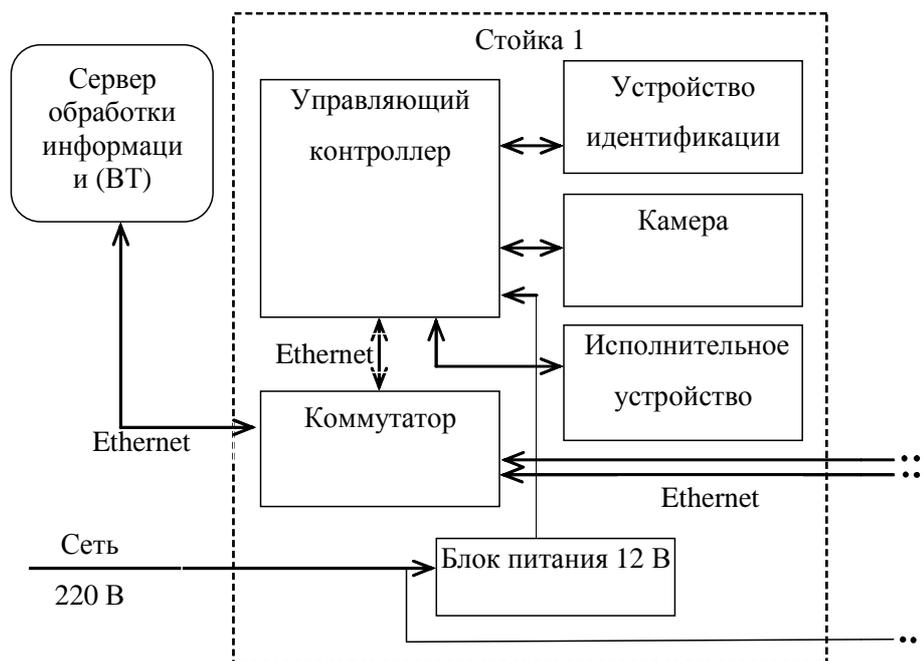
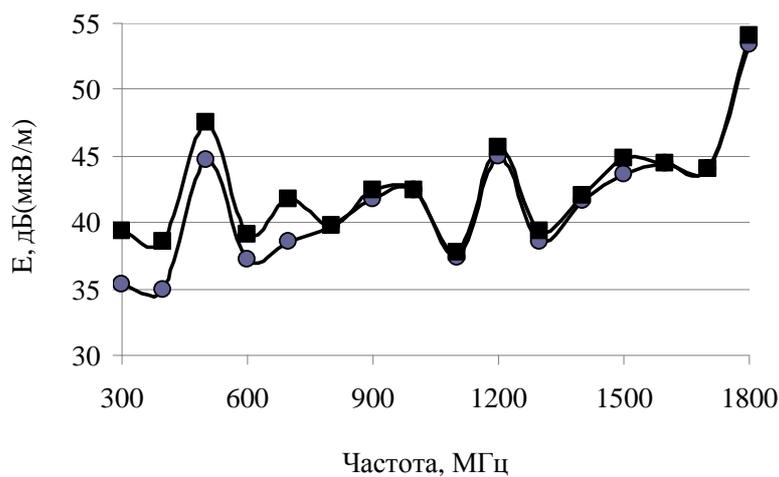


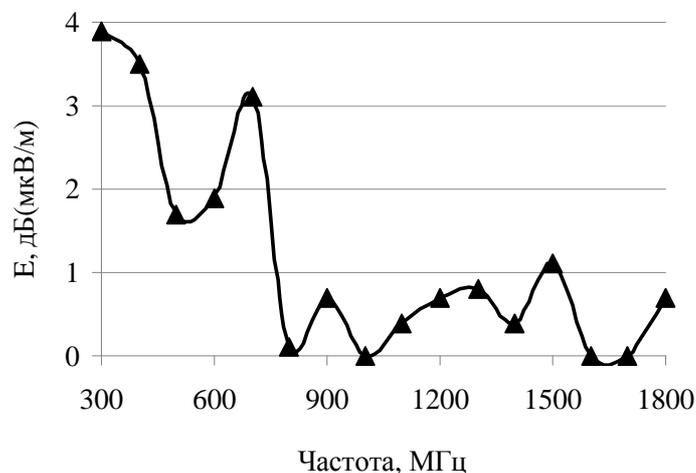
Рис. 1. Упрощенная структурная схема СКУД

Основным оборудованием для проведения исследования электромагнитного излучения от ВТ является измерительный селективный приемник РИАП 1.8 и пассивная логопериодическая антенна ЛПА-1. Приемник измерительный РИАП 1.8 имеет диапазон рабочих частот от 9 кГц до 1,8 ГГц и основную погрешность измерения уровня не более $\pm 2,5$ дБ. Управление приемником осуществляется вводом команд с клавиатуры передней панели. Информация о состоянии приемника и измеренная информация выводится на жидкокристаллический графический индикатор. Антенна ЛПА-1 имеет диапазон рабочих частот от 300 МГц до 1,8 ГГц.

В рамках данной работы для исследования электромагнитного излучения от ВТ предлагается следующая методика [4, 5]: 1) по возможности выключить все известные источники электромагнитных излучений в области исследования, например в комнате, где эксплуатируются электронные средства и в прилегающих областях; 2) провести серию экспериментальных измерений электромагнитной обстановки в рассматриваемой комнате; 3) включаем одно или несколько ВТ, излучение от которых необходимо измерить; 4) проводим повторные экспериментальные измерения электромагнитной обстановки в области эксплуатации ВТ; 5) вычитаем полученные результаты измерения электромагнитного излучения при выключенных источниках из результатов, полученных при включенных (одного или нескольких) ВТ на соответствующих частотах; 6) повторяем измерения по п. 2 и п. 4 до получения стабильно воспроизводимых результатов. Примеры измерения электромагнитных излучений от ВТ, при горизонтальном положении антенны представлены на рис. 2. Представленные количественные результаты являются средними показателями для выборки пяти повторных измерений с одними и теми же исходными данными.



а



б

Рис. 2. Результат измерения электромагнитного излучения: а – при всех отключенных и всех включенных персональных компьютерах; б – разница между средними результатами двух серий измерений

Таким образом, можно утверждать данная методика позволяет в целом приближенно оценить уровень ПЭМИ от ВТ в области их эксплуатации. В соответствии с предложенной методикой можно утверждать, что электромагнитное излучение от ВТ электронного средства составляет величину, равную разнице между напряженностью электрического поля в выключенном и включенном состоянии. Аналогично может быть решена и обратная задача [6]. При необходимости снижения электромагнитного и кондуктивного побочного излучения от ВТ можно предложить следующие решения [7, 8, 9].

Литература

1. Маслов М.Ю. Исследование электромагнитных полей в помещениях для целей электромагнитной и информационной безопасности: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Самара, 2003. – 16 с.



2. ГОСТ Р 51318.22-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от оборудования информационных технологий. Нормы и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 36 с.
3. Thomas D. W. P., Christopoulos C., Pereira E. T. Calculation of Radiated Electromagnetic Fields from Cables Using Time-Domain Simulation // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 1994. – №3. – P. 201–205.
4. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Шкиндеров М.С., Назметдинов Ф.Р. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств // Журнал радиоэлектроники. 2016. №9. С.7.
5. Гизатуллин З.М. Сквозное прогнозирование помехоустойчивости электронно-вычислительных средств внутри зданий при внешних электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №2. – С. 123-128.
6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование электромагнитной совместимости локальных вычислительных сетей при наносекундных электромагнитных воздействиях // Радиотехника и электроника. – 2014. – №5. – С. 463–467.
7. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.
8. Гизатуллин З.М. Снижение электромагнитных помех в межсоединениях многослойных печатных плат // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – №2 – С. 199-205.
9. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6.- С. 2.

А.Н. Назарова, Я.В. Соловьева

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ МЕТОДАМИ DATA MINING

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Результатом развития информационных технологий является колоссальный объем данных, накопленных в электронном виде, растущий быстрыми темпами. Собранные за длительный срок данные могут содержать в себе закономерности, тенденции и взаимосвязи, являющиеся ценной информацией при планировании, прогнозировании, принятии решений, контроле за процессами. При этом данные, как правило, обладают разнородной структурой (тексты, изображения, реляционные базы данных и т.д.). В настоящее время анализ неоднородных данных является актуальной проблемой, так как человек физически не



способен эффективно анализировать такие объемы информации. Для решения данной проблемы все чаще используют технологию DataMining, которая призвана минимизировать усилия лица, принимающего решения в процессе анализа данных.

Технология DataMining позволяет выявить среди больших объемов данных закономерности, которые не могут быть обнаружены стандартными способами обработки сведений, но являются объективными и практически полезными. Методы DataMining основываются на базе различных научных дисциплин: статистики, теории баз данных, искусственного интеллекта, алгоритмизации, визуализации и других наук (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Data Mining - мультидисциплинарная область

Задачи, решаемые методами DataMining [2]:

- классификация;
- регрессия;
- кластеризация;
- ассоциация;
- последовательные шаблоны;
- анализ отклонений.

Деревья решения являются одним из наиболее популярных методов к решению задач DataMining. Они создают иерархическую структуру классифицирующих правил типа "ЕСЛИ..., ТО..." (if-then), имеющую вид дерева. Для принятия решения, к какому классу отнести некоторый объект или ситуацию, требуется ответить на вопросы, стоящие в узлах этого дерева, начиная с его корня. Основа такой структуры - ответы "Да" или "Нет" на ряд вопросов.

На сегодняшний день существует большое количество алгоритмов, реализующих деревья решений: CART, C4.5, CHAID, CN2, NewId, ITrule и другие.

В данной работе рассматриваются два наиболее известных алгоритма построения деревьев решений CART и C4.5 для задачи классификации. Основным отличием данных алгоритмов является устойчивость к шумам и выбросам данных.



Алгоритм CART решает задачи классификации и является самым распространенным способом выявления, структурирования и графического представления логических закономерностей в данных. Его преимущества заключаются в следующем[3]:

- быстрый процесс обнаружения знаний;
- генерация правил в предметных областях, в которых трудно формализуются знания;
- извлечение правил на естественном языке;
- создание интуитивно понятной классификационной модели предметной области;
- прогноз с высокой точностью, сопоставимой с другими методами (статистическими и нейросетевыми);
- построение непараметрических моделей.

В данном алгоритме можно выделить три основные операции: сортировка источника данных при формировании множества условий для атрибутов числового типа, вычисление критерия *Gini* при разбиении узлов бинарного дерева, перемещение в таблице значительных объёмов информации при делении узла.

Отбор наилучшего варианта разбиения узла дерева проводится по наибольшей классифицирующей силе, вычисляемой по критерию *Gini* [3]:

$$GINI = \frac{1}{|L|} \cdot \sum_{i=1}^{Ncp} l_i^2 + \frac{1}{|R|} \cdot \sum_{i=1}^{Ncp} r_i^2$$

Алгоритм C4.5 строит дерево решений с неограниченным количеством ветвей у узла. Данный алгоритм может работать только с дискретным зависимым атрибутом и поэтому может решать только задачи классификации.

Его преимущества заключаются в следующем:

- C4.5 использует относительную энтропию при генерировании деревьев решений;
- C4.5 использует однопроходное отсечение ветвей, чтобы упростить переобучение. Отсечение ветвей существенно улучшает работу алгоритма;
- C4.5 может работать и с непрерывными, и с дискретными данными.

Для работы этого алгоритма были соблюдены следующие требования [4]:

- каждая запись набора данных должна быть ассоциирована с одним из предопределенных классов, т.е. один из атрибутов набора данных должен являться меткой класса;
- классы должны быть дискретными. Каждый пример должен однозначно относиться к одному из классов;
- количество классов должно быть значительно меньше количества записей в исследуемом наборе данных.

Основными различиями изученных методов являются следующие характеристики:

- вид расщепления - бинарное (binary), множественное (multi-way);
- критерии расщепления - энтропия, *Gini*, другие;
- обработка пропущенных значений;



- процедура сокращения ветвей или отсечения;
- возможности извлечения правил из деревьев.

Исследование выше описанных методов показало, что оба алгоритма имеют довольно высокую скорость работы, а выходные данные просты для восприятия. В ходе работы оба алгоритма были обучены, поскольку для построения дерева классификаций необходим размеченный набор данных. Алгоритм C4.5 по сравнению с CART более прост в обучении благодаря однопроходному отсечению ветвей. Однако оба алгоритма имеют свои недостатки, которые возможно устранить, используя предварительную обработку данных и объединив их с другими алгоритмами классификации, что будет рассмотрено в ходе дальнейшего изучения задач DataMining.

Литература

- 1 Datamining [Электронный ресурс]. – <http://rtb-media.ru/wiki-datamining/> (дата обращения 15.01.2017 г.);
- 2 DataMining – добыча данных [Электронный ресурс]. – <https://basegroup.ru/community/articles/data-mining> (дата обращения 15.01.2017 г.);
- 3 Деревья решений – CART математический аппарат. [Электронный ресурс]. – <https://basegroup.ru/community/articles/math-cart-part1> (дата обращения 15.01.2017 г.);
- 4 Реализация и распараллеливание алгоритма интеллектуального анализа данных, основанного на деревьях решений. [Электронный ресурс]. – <http://intellect-tver.ru/?p=209> (дата обращения 15.01.2017 г.);

А.Л. Никишина, Я.В. Соловьева

ИНТЕРАКТИВНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ БИЗНЕС-АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ «ANALYSIS AND PROJECT MANAGEMENT»

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Эффективность и оптимизация являются одними из главных слов в современной реализации бизнес-процессов. Но как сделать процесс более эффективным и оптимизированным и какие метрики можно использовать для оценки данных характеристик? Эти вопросы наиболее часто возникают у бизнес-аналитиков и руководителей проектов в начале карьеры. Если рассматривать ситуацию в городе Самара, то в настоящий момент существует единственная программа, по которой готовят бакалавров по направлению бизнес-аналитики, открывшаяся сравнительно недавно – в 2015 году [1]. Чуть лучше ситуация с современным подходом к управлению бизнес проектами: таких специалистов, бакалавров или магистров готовят в нескольких высших учебных заведениях



города по различным профильным отраслям (таким как агропромышленность, строительство или нефтегазовая промышленность [2, 3, 4]).

Так, поднятые вопросы о доступности информации и обучению бизнес-аналитиков и управленцев проектами становятся актуальными.

В настоящей работе рассматриваются и анализируются существующие методы и инструменты, применяемые в бизнес-аналитике и управлении проектами в сфере информационных технологий, рассматриваются возможные комбинации методов и инструментов для проектов и продуктов в зависимости от их характеристик. Интерактивное приложение представляет собой приложение класса business intelligence (BI), взаимодействующее с базой данных под управлением MS SQL. Система позволяет подбирать подходящие (наиболее близкие к максимальному значению выбранного показателя) методы и инструменты для работы бизнес-аналитика и руководителя проектами в зависимости от характеристик конкретного проекта или продукта.

В состав приложения входят подсистемы, изображенные на рис. 1:



Рис.1. Структура приложения

Так, в качестве характеристик проекта можно указать:

- количество пользователей системы;
- тип операционной системы (семейство операционных систем);
- географическое местоположение заказчика (в одной географической области с исполнителем, в разных географических областях);
- количество человек проектной команды;
- временные рамки проекта.

Благодаря данным характеристикам становится возможным подобрать методологии (такие как scrum, agile или waterfall) и инструменты для ведения проектов (системы управления проектами, такие как MS Project или ProjectLibre), проведения предпроектного обследования и приемочного периода (демонстраций и обучения пользователей).

В качестве основных метрик оптимальности ведения проекта можно выделить:

- процент затраченных на выполнение проекта часов (от времени, утвержденного на проект) в соотношении к проценту готовности проекта;
- процент затраченных на выполнение проекта денежных средств в соотношении к проценту готовности проекта;



- процент затраченных трудовых единиц (от утвержденного в начале проекта).

По указанным метрикам на основе введенных характеристик проекта приложение, основываясь на собственной базе данных, подбирает методологии и инструментарий, соотносящийся с конкретной методологией.

Результат работы приложения поможет начинающим бизнес-аналитику и руководителям проектов в принятии решения относительно разных проектов, сократит временные трудозатраты сотрудников на поиск необходимой информации, тем самым сделав их работу более оптимизированной и эффективной уже в начале карьеры.

Литература

1 Профиль: Бизнес-аналитика и статистика [Электронный ресурс]. – bak.sseu.ru/bakalavriat/profil-biznes-analitika-i-statistika (дата обращения 21.10.2016);

2 Управление проектами и программами в городском хозяйстве и строительстве [Электронный ресурс]. – samara.academica.ru/university/18856-Samarskij-gosudarstvennyj-arhitekturno-stroitelnyj-universitet/vysshee-obrazovanie/826904-upravlenie-proektami-i-programmami-v-gorodskom-hozjajstve-i-stroitelstve (дата обращения 21.10.2016);

3 Программы магистратуры [Электронный ресурс]. – www.sseu.ru/postupayushchim/programmy-magistratury (дата обращения 21.10.2016);

4 Программы вступительных испытаний в магистратуру [Электронный ресурс]. – abiturient.samgtu.ru/programmy-vstupitelnyh-ispytaniy-v-magistraturu (дата обращения 21.10.2016);

Д.Н. Осипова, П.К. Шиверов, М.Н. Осипов

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

(Самарский университет)

Введение

Система оценки рисков занимает одну из главенствующих позиций в структуре информационной безопасности. Оценка рисков – это эффективный механизм управления безопасностью, позволяющий оценить, как эффективность существующих средств защиты информации, так и необходимость внедрения новых. Также, оценка рисков помогает при идентификации и оценивании активов компании.

Тем не менее, на данный момент система оценки рисков применяется в большей степени в общем виде, и не существует единых формул и методик для оценки риска применительно к информационной безопасности. Таким образом, целью данной работы и является выведение единой формулы для оценки рис-



ков системы информационной безопасности, а также применение данной формулы на практике для выявления и исправления недостатков.

Актуальность данной работы заключается в том, что наличие выведенной формулы предлагает готовое решение в области оценки рисков для информационной безопасности.

Вывод формулы оценки риска

Для получения результата в виде формулы оценки риска, которая ляжет в основу методики, необходимо предпринять следующие шаги:

- 1) ввести основные понятия для оценки рисков в информационной системе
- 2) определить степень значимости угроз информации, для оценки их влияния на результирующую величину, определяющую степень риска.
- 3) вывести конечную формулу, которая описывает оценку риска для информационных систем.

Важность информации (I). Под важностью информации понимается качественная характеристика определяющая ценность информации для пользователя (владельца, собственника информации) [1].

Вся информация, имеющая для компании ценность подразделяется на блоки, каждому из которых дается значение важности. Причем важность блока информации варьируется по абсолютной шкале от 0 до 1. Стоит учитывать, что абсолютного значения важности 1 не достигает ни один блок информации. Максимальное значение представляет собой значение, стремящееся к 1.

Вероятность реализации атаки (P). Является комплексным понятием и складывается из следующих компонентов:

- во-первых, все виды атак.
- во-вторых, система защиты информации (СЗИ).

Каждый элемент СЗИ характеризуется 2 величинами — минимальной вероятностью атаки на данный элемент и максимальной вероятностью.

Вероятность определяется по абсолютной шкале от 0 до 1, аналогично важности информации. Однако допустимым является значение 1 для любого элемента оцениваемой системы, что подразумевает наивысшую вероятность атаки. Исходя из рассмотренных составляющих, выведем формулу оценки риска (R), учитывая важность (I) каждого элемента системы и вероятность реализации угроз (P).

Каждая атака является независимым событием, поэтому для вычисления вероятности реализации угрозы достаточно посчитать вероятность реализации хотя бы одной из возможных атак [2].

Таким образом, вероятность реализации атаки P вычисляется:

$$P = 1 - \prod_1^n (1 - P_i), \quad (1)$$

где P_i – вероятность реализации i -ой угрозы, n – общее количество атак.

Каждая подсистема обладает некоторой степенью важности ($I_{\text{подсист}}$), которая обуславливает заинтересованность злоумышленника в проведении атаки на конкретный элемент системы. Указанную заинтересованность можно обозначить в виде коэффициента:



$$k_{\text{подсист}} = \frac{I_{\text{подсист}}}{\sum_1^m I_j}, \quad (2)$$

где m – общее количество подсистем.

Согласно стоимостной мере риска (*Value at Risk*), оценка производится по формуле

$$R = P \times I \quad (3)$$

Из (2) и (3) следует, что

$$R_{\text{подсист.}} = k_{\text{подсист}} \times P_{\text{общ}} \times I_{\text{подсист}} \quad (4)$$

Тогда

$$R_{\text{общ}} = k_{\text{общ}} \times P_{\text{общ}} \times I_{\text{общ}} = \sum_1^m R_{\text{подсист}j} \quad (5)$$

$$\left(\frac{I_1 + \dots + I_m}{I_1 + \dots + I_m}\right) \times P_{\text{общ}} \times I_{\text{общ}} = P_{\text{общ}} \times (k_1 I_1 + \dots + k_m I_m) \quad (6)$$

При сокращении $P_{\text{общ}}$ и $k_{\text{общ}}$, т.к. сумма всех коэффициентов подсистем системы равна 1, получается следующее равенство

$$I_{\text{общ}} = (k_1 I_1 + \dots + k_m I_m) \quad (7)$$

Отсюда

$$I_{\text{общ}} = k_1 I_1 + \dots + k_m I_m = \frac{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_m^2}{\sum_1^m I_j} \quad (8)$$

Следовательно

$$R_{\text{общ}} = (1 - \prod_1^n (1 - P_i)) \times \frac{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_m^2}{\sum_1^m I_j}$$

Подводя итог, перечислим те преимущества, которые дает проведение анализа рисков в сфере ИБ:

- выявление проблем в сфере безопасности (не только уязвимостей компонент системы, но и недостатков политик безопасности и т.д.)
- анализ рисков позволяет нетехническим специалистам (в частности, руководству организации) оценить выгоды от внедрения средств и механизмов защиты и принять участие в процессе определения требуемого уровня защищенности КС
- проведение оценки рисков добавляет обоснованность рекомендациям по безопасности
- ранжирование рисков по приоритетам позволяет выделить наиболее приоритетные направления для внедрения новых СЗИ, мер и процедур обеспечения ИБ [3]

Выводы и следствия

Оценка рисков – это один из эффективнейших механизмов управления безопасностью в компании. Поэтому вывод формулы оценки риска для ИБ имеет большое значение. Применение формулы, предоставленной в данной работе, позволяет проанализировать систему защиты информации предприятия, выделить уязвимые места СЗИ и произвести расстановку приоритетов в области защищаемой информации для минимизации риска потерь важной информации.



Литература

1. С.А. Нестеров–Анализ и управление рисками в сфере информационной безопасности [Текст]– М.: Санкт-Петербург, 2007. — 47с.
2. ФСТЭК Р. №31 «Методика определения актуальных угроз безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры» [Текст] – Введ. 2014-03-14
3. ОБЗОР МЕТОДИК АНАЛИЗА РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ / Пугин В. В., Губарева О. Ю. - Т-Comm - Телекоммуникации и Транспорт Выпуск № 6 / 2012 – С. 56-57

А.А. Пасюков, Р.И. Баженов

ВНЕДРЕНИЕ СКРЫТЫХ СООБЩЕНИЙ В АУДИО СИГНАЛЫ НА ОСНОВЕ ЭХО-СИГНАЛОВ

(Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема)

В современном обществе, когда информационные технологии проникают во все сферы жизнедеятельности человека, остро стоит вопрос обеспечения защиты речевой информации и телефонного разговора от угроз неправомерного хищения. В настоящий момент существует достаточно различных средств защиты, которые позволяют защитить такой род информации. И хотя ученые уделяют много времени для совершенствования этой защиты, никому до сих пор не удалось достичь совершенства.

Одним из способов информационной безопасности является защита с помощью стеганографии. Стеганография в отличие от криптографии скрывает сам факт существования информации, которую необходимо защитить от вмешательства посторонних лиц. Скрываемая информация встраивается в некий контейнер, который располагается в безобидном файле любого формата. Это может быть речь, изображение, видео и аудио записи, не привлекающие особого внимания, которые открыто передаются адресату. Нужную информацию может извлечь только получатель.

В ходе работы, планируется разработать способ защиты телефонного разговора по сетевой линии связи IP – телефонию используя спектральные методы.

Многие зарубежные и русские ученые занимались данной проблематикой. В работе Жарких А. А., Пластунов В. Ю. [1] был представлен метод внедрения цифрового водяного знака в аудиосигнал в виде аудиосигнала на основе преобразований конформной алгебры единичного круга. Стародубцев Д. Е., Плащенко В. В. [2] описали алгоритм реализует процедуру интерпретации двоичного потока сообщения как некоторого мелодического контейнера, хранящегося в формате MIDI-файла. Заикин М.А., Гончаров Н.О. [3] описали исследование эффективности метода защиты аудио сигнала при передаче по от-



крытому аналоговому каналу связи с использованием скремблирования. Jayaram P., Ranganatha H. R., Anurama H. S. [4] описали суть стеганографии аудиосигналов, раскрыли плюсы, минусы и произвели анализ наиболее популярных методов сокрытия информации. В работе Zamani M. [5] описал способы повышения надёжности встраивания цифровых водяных знаков в аудио сигналы. В работе Пескова О. Ю., Халабурда Г. Ю. [6] представлены базовые принципы сетевой стеганографии для защиты речи.

Перед началом решения данной проблемы требуется использовать спектральный метод. Спектральный метод – один из методов обработки аудио сигналов, основан на разложении звука на составляющие с дискретным применением преобразования Фурье. Преобразование Фурье – некая математическая основа, которая описывает восприятие звука человеком. Данное преобразование помогает разложить функцию, представляя колебательные процессы в виде набора синусоидальных составляющих - волнообразных кривых, переходящих от максимума к минимуму. Другими словами, преобразование Фурье - функция, описывающая амплитуду и фазу каждой синусоиды, соответствующей определённой частоте.

Для реализации данной проблемы было решено использовать метод эхо сигналов. В данном методе данные скрываются благодаря изменению трех составляющих: начальной амплитуды, скорости затухания и задержки. Под контейнером лучше всего использовать музыкальное произведение. Отличительной особенностью музыкального произведения от речевых данных является наличие большого количества частотных составляющих. Количество частотных составляющих ограничивает пространство внедрения, и определяет пороги внедрения.

Данный способ дает возможность внедрять данные в сигнал прикрытия, меняя их характеристики эхо-сигнала. К характеристикам эхо, несущим внедряемые данные, относятся: начальная амплитуда, время спада и сдвиг (время задержки между исходным сигналом и его эхо). При сокращении сдвига два сигнала смешиваются. В конкретной точке человек перестает отличать два сигнала, и эхо воспринимается, равно как дополнительный резонанс.

Таким образом, через полгода планируется реализовать защиту речевых сообщений благодаря встраивания их в контейнер аудио формата, используя эхо-сигналы. После чего планируется активное внедрение метода защиты для безопасности телефонных звонков через IP – телефонию. Данный метод подходит за счет большой пропускной способности и хорошей устойчивости к искажениям.

Литература

1. Жарких А. А., Пластунов В. Ю. Новый метод внедрения водяного знака в аудиосигнал // Вестник МГТУ. 2009. №2 С.206-211.
2. Стародубцев Д. Е., Плащенко В. В. Метод стеганографического преобразования информации в гибридный звуковой контейнер // Вестник Череповецкого государственного университета. 2015. №8 (69) С.29-32.



3. Заикин М.А., Гончаров Н.О. Защита аудио сигнала с использованием скремблирования // Молодежный научно-технический вестник. – 2013. – №. 10. – С. 45.

4. Jayaram P., Ranganatha H. R., Anupama H. S. Information hiding using audio steganography—a survey // The International Journal of Multimedia & Its Applications (IJMA) Vol. – 2011. – Т. 3. – С. 86-96.

5. Zamani M. A secure audio steganography approach // Internet Technology and Secured Transactions, 2009. ICITST 2009. International Conference for. – IEEE, 2009. – С. 1-6.

6. Пескова О. Ю., Халабурда Г. Ю. Применение сетевой стеганографии для защиты данных, передаваемых по открытым каналам Интернет // Материалы научной конференции «Интернет и современное общество». – 2012. – С. 348-354.

Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БЛОКИРОВКИ IP-АДРЕСОВ ПО ВНЕШНЕМУ СЕТЕВОМУ ИНТЕРФЕЙСУ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В современном мире информационная безопасность является одной из ключевых отраслей исследования в области информационной безопасности, в частности, атаки «DoS» и «DDoS» [1]. Под атакой «DoS» понимается направление несанкционированного трафика на внешний сетевой интерфейс ЭВМ с определенным портом [2]. Атака типа «DDoS» представляет собой распределенное направление внешнего сетевого трафика на атакуемый сервер (либо ресурса, имеющего выход во внешнюю глобальную сеть) для отказа во внешнем удаленном обслуживании [3]. Зачастую, для выполнения атак типа «DoS» и «DDoS» используются зараженные вредоносным программным обеспечением персональные компьютеры пользователей [4-7]. Это позволяет генерировать объемные (большие) потоки внешнего сетевого трафика, что приводит к более мощной и усиленной атаке [8-10]. Стандартными методами отличить несанкционированный трафик от легитимного достаточно сложно, так как нет необходимого функционала для данной операции, а также для этого необходимы достаточно большие вычислительные ресурсы [11, 12]. Данные факты обуславливают необходимость разработки специализированной системы для блокировки вредоносного трафика, с последующим снижением нагрузки на ресурсы ЭВМ. Несомненно, разработка системы блокировки IP-адресов по внешнему сетевому интерфейсу является актуальной задачей.

Целью работы является разработка системы блокировки IP-адресов по внешнему сетевому интерфейсу. Это позволит снижать количество входящих потоков вредоносного трафика, с последующим снижением нагрузки на ресурсы ЭВМ. На первом этапе рассмотрена математическая модель разработанной



системы блокировки *IP*-адресов. На втором этапе представлены схема работы и фрагмент исходного кода. Третьим этапом являлась апробация, в результате которой были получены процентные значения нагрузки на физические ресурсы ЭВМ.

Математическая модель системы блокировки *IP*-адресов представлена на рисунке 1.

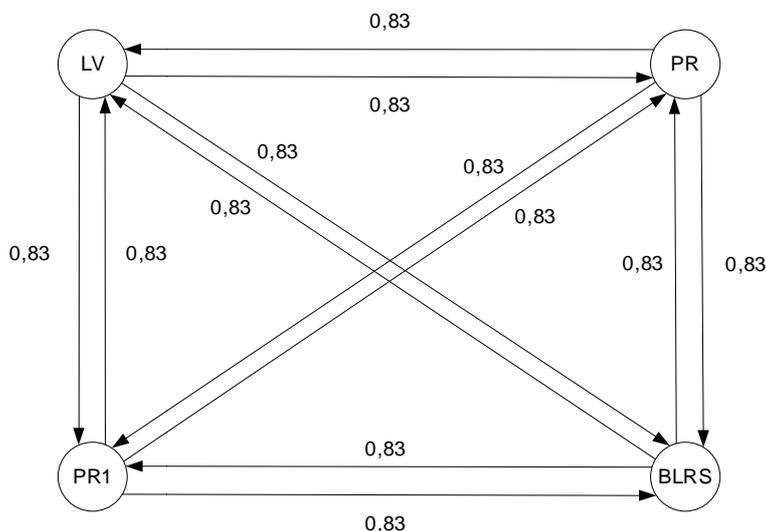


Рисунок 1 – Состояния разработанной системы при активированном режиме

Состояния разработанной системы блокировки *IP*-адресов:

- *LV* – состояние проверки лимита входящих сетевых пакетов внешнего сетевого интерфейса;
- *PR* – состояние проверки сетевой загрузки внешнего сетевого интерфейса;
- *PR1* – состояние повторной проверки загрузки внешнего сетевого интерфейса;
- *BLRS* – состояние блокировки *IP*-адресов по внешнему сетевому интерфейсу, с последующим понижением нагрузки на ЭВМ.

Значение 0,83 показывает время перехода от одного состояния к другому, а также соответствует количеству задействованных дуг.

Таким образом, матрица вероятности переходов:

$$P = \begin{pmatrix} 0,83 & 0,83 & 0,83 & 0,83 \\ 0,83 & 0,83 & 0,83 & 0,83 \\ 0,83 & 0,83 & 0,83 & 0,83 \end{pmatrix}$$

Из матрицы видно, что $0 \leq p \leq 1$. Таким образом, $\sum_{j=1}^m p = 1$. Это дает возможность переходов по системе за один шаг, позволяя производить операции с более высокой скоростью.

Схема работы разработанной системы блокировки *IP*-адресов представлена на рисунке 2.

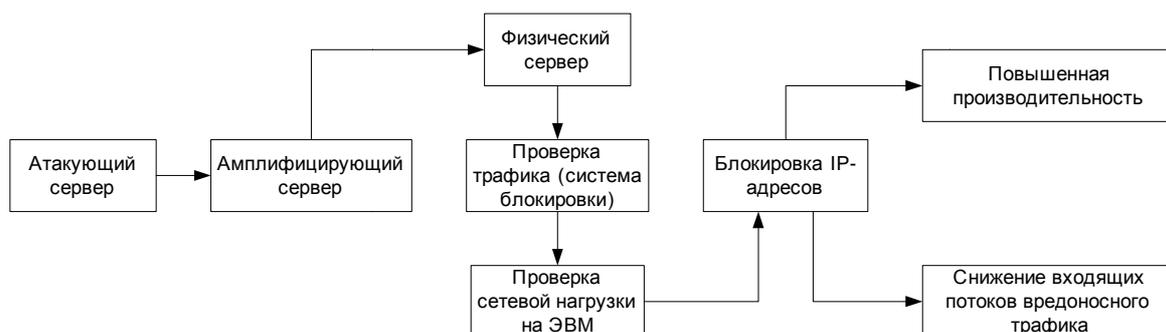


Рисунок 2 – Схема работы разработанной системы блокировки IP-адресов

Фрагмент исходного кода, написанный на языке программирования высокого уровня «C» и отвечающий за определение пропускной способности каждого ядра.

```
void speed_printer() {  
    while (true) {  
        uint64_t packets_before = received_packets;  
        boost::this_thread::sleep(boost::posix_time::seconds(1));  
        uint64_t packets_after = received_packets;  
        uint64_t pps = packets_after - packets_before;  
        printf("Нагрузка: %llu pps\n", pps);  
    }  
}
```

Это позволит определить текущую сетевую пропускную способность физического сервера.

Апробация разработанной системы блокировки IP-адресов (в активированном и деактивированном режиме, а также в течение десяти дней) представлена в таблице 1. В таблице: 2,00/4,00 – активированный/деактивированный режимы.

Таблица 1 – Тестирование разработанной системы при атаке «DDoS»

День	Атака, Гбит/с	Нагрузка на CPU, %	Нагрузка на ОЗУ, %	Нагрузка на SSD, %
1	0,10	2,00/4,00	0,20/0,40	0,10/0,20
2	0,20	3,00/6,00	0,30/0,60	0,20/0,40
3	0,30	4,00/8,00	0,40/0,80	0,30/0,60
4	0,40	5,00/10,00	0,50/1,00	0,40/0,80
5	0,50	6,00/12,00	0,60/1,20	0,50/1,00
6	0,60	7,00/14,00	0,70/1,40	0,60/1,20
7	0,70	8,00/16,00	0,80/1,60	0,70/1,40
8	0,80	9,00/18,00	0,90/1,80	0,80/1,60
9	0,90	10,00/20,00	1,00/2,00	0,90/1,80
10	1,00	11,00/22,00	1,10/2,20	1,00/2,00

Таким образом, система блокировки IP-адресов по внешнему сетевому интерфейсу способствует снижению потребления ресурсов центрального процессора, оперативной памяти и твердотельного накопителя в 2 раза. Подобный результат объясняется невозможностью распределения нагрузки, блокировкой IP-адресов, а также исследования трафика в режиме реального времени стандартными средствами. Разработанная система блокировки IP-адресов по внешнему сетевому интерфейсу позволяет снижать нагрузку на ресурсы ЭВМ и фильтровать вредоносный сетевой трафик, с последующим повышением производительности.



Литература

1. Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков. Равномерное распределение нагрузки аппаратно-программного ядра в UNIX-системах. Труды института системного программирования РАН, Том 28 (Выпуск 1), 2016 г., стр. 93-102. DOI: 10.15514/ISPRAS-2016-28(1)-6.
2. Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков. Техника инструментирования кода и оптимизация кодовых строк при моделировании фазовых переходов на языке C++ Труды института системного программирования РАН, Том 27 (Выпуск 6), 2015 г., стр. 87-96. DOI: 10.15514/ISPRAS-2015-27(6)-6.
3. Пальчевский, Е.В. Параллелизация нагрузки аппаратно-программного ядра в UNIX-системах / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Перспективные информационные технологии. – Изд-во: СГАУ, Самара, 2016. – С. 521-525.
4. Пальчевский, Е.В. Разработка методики защиты от несанкционированного трафика при помощи управляемого компонента NGINX / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Сборник научных статей Международной научно-технической конференции «ШЛЯНДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ-2016», Пенза, 2016. – С. 92-95.
5. Пальчевский, Е.В. Реализация кластерной мощности на базе процессоров INTEL XEON x5660 / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Труды научно-технической конференции «Суперкомпьютерные технологии», Таганрог, 2016. – С. 83-86.
6. Пальчевский, Е.В. Анализ и фильтрация протоколов в UNIX-подобных системах, посредством IPTABLES / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Приоритетные задачи и стратегии развития технических наук. Изд-во: «Эвенсис», Тольятти, 2016. – С. 6-9.
7. Щерба, М.В. Методика разработки системы защиты информации комплекса муниципальных информационных систем / М.В. Щерба // Информационные технологии моделирования и управления. – 2009. – Выпуск 6(58). – С. 850-854.
8. Щерба, М.В. Некоторые аспекты построения системы защиты информации комплекса муниципальных информационных систем / М.В. Щерба // Омское время - взгляд в будущее: матер. регион. молодеж. науч.-техн. конф. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – Кн. 1. – С. 294-296.
9. Щерба, М.В. Методика разработки системы защиты информации комплекса муниципальных информационных систем / М.В. Щерба, О.Т. Данилова // Международный и региональный опыт построения информационного общества: сборник материалов Международного информационного конгресса «МИК-2010». – Омск: Правительство Омской области, 2011. – Ч. 1. – С. 403-406.
10. Дугин, А. Защита от DDoS подручными средствами. Часть 1. DNS Amplification / А. Дугин // Системный администратор. 2016. № 5 (162). Изд-во: Синдикат 13, Москва, 2016. – С. 22-26.
11. Жарова, О.Ю. Метод определения типа атаки по статистическим параметрам сетевого трафика / О.Ю. Жарова, В.А. Федорова // Вопросы радио-



электроники. Изд-во: Центральный научно-исследовательский экономики, систем управления и информации «Электроника», Москва, 2016. – С. 39-43.

12. Crist, E.F. Mastering OpenVPN / E.F. Crist., Keijser J.J. – Изд-во: «Packt Publishing», – 2015. – 364 с.

Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЕТЕВОГО СТЕКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО СЕРВЕРА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В современном мире интенсивно развиваются методы и системы защиты информации [1-3]. Одним из ярко выраженных направлений информационной безопасности является исследование атак несанкционированным трафиком («DoS» и «DDoS») [4-6]. С каждым годом атаки данного вида не только увеличиваются в мощности, но и становятся все более сложными [7-9]. Исследованиями в области DDoS-атак, в настоящее время, занимаются следующие организации: «DDoS Guard»: собственная геораспределенная сеть фильтрации; «OVH»: поставщик телекоммуникационных услуг; «Qrator»: распределенная сеть фильтрации с несколькими узловыми точками [10-12]. На сегодняшний день количество DDoS-атак возрастает, а их средняя мощность увеличивается на 25-40 Гбит/с в год. Это ставит под угрозу большинство ресурсов, имеющих выход во внешнюю глобальную сеть.

Целью работы является разработка системы увеличения пропускной способности сетевого стека для повышения отказоустойчивости физического сервера. Это позволит снижать нагрузку на ресурсы ЭВМ, а также повысить доступность физического сервера для удаленного обслуживания по внешнему сетевому каналу. Первым этапом рассматривается математическая модель разработанной системы увеличения пропускной способности. На втором этапе представлены схема работы и фрагмент исходного кода. Третьим этапом являлась апробация, показывающая нагрузку на физические ресурсы ЭВМ при сетевой атаке внешним несанкционированным трафиком.

Математическая модель, представляющая собой граф состояний, разработанной системы увеличения пропускной способности сетевого стека (рисунок 1). Состояния разработанной системы увеличения сетевой пропускной способности:

- *LST* – состояние проверки значений лимита в сетевом стеке;
- *PST1* – состояние проверки загруженности физических ресурсов сетевым стеком;
- *PST2* – состояние повторной проверки загруженности физических ресурсов сетевым стеком;
- *OBNF* – состояние распределения общей сетевой нагрузки.

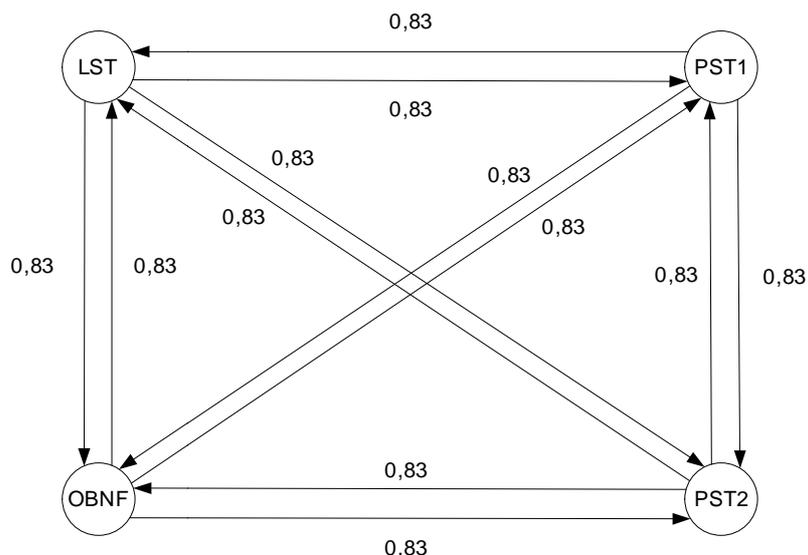


Рисунок 1 – Графы состояний разработанной системы при активированном режиме

Значение 0,83 показывает время перехода от одного состояния к другому, а также соответствует количеству задействованных дуг. Матрица вероятности переходов строится на основе перехода от состояния к состоянию, суммируя общий проделанный путь.

Таким образом, матрица вероятности переходов:

$$P = \begin{pmatrix} 0,83 & 0,83 & 0,83 & 0,83 \\ 0,83 & 0,83 & 0,83 & 0,83 \\ 0,83 & 0,83 & 0,83 & 0,83 \end{pmatrix}$$

Из матрицы видно, что вероятность перехода в каждое состояние приравнивается к $0 \leq p \leq 1$. Таким образом, $\sum_{j=1}^m p = 1$. Это дает возможность переходов по системе за один шаг, позволяя производить операции с более высокой скоростью.

Схема работы системы увеличения пропускной способности представлена на рисунке 2.

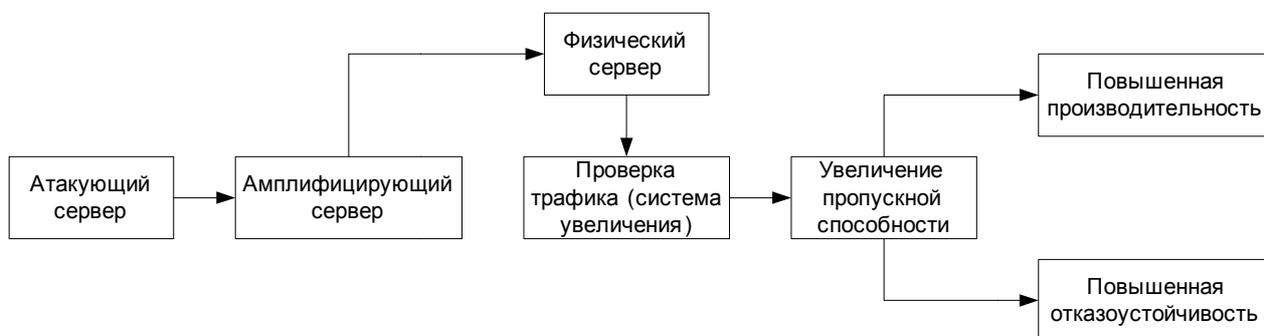


Рисунок 2 – Схема работы разработанной системы увеличения пропускной способности



Фрагмент исходного кода, написанный на языке программирования высокого уровня «C» и отвечающий за распределение сетевых потоков по ядрам сервера.

```
if (use_multiple_fanout_processes) {  
    boost::thread_group packet_receiver_thread_group;  
    unsigned int num_cpus = 24;  
    for (int cpu = 0; cpu < num_cpus; cpu++) {  
        boost::thread::attributes thread_attrs;  
        void flush_block(struct block_desc *pbd) {  
            pbd->h1.block_status = TP_STATUS_KERNEL;}  
    }
```

Это позволит равномерно распределить сетевую нагрузку по физическим и логическим ядрам ЭВМ.

Апробация разработанной системы увеличения пропускной сетевой способности (в активированном и деактивированном режиме, а также в течение десяти дней) представлена в таблице 1. В таблице: 1,00/2,00 – активированный/деактивированный режимы.

Таблица 1 – Тестирование разработанной системы при атаке «DDoS»

День	Атака, Гбит/с	Количество входящих пакетов, шт/с	Нагрузка на CPU, %	Нагрузка на ОЗУ, %	Нагрузка на SSD, %
1	0,10	1000000	12,00/24,00	0,60/1,20	0,15/0,30
2	0,20	3000000	13,00/26,00	0,70/1,40	0,16/0,32
3	0,30	5000000	14,00/28,00	0,80/1,60	0,17/0,34
4	0,40	7000000	15,00/30,00	0,90/1,80	0,18/0,36
5	0,50	9000000	16,00/32,00	1,00/2,00	0,19/0,38
6	0,60	11000000	17,00/34,00	1,10/2,20	0,20/0,40
7	0,70	12000000	18,00/36,00	1,20/2,40	0,21/0,42
8	0,80	13000000	19,00/38,00	1,30/2,60	0,22/0,44
9	0,90	14000000	20,00/40,00	1,40/2,80	0,23/0,46
10	1,00	15000000	21,00/42,00	1,50/3,00	0,24/0,48

Таким образом, система увеличения пропускной способности физического сервера способствует снижению потребления ресурсов центрального процессора, оперативной памяти и твердотельного накопителя в 2 раза. Подобный результат объясняется невозможностью распределения нагрузки, а также изменения значений сетевого стека в режиме реального времени стандартными средствами. Разработанная система увеличения пропускной способности сетевого стека для повышения отказоустойчивости физического сервера позволяет снижать нагрузку на ресурсы ЭВМ и увеличивать лимит входящих сетевых пакетов, с последующим повышением производительности.



Литература

1. Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков. Равномерное распределение нагрузки аппаратно-программного ядра в UNIX-системах. Труды института системного программирования РАН, Том 28 (Выпуск 1), 2016 г., стр. 93-102. DOI: 10.15514/ISPRAS-2016-28(1)-6.
2. Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков. Техника инструментирования кода и оптимизация кодовых строк при моделировании фазовых переходов на языке C++ Труды института системного программирования РАН, Том 27 (Выпуск 6), 2015 г., стр. 87-96. DOI: 10.15514/ISPRAS-2015-27(6)-6.
3. Пальчевский, Е.В. Параллелизация нагрузки аппаратно-программного ядра в UNIX-системах / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Перспективные информационные технологии. – Изд-во: СГАУ, Самара, 2016. – С. 521-525.
4. Пальчевский, Е.В. Разработка методики защиты от несанкционированного трафика при помощи управляемого компонента NGINX / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Сборник научных статей Международной научно-технической конференции «ШЛЯНДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ-2016», Пенза, 2016. – С. 92-95.
5. Пальчевский, Е.В. Реализация кластерной мощности на базе процессоров INTEL XEON x5660 / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Труды научно-технической конференции «Суперкомпьютерные технологии», Таганрог, 2016. – С. 83-86.
6. Пальчевский, Е.В. Анализ и фильтрация протоколов в UNIX-подобных системах, посредством IPTABLES / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Приоритетные задачи и стратегии развития технических наук. Изд-во: «Эвенсис», Тольятти, 2016. – С. 6-9.
7. Olifer, V.G. Computer networks. Principles, technologies, protocols / V.G. Olifer, N.A. Olifer – Publishing house: SPb. – Peter, 2010.
8. Колисниченко, Д. Linux. От новичка к профессионалу. 2-е издание / Д.Колисниченко, – 2010. – 764 с.
9. Hein R. Linux Administration Handbook/ R. Hein – Изд-во: «Вильямс», – 2007. – 1071 с.
10. Орлофф, Д. Ubuntu – бесплатная альтернатива Windows / Д. Орлофф – Изд-во: «Эксмо», 2009. – 352 с.
11. Дугин, А. Защита от DDoS подручными средствами. Часть 1. DNS Amplification / А. Дугин // Системный администратор. 2016. № 5 (162). Изд-во: Синдикат 13, Москва, 2016. – С. 22-26.
12. Жарова, О.Ю. Метод определения типа атаки по статистическим параметрам сетевого трафика / О.Ю. Жарова, В.А. Федорова // Вопросы радиоэлектроники. Изд-во: Центральный научно-исследовательский экономики, систем управления и информации «Электроника», Москва, 2016. – С. 39-43.



Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ НИЗКОАКТИВНОГО НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО СЕТЕВОГО ТРАФИКА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Одним из ярко выраженных направлений в информационной безопасности являются *DoS*- и *DDoS*-атаки [1]. Под «*DoS*» (*Denial of Service*) подразумевается атака с амплификацией, направленная на переполнение внешнего сетевого канала [2]. «*DDoS*» (*Distributed Denial of Service*) представляет собой распределенную атаку, направленную на переполнение внешнего сетевого канала с последующей перегрузкой физических ресурсов ЭВМ [3]. Данные атаки направлены на отказ в удаленном обслуживании внешнего сетевого ресурса (физического сервера, вычислительного кластера, персонального компьютера) [4]. За последний десяток лет количество таких атак выросло в несколько тысяч раз [5]. Сложность и мощность атак типа «*DoS*» и «*DDoS*» увеличились в несколько раз. К примеру, в 2016 году компанией «*Akamai*» была зафиксирована атака, суммарные мощности потоков которой составляли 623 Гбит/с, тогда как в 2010 году максимальная атака составляла 100 Гбит/с [6]. Вместе с тем, существующие методы обнаружения вредоносного трафика неэффективны для обнаружения низкоактивных атак типа «*DoS*» и «*DDoS*» [7]. Основой для исследования и обнаружения несанкционированного трафика является построение характеристик трафика по задаваемым лимитам внешнего сетевого интерфейса [8-12].

Целью работы является разработка системы обнаружения низкоактивного несанкционированного сетевого трафика. Это позволит снижать нагрузку на ресурсы ЭВМ, а также повысить доступность физического сервера по внешнему сетевому каналу. Первым этапом рассмотрена математическая модель разработанной системы обнаружения вредоносного сетевого трафика. На втором этапе представлены схема работы и фрагмент исходного кода. Третьим этапом являлась апробация, показывающая нагрузку на физические ресурсы ЭВМ.

Математическая модель, с применением цепей Маркова, разработанной системы обнаружения низкоактивного вредоносного трафика представлена на рисунке 1.

Состояния разработанной системы обнаружения низкоактивного сетевого трафика:

- *SL* – состояние проверки сетевого лимита в значениях сетевого стека;
- *PRN1* – состояние проверки сетевой загруженности внешнего сетевого интерфейса;
- *PRN2* – состояние проверки загруженности вычислительными процессами;
- *OBNF* – состояние распределения общей нагрузки (вычислительными процессами и сетевой).



Рисунок 1 – Состояния разработанной системы при активированном режиме

Значение 0,83 показывает время перехода от одного состояния к другому, а также соответствует количеству задействованных дуг. Матрица вероятности переходов строится на основе перехода от состояния к состоянию, суммируя общий проделанный путь.

Таким образом, матрица вероятности переходов:

$$P = \begin{pmatrix} 0,83 & 0,83 & 0,83 & 0,83 \\ 0,83 & 0,83 & 0,83 & 0,83 \\ 0,83 & 0,83 & 0,83 & 0,83 \end{pmatrix}$$

Из матрицы видно, что вероятность перехода в каждое состояние приравнивается к $0 \leq p \leq 1$. Таким образом, $\sum_{j=1}^m p = 1$. Это дает возможность переходов по системе за один шаг, позволяя производить операции с более высокой скоростью.

Схема работы разработанной системы обнаружения низкоактивного трафика представлена на рисунке 2.

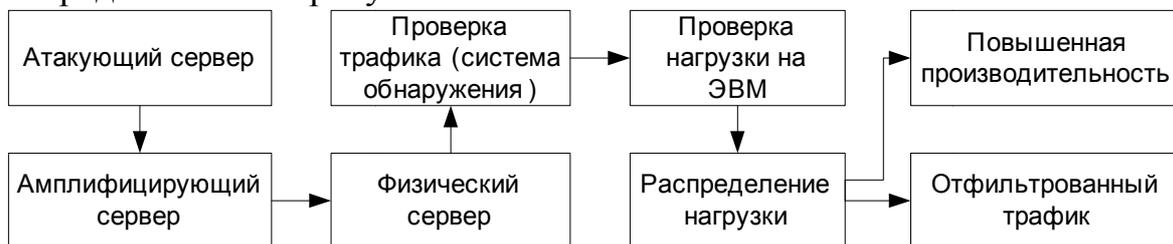


Рисунок 2 – Схема работы разработанной системы обнаружения вредоносного трафика

Фрагмент исходного кода, написанный на языке программирования высокого уровня «С» и отвечающий за определение сетевого интерфейса физического сервера.

```
int get_interface_number_by_device_name(int socket_fd, std::string interface_name) {  
    struct ifreq ifr;  
    memset(&ifr, 0, sizeof(ifr));  
    if (interface_name.size() > IFNAMSIZ) {
```



```
return -1;}  
unsigned int current_block_num = 0;  
struct pollfd pfd;  
memset(&pfd, 0, sizeof(pfd));  
pfd.fd = packet_socket;}
```

Данная операция позволит определять: по какому именно интерфейсу производить блокировку IP-адреса.

Апробация разработанной системы низкоактивного сетевого трафика (в активированном и деактивированном режиме, а также в течение десяти дней) представлена в таблице 1. В таблице: 1,00/2,00 – активированный/деактивированный режимы.

Таблица 1 – Тестирование разработанной системы при атаке «DDoS»

День	Атака, Гбит/с	Нагрузка на CPU, %	Нагрузка на ОЗУ, %	Нагрузка на SSD, %
1	0,10	1,00/2,00	0,10/0,20	0,05/0,10
2	0,20	2,00/4,00	0,20/0,40	0,10/0,20
3	0,30	3,00/6,00	0,30/0,60	0,15/0,30
4	0,40	4,00/8,00	0,40/0,80	0,20/0,40
5	0,50	5,00/10,00	0,50/1,00	0,25/0,50
6	0,60	6,00/12,00	0,60/1,20	0,30/0,60
7	0,70	7,00/14,00	0,70/1,40	0,35/0,70
8	0,80	8,00/16,00	0,80/1,60	0,40/0,80
9	0,90	9,00/18,00	0,90/1,80	0,45/0,90
10	1,00	10,00/20,00	1,00/2,00	0,50/1,00

Таким образом, система обнаружения низкоактивного вредоносного сетевого трафика способствует снижению потребления ресурсов центрального процессора, оперативной памяти и твердотельного накопителя в 2 раза. Подобный результат объясняется невозможностью распределения нагрузки, а также исследования трафика в режиме реального времени стандартными средствами. Разработанная система обнаружения внешнего низкоактивного несанкционированного сетевого трафика позволяет снижать нагрузку на ресурсы ЭВМ и фильтровать вредоносный сетевой трафик, с последующим повышением производительности.

Литература

1. Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков. Равномерное распределение нагрузки аппаратно-программного ядра в UNIX-системах. Труды института системного программирования РАН, Том 28 (Выпуск 1), 2016 г., стр. 93-102. DOI: 10.15514/ISPRAS-2016-28(1)-6.
2. Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков. Техника инструментирования кода и оптимизация кодовых строк при моделировании фазовых переходов на языке C++ Труды института системного программирования РАН, Том 27 (Выпуск 6), 2015 г., стр. 87-96. DOI: 10.15514/ISPRAS-2015-27(6)-6.



3. Пальчевский, Е.В. Параллелизация нагрузки аппаратно-программного ядра в UNIX-системах / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Перспективные информационные технологии. – Изд-во: СГАУ, Самара, 2016. – С. 521-525.

4. Пальчевский, Е.В. Разработка методики защиты от несанкционированного трафика при помощи управляемого компонента NGINX / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Сборник научных статей Международной научно-технической конференции «ШЛЯНДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ-2016», Пенза, 2016. – С. 92-95.

5. Пальчевский, Е.В. Реализация кластерной мощности на базе процессоров INTEL XEON x5660 / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Труды научно-технической конференции «Суперкомпьютерные технологии», Таганрог, 2016. – С. 83-86.

6. Пальчевский, Е.В. Анализ и фильтрация протоколов в UNIX-подобных системах, посредством IPTABLES / Е.В. Пальчевский, А.Р. Халиков // Приоритетные задачи и стратегии развития технических наук. Изд-во: «Эвенсис», Тольятти, 2016. – С. 6-9.

7. Crist, E.F. Mastering OpenVPN / E.F. Crist., Keijsers J.J. – Изд-во: «Packt Publishing», – 2015. – 364 с.

8. Каретин, И.И. Энергосберегающая оптимизация кода за счет использования отключаемых компонентов процессора / И.И. Каретин, В.А. Макаров // Труды Института системного программирования РАН Том 19. – Изд-во: «ИСП РАН», Москва, 2015. – С. 187-194.

9. Дугин, А. Защита от DDoS подручными средствами. Часть 1. DNS Amplification / А. Дугин // Системный администратор. 2016. № 5 (162). Изд-во: Синдикат 13, Москва, 2016. – С. 22-26.

10. Жарова, О.Ю. Метод определения типа атаки по статистическим параметрам сетевого трафика / О.Ю. Жарова, В.А. Федорова // Вопросы радиоэлектроники. Изд-во: Центральный научно-исследовательский экономики, систем управления и информации «Электроника», Москва, 2016. – С. 39-43.

11. Сокольников А.М. Сравнительный анализ подходов к разработке архитектуры и систем управления базами данных для высоконагруженных web-сервисов // Кибернетика и программирование. №4. 2014. С. 1-13.

12. Krylov V., Kravtsov K. DDoS attack and interception resistance IP fast hopping based protocol: 23rd international conference on software engineering and data engineering, sede 2014. 2014. С. 43-48.



А.А. Петросян, С.А. Бурлов

МЕХАНИЗМ ЗАЩИЩЕННОГО ДОСТУПА К БАЗЕ ДАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Введение. Большинство информационных систем имеют сложную архитектуру и, зачастую, над одним проектом работает группа разработчиков, каждый из которых отвечает за определенную часть системы. Такой способ работы значительно упрощает и ускоряет процесс разработки, но, в то же время, появляется проблема контроля безопасности и согласованности между разработчиками.

На стадии проекта, когда физическая модель данных сформирована, разработчики приступают к работе над серверным приложением. Подобная работа может также производиться после реализации и внедрения информационной системы. Предоставление разработчикам серверного приложения возможности самостоятельно формировать запросы к данным порождает следующие проблемы:

- отсутствие единого способа обращения к данным, синтаксическая разрозненность логически одинаковых запросов, как следствие, ухудшение читаемости исходного кода, нарушение инкапсуляции;
- ответственность за предотвращение *SQL*-инъекций лежит исключительно на плечах разработчиков серверного приложения;
- отсутствие возможности детального ограничения доступа к данным, формирования запросов к заданным таблицам или полям и только к ним, вне зависимости от схемы.

Результаты. Чтобы предотвратить появление описанных проблем, предлагается использовать процедурное расширение языка *SQL*. Вместо предоставления разработчикам серверного приложения возможности формировать запросы самостоятельно, администраторами базы данных формируются и предоставляются хранимые процедуры, выполняющие необходимые действия с данными, создаются публичные синонимы для того, чтобы исключить необходимость использования имени схемы, в которой расположена процедура. Разработчики серверного приложения должны иметь права на выполнение лишь предоставленных процедур, которые в полной мере реализуют необходимые процессы извлечения и загрузки данных, при этом возможность сформировать собственные запросы отсутствует.

Таким образом, разработчики серверного приложения получают единый интерфейс для работы с базой данных, предоставляющий возможность выполнения лишь определенных запросов посредством вызова хранимых процедур и функций. При попытке выполнить те же запросы, что содержатся в процедурах,



напрямую, выдаётся ошибка об отсутствии прав на операцию. Так же и другие запросы будут недоступны (Рисунок 1).

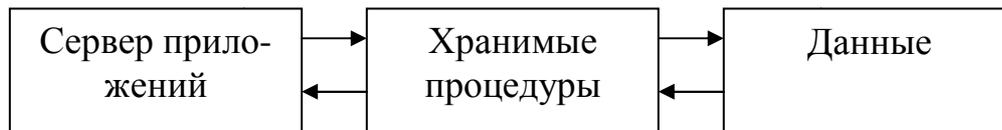


Рис. 1 – Схема взаимодействия с данными

Для выборки данных из таблицы администратор систем-источников данных предоставляет хранимую процедуру, одним из параметров которой должен быть курсор. В теле процедуры переданный курсор открывается для заданного администратором базы данных запроса. В качестве дополнительных входных параметров передаются опции запроса. Разработчик серверного приложения вызывает процедуру и получает открытый курсор, с помощью которого можно извлечь необходимые данные.

Для выполнения манипуляции над данными администратор систем-источников данных реализует процедуру, в теле которой выполняются нужные манипуляции. В качестве входных параметров передаются опции запроса.

Для извлечения небольших по объему данных, вместо передачи курсора в процедуру, можно использовать хранимые функции, реализующие те же запросы, но возвращающие необходимые значения. Таким способом можно извлекать значения определенных полей, ограничивая доступ к остальным полям таблицы. Также функции могут возвращать строку, содержащую ошибку, при её наличии, и пустую строку или метку удачного завершения запроса, в зависимости от предпочтений разработчиков.

Выводы. Обращение с базой описанным способом обеспечивает следующие преимущества:

- унификация способов обращения разработчиков к данным, предоставление интерфейса, разработчикам не обязательно знать о структуре базы данных, так как логика загрузки данных реализуется администраторами данных;
- первичное предотвращение SQL-инъекций, так как в процедуру лишь подается параметр запроса, а не его логическая часть, то есть не используется конкатенация строк;
- детальное ограничение доступа к определенным данным и манипуляции с ними;

Пример реализации. Реализовать данную концепцию можно с использованием любого процедурного языка. В описанном ниже примере используется процедурный язык *Oracle Database – PL/SQL*, часть серверного приложения реализована с использованием языка *Java 1.7* и его библиотек *java.sql* и *oracle.jdbc*.

В контексте примера имеется пользователь *dbadmin* с неограниченными правами, в схеме которого имеется таблица *USERS* с полями *ID*, *NAME*, *BIRTHDAY*. Необходимо предоставить пользователю *appserver*, соответствующую



щему разработчикам серверного приложения, имеющему права только на создание сессии, возможность работы с данными из этой таблицы.

На Рисунке 2 от имени *dbadmin* создаются две хранимые процедуры. Процедура *GET_USERS* открывает переданный ей курсор. Процедура *UPDATE_USER* изменяет поле *NAME* по идентификатору записи.

```
--Создание хранимых процедур.  
CREATE OR REPLACE PROCEDURE  
  GET_USERS (CUR_REF OUT SYS_REFCURSOR, NAME_LIKE IN VARCHAR2) AS  
BEGIN  
  IF NOT CUR_REF%ISOPEN THEN  
    OPEN CUR_REF FOR SELECT "ID", "NAME", "BIRTHDAY" from "DBADMIN"."USERS";  
  END IF;  
END;  
  
CREATE OR REPLACE PROCEDURE  
  UPDATE_USER (USER_ID IN NUMBER, NEW_NAME IN VARCHAR2) AS  
BEGIN  
  UPDATE "DBADMIN"."USERS" SET "NAME" = "NEW_NAME" WHERE "ID" = "USER_ID";  
END;
```

Рис. 2 – Создание хранимых процедур

Далее, администратор базы данных создает публичные синонимы для созданных процедур и назначает права на их выполнение пользователю *appserver* (Рисунок 3).

```
--Создание публичных методов.  
CREATE OR REPLACE PUBLIC SYNONYM "PS_GET_USERS"  
  FOR "DBADMIN"."GET_USERS";  
CREATE OR REPLACE PUBLIC SYNONYM "PS_UPDATE_USER"  
  FOR "DBADMIN"."UPDATE_USER";  
--Назначение прав на выполнение процедур.  
GRANT EXECUTE ON "PS_GET_USERS" TO "APPSERVER";  
GRANT EXECUTE ON "PS_UPDATE_USER" TO "APPSERVER";
```

Рис. 3 – Создание синонимов и назначение прав на выполнение

Используя учетную запись *appserver*, разработчик серверного приложения создает подключение к базе данных, используя класс *Connection*, и хранит его в переменной *connection*. Чтобы получить данные из таблицы, необходимо открыть курсор при помощи процедуры *GET_USERS* и привести его к типу *ResultSet* (Рисунок 4).

```
public void getusers(String userLike) throws SQLException {  
  String sql = "BEGIN PS_GET_USERS(?,?); END;";  
  CallableStatement statement = connection.prepareCall(sql);  
  statement.registerOutParameter(1, OracleTypes.CURSOR);  
  statement.setString(2, userLike);  
  statement.executeUpdate();  
  ResultSet rs = (ResultSet) statement.getObject(1);  
  while (rs.next()) {  
    /*Логика работы с полученными данными.*/  
  }  
  /*Высвобождение ресурсов.*/  
}
```

Рис.4 – Реализация обращения к процедуре *GET_USERS*



Таким же образом происходит обращение к процедуре *UPDATE_USER*, но без использования *ResultSet* (Рисунок 5).

```
public void updateUser(int userId, String newName) throws SQLException {
    String sql = "BEGIN PS_UPDATE_USER(?,?); END;";
    CallableStatement statement = connection.prepareCall(sql);
    statement.setInt(1, userId);
    statement.setString(2, newName);
    statement.executeUpdate();
    /*Высвобождение ресурсов.*/
}
```

Рис.5 – Реализация обращения к процедуре *UPDATE_USER*

Литература

1. Этапы разработки и внедрения информационно-аналитической системы [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.prj-exp.ru/dwh/dwh_stages_of_development.php [Дата обращения 27.01.2017].
2. Джейсон, К. Oracle Certified Professional™ Подготовка администраторов баз данных [Текст] / Джейсон К., Ульрике Шв. – М.:Лори, 2009. - 868 с.
3. CREATE SYNONYM [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://docs.oracle.com/cd/B19306_01/server.102/b14200/statements_7001.htm [Дата обращения 07.02.2017].
4. Хабибуллин, И. Ш. Java 7 [Текст] / И. Ш. Хабибуллин. – СПб.:БХВ-Петербург, 2012. – 768 с.

О.В. Прохорова

ПРОВЕРКА БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ НА ПРОСТОТУ

(Самарский государственный технический университет)

Раскладывание числа на простые сомножители практикуется достаточно широко, например, в алгоритме RSA, где стойкость схемы RSA зависит от того, как быстро можно разложить большое составное число на 2 простых сомножителя. Процедура такого разложения занимает относительно много времени в силу большого числа итераций подбора, что является большим минусом в применении.

Предлагаемая автором методика проверки больших чисел на простоту основывается на применении сформулированных правил генерации простых чисел, 3 теорем и алгоритма. Представим правила сцепления цифр в числа:

1. Сцепляются два числа. Самая правая цифра есть только нечетное число, за исключением цифры 5, т.е. последней цифрой справа могут быть только: 1, 3, 7, 9. Слева это любые числа, начина с 0 и далее. Для двух разрядного числа и левой цифре 0 правая цифра 5 допускается.

2. Для каждого сцепленного числа $X = \{a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n\}$ находится отображение $b = F(X) = F\{a_1 a_2 a_3 \dots a_n\}$, где a_i – есть цифры числа X , b – есть



одна цифра, полученная последовательным сложением всех цифр числа X . Таким образом из сцепленных чисел формируется множество значимых чисел, обозначаемое буквой Ψ . В это множество не входят также числа, состоящие из повторяющихся цифр за исключением числа 11. Числа множества Ψ подчиняются следующему правилу:

$$b = F(X) = \sum_{i=1}^n a_i, \quad b \in H, \quad H = \{1, 2, 4, 5, 7, 8\} .$$

3. Для каждого значимого числа $X \in \Psi$ формируется множество его делителей, обозначаемое $Q(X)$. Множество $Q(X)$ формируется из значимых чисел меньших $X/2$, полученных ранее, возрастающих по величине и по которым принято заключение об их простоте (см. теоремы 1- 2). Возможные делители есть простые числа: $\{3, 7, 11, 13, 17, 19, \dots\}$.

4. В множество $\Psi^*(X)$ простых чисел включаются лишь те числа из множества $\Psi(X)$, для которых $Q(X)$ есть пустые множества.

Рассмотрим применимость предложенных правил генерации последовательности простых чисел на примерах. Результаты приведены в таблицах. В первом столбце по строкам таблицы располагаются цифры от 0 до 9. В столбцах первой строки располагаются цифры 1, 3, 7, 9.

1. На пересечении строки и столбца помещается число в соответствии с первым правилом - конкатенации (сцепления) чисел, а именно, сцепления числа строки и цифры столбца, при этом учитываются правила 1 и 2. Множество чисел Ψ начинается с известных простых чисел 01, 07, затем дополняется числами 11, 13, 17 и т.д. Числа 02, 03 и 05 вводятся в окончательно сформированное множество $\Psi^*(X)$ дополнительно, поскольку они являются простыми, но не генерируются рассматриваемым методом. В таблицу не входят числа, нарушающие правила. Например, число 21 имеет сумму цифр равную 3, что не допускается по правилу 2.

2. Построенная такая таблица дает множество чисел $\Psi(X) = \{1, 2, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 49, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 91, 97\}$.

3. Множества $Q(X)$ для всех чисел кроме 49 и 91 есть пустые множества, а $Q(49) = \{7\}$, $Q(91) = \{7, 13\}$. Значит, числа 49 и 91 являются составными, т.к. они имеют делители.

4. Массив $\Psi^*(X) = \{02, 03, 05, 07, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97\}$ есть массив простых чисел, число 01 – не простое по определению, поэтому исключено из множества.

5. Продолжая генерировать числа, увеличиваем левое число для сцепления. Оно уже будет иметь 2 разряда, в начале с единицей слева, т.е. это



будут числа {10, 11,12,13,14,15,16,17,18,19}, а справа те же цифры столбца 1,3,7, 9.

Таблица. Генерация простых чисел $X < 100$

	1		7	
	1	3	7	9
		3		9
	1		7	
	1	3	7	9
		3		9
	1		7	
	1	3		9
		3		9
	1		7	

По аналогии генерируются простые числа и далее. Анализ результатов генерирования последовательности простых чисел по представленной методике дает основание для формулирования теорем. Отметим, что числа размерности более 1 оканчивающиеся на четную цифру или цифру 5 не рассматриваются на простоту, т.к. они заведомо составные.

Теорема 1. Необходимым условием простоты числа $X \in \Psi$ размерности более 1, которое не состоит из повторяющихся цифр за исключение числа 11, является выполнение требования:

$$b = F(X) = \sum_{i=1}^n a_i, \quad b \in H, \quad H = \{1, 2, 4, 5, 7, 8\}. \quad 1)$$

Теорема 2. Достаточным условием простоты числа $X \in \Psi^*$ является пустота множества его делителей $Q(X)$.

Теорема 3. Достаточным условием того, что число разрядности более единицы, есть составное число, является выполнение требования:

$$b = F(X) = \sum_{i=1}^n a_i, \quad b \in Z, \quad \text{где } Z = \{3, 6, 9\}. \quad 2)$$



Доказательство теорем подтверждается простыми действиями с числами согласно сформулированным правилам.

Пример 1. Проверим число $X = 156789$ на простоту. Решение задачи отобразим в виде таблицы.

X - делимое	(X)	Q(X) - делитель	Частное	Остаток от деления
156789		3	52263	0
52263		3	17421	0
17421		3	5807	0
5807		-	-	-

Подводим итог решения. Число 156789 является составным, оно имеет делителями простые числа: { 3, 5807 }, т.е. число $X = 156789$ не простое, что и требовалось проверить. Интересно то, что поиск делителей заканчивается, когда сумма цифр числа, характеризующего частное будет одним из цифр множества H . В данном примере это цифра 2.

Пример 2. Проверим число $X = 2\ 147\ 483\ 647$ на простоту.

Для этого найдем сумму цифр числа X до тех пор, пока не останется одна цифра. Получим $b = 1$, что удовлетворяет теореме 1. Проверка условия теоремы 2 дала тоже положительный результат, т.к. делители не были обнаружены. Для этого использовалось правило 2.

Предложенная автором методика генерации последовательности простых чисел имеет преимущество по сравнению с существующими алгоритмами в силу элементарности проверки любого числа на простоту и разложения большого числа на простые сомножители, что особенно важно в современной криптографии.

Литература

1. Прохорова О.В. Информационная безопасность и защита информации: учебник. Самара: СГАСУ, 2014. С. 75 - 79.
2. Прохорова О.В. Генерация последовательности простых чисел. Журнал ВАК - Естественные и технические науки, № 8 Москва: Спутник +, 2015.- С. 68 – 72.



Е.С. Репная, Я.В. Соловьева

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЕДЕНИЯ РАСПИСАНИЯ И УЧЁТА ОПЛАТЫ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ ТРЕНЕРОВ ПО ФИТНЕС-АЭРОБИКЕ

(Самарский университет)

В современном мире автоматизация рабочего места применяется практически во всех сферах деятельности: медицине, образовании, экономике, политике. Развитие технологий не стоит на месте, поэтому в наши дни автоматизация рабочего места тренера является актуальным. Одной из основных задач такой системы является упрощение функций тренеров, не входящих в их прямые обязанности.

Автоматизированное рабочее место тренера по фитнес-аэробике не может полностью заменить человека, однако оно позволяет облегчить деятельность тренера, начиная с учёта оплаты занятий спортсменами и заканчивая составлением композиции, привязанной к музыкальному сопровождению. В настоящее время подобные системы используются только в фитнес-клубах, однако в спортивных школах похожие системы практически не встречаются.

Основным преимуществом автоматизации для этой сферы является предоставление тренерам возможности значительно снизить затраты времени на подготовительную деятельность, не привязанную к непосредственному взаимодействию со спортсменами. На данный момент основное направление развития автоматизации для спортивных клубов — это разработка расписания, в котором учитываются время, место и наименование занятий, чтобы оптимизировать и упорядочить работу тренеров.

Основные и определяющие направления работы любой спортивной школы — обучение и воспитание спортсменов, также немаловажную роль играют составление графика занятий, плана тренировок, оформление документов. Отсюда не трудно сделать вывод, какую часть работы возможно автоматизировать. Обучением спортсменов должны заниматься тренеры и эту часть их работы ни в коем случае нельзя автоматизировать. Другие же задачи можно доверить автоматизированной системе, которая позволит решить проблемы с нехваткой времени, потерей информации, так называемой «бумажной рутины».

В настоящее время существуют системы для ведения административной работы фитнес-клуба (Абонемент, NANOGYM), информацию о которых можно посмотреть в соответствующих источниках [1,2]. В основном это большие программы, предназначенные для учёта клиентов фитнес-клуба, время действия их абонемента, ведения расписания залов. Но для небольших спортивно-образовательных учреждений такие решения являются очень громоздкими и дорогими.

В рамках данного проекта изучалось ведение расписания и составление плана тренировок, правила вида спорта фитнес-аэробика. Разработанная система предназначена для ведения расписания занятий спортивных школ, учёта



спортсменов и своевременной оплаты тренировок. Основной целью создания данной системы является повышение эффективности и качества работы тренеров.

Внедрение автоматизированной системы облегчает и упрощает работу сотрудников спортивных школ за счет внедрения в рабочий процесс информационных технологий, позволяющих автоматизировать часть ручного труда. Автоматизация процесса ведения расписания и учёта спортсменов позволяет частично снять нагрузку с тренера и сократить время по отслеживанию необходимой информации. В любой момент можно получить информацию о спортсменах-должниках. Упрощается процесс составления расписания и запросов по данным о спортсменах.

Данный проект в отличие от систем-аналогов является специализированным на небольших спортивно-образовательных учреждениях приложением. Система не является громоздкой и обладает только теми функциями, которые требуются для данной сферы деятельности.

При разработке автоматизированной системы было предусмотрено:

- обеспечение максимального быстродействия работы приложения;
- обеспечение удобного и понятного интерфейса;
- обеспечение максимальной надежности работы системы;
- сохранность накопленных данных.

Преимуществом использования системы является оптимальное отслеживание расписания занятий, обеспечение сохранности данных о спортсменах и своевременной оплаты занятий, работа с задолжниками.

Разработанная система имеет два основных направления: ввод в систему необходимой информации и вывод результатов конечному пользователю.

Таким образом, данная система реализует следующие основные функции:

- формирование расписания;
- отображение расписания в удобном для пользователя виде;
- учёт команд;
- учёт спортсменов в команде;
- запись спортсменов в состав команды;
- отслеживание оплаты занятий;
- подготовка сведений о спортсменах;
- перевод спортсменов в другие возрастные категории;
- удаление спортсменов из команд.

Система выполнена в среде разработки Visual Studio 2013 на языке программирования C#. База данных системы реализована в компактной встраиваемой реляционной базе данных SQLite.

Литература

1. Программа «Абонемент» для автоматизации фитнес-клубов [Электронный ресурс] - <https://www.ucs.ru/products/abonement>.
2. NANOGYM [Электронный ресурс] - <http://ngym.ru>.



К.Д. Сафонов, Я.В. Соловьева

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА СТАВОК ИНТЕРНЕТ-АУКЦИОНА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Развитие компьютерных информационных систем и телекоммуникационных технологий привели к формированию нового вида экономической деятельности — электронной коммерции, или электронного бизнеса. Электронный бизнес является особой формой бизнеса, реализующейся в значительной степени посредством компьютеризации процессов производства, продажи и распределения товаров и услуг. Поэтому сейчас об электронной коммерции говорят практически все. Но надо сказать, что мало кто реально представляет себе, что же это все-таки такое.

Электронный бизнес — это любая деловая активность, использующая возможности глобальных информационных сетей для преобразования внутренних и внешних связей с целью создания прибыли.

Интернет-аукцион — новый формат торговли различными товарами в интернете. В отличие от бесплатных досок объявлений продавцу открывается ряд дополнительных возможностей, среди которых: рейтинг, репутация, отзывы, личный кабинет, множество заинтересованных покупателей. Главное отличие аукциона от досок объявлений — на аукционе выставляется только тот товар, который есть в наличии у продавца в настоящий момент времени [1].

Автоматизированная информационная система — это совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для хранения и управления данными и информацией, а также для производства вычислений [2].

Непрерывный рост объемов интернет-торговли создает мощный интерес пользователей к интернет-аукционам, исходя из чего разработка автоматизированной информационной системы учета ставок интернет-аукциона, представляется актуальной.

Основным преимуществом автоматизации для этой сферы является открытость и доступность торгов, как следствие их проведения в сети интернет, а также большое количество разнообразных товаров и услуг, над которыми осуществляются торги на интернет-аукционе, экономия времени и денег пользователей, возможность полного ознакомления с предметом торгов.

В настоящее время существует множество систем-аналогов (YouDo, Стройпортал.ру). Основным минусом этих систем является то, что пользователь не всегда способен разобраться с функциями этих систем на интуитивном уровне, что в свою очередь является отталкивающим фактором при их использовании.

В рамках данного проекта изучалась деятельность интернет-аукционов. Разработанная информационная система предназначена для учета ставок ин-



тернет-аукциона. Основной целью создания данной информационной системы является повышение практичности и качества работы интернет-аукциона.

Данный проект в отличие от систем-аналогов является специализированным и ориентированным на максимальную практичность данной информационной системы. Информационная система не является громоздкой и обладает только той функциональностью, который требуется для данной сферы деятельности.

При разработке автоматизированной системы было предусмотрено:

- обеспечение максимального быстродействия работы приложения;
- обеспечение удобного и понятного интерфейса;
- обеспечение максимальной надежности работы системы;
- сохранность накопленных данных.

Преимуществом использования информационной системы является экономия времени пользователей данной информационной системы и предоставление наиболее полной информации о предмете торгов.

Функциональность разработанной системы имеет два основных направления: ввод в систему необходимой информации и вывод результатов конечному пользователю.

Данная система реализует следующие основные функции:

- фильтрация лотов интернет-аукциона;
- просмотр лотов интернет-аукциона;
- ставка на лот интернет-аукциона;
- просмотр ставок на лот интернет-аукциона;

Система выполнена в среде разработки NetBeans 8.2 на языке программирования php. База данных системы реализована в системе управления реляционными базами данных MySQL. Система функционирует под управлением системы Joomla!.

Литература

1 Алешин Л.И. Автоматизированные информационные системы: Московская финансово-промышленная академия. — М., 2006.

2 Интернет-аукцион [Электронный ресурс] – <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 29.01.2017 г.).



Е.В. Старкова, Я.В. Соловьева

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королева)

На сегодняшний день в условиях стремительно растущего объема информации и в связи с потребностью в ней ориентироваться все более актуальной становится проблема построения универсального классификатора текстов, имеющего возможность распределения исходного набора текстов по нескольким заранее установленным рубрикам в соответствии с их смысловым содержанием. Использование такого классификатора позволит сократить трудозатраты на поиск нужной информации, представленной электронными текстами.

Различные решения данной задачи находят свое применение в таких областях, как обработка новостей, фильтрация спама, разделение сайтов по тематическим каталогам, классификация библиотечных материалов и т.д. Основными методами решения являются методы машинного обучения (метод Байеса, метод Роше, метод k-ближайших соседей и т.д.), а так же методы, основанные на знаниях (экспертные системы). Одним из перспективных направлений на сегодняшний день считается использование нейронных сетей в качестве основы подобного рода классификатора.

Основным преимуществом нейронных сетей является возможность выявления зависимостей, не поддающихся обнаружению при использовании других методов обработки информации. Нейросетевой подход к анализу текстовой информации обладает достаточным быстродействием и не зависит от языка предметной области, но при этом, в отличие от большинства алгоритмов обработки текстов, реализованных на основе статистического подхода, дает хорошие результаты [1].

В настоящее время примерами классификатора текстов являются такие системы как NNCS (Neural Network Classification & Search), TextAnalystPro, TextCat, SVTReader, а также проект ДИАЛИНГ, разработанный специалистами факультета лингвистики РГГУ. Однако они имеют ряд недостатков: во-первых, это коммерческие проекты, стоимость которых достаточно высока, а во-вторых, эти проекты рассчитаны на профессионального пользователя, следовательно, только обучение использованию предлагаемых пакетов займет слишком много времени.

Целью данной работы является исследование возможностей нейронных сетей в решении задач классификации текстовых фрагментов в соответствии с их смысловым содержанием, проектирование и реализация нейросетевого классификатора текстов на естественном языке для экспериментальной оценки работы нейронной сети, а также сравнение полученных результатов с результата-



ми других методов классификации. Основой классификатора является нейронная сеть многослойный персептрон (рис. 1).

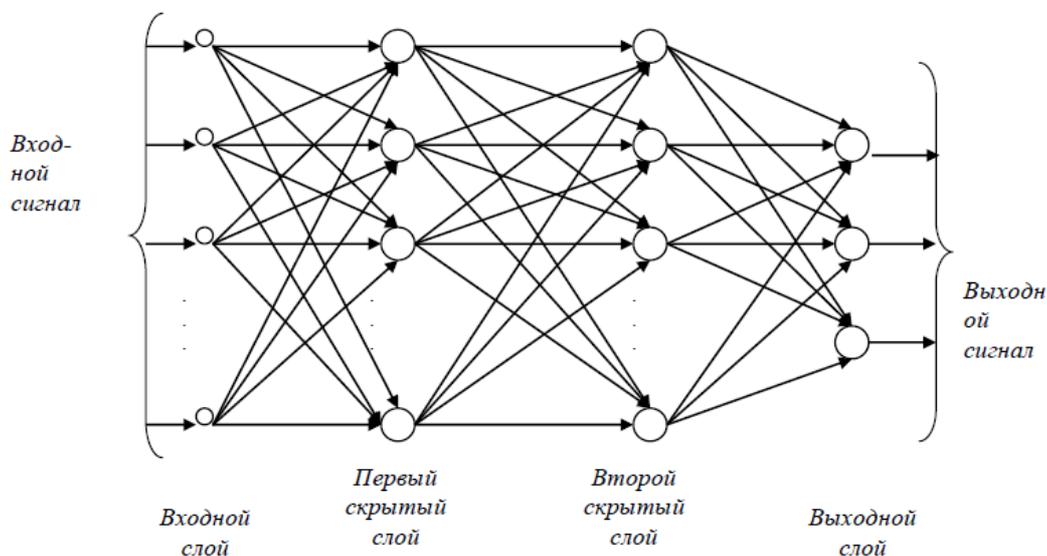


Рис. 1. Многослойный персептрон

Система классификации состоит из двух основных частей: частотный анализатор со словарем и нейросетевой классификатор (рис. 2). На вход системы поступает текст, на выходе получаем тему, которой посвящен этот текст.

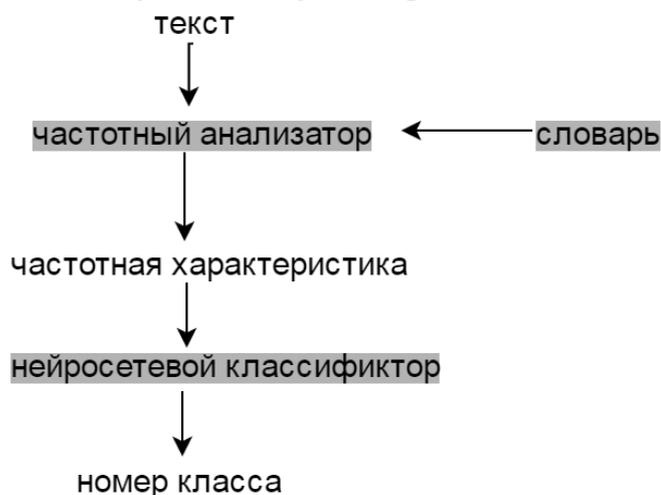


Рис. 2. Общая схема классификатора

Частотный анализатор реализует известный лингвистический метод для обработки текстов на естественных языках - частотный анализ, который показывает распределение повторов слов в тексте. Эта часть системы определяет для каждого слова v_i из словаря V его частоту вхождения f_i в данный текст t (рис. 2). Частотная характеристика - это вектор $f=(f_1, \dots, f_n) \in F$, длина которого равна количеству слов в словаре V , каждая компонента f_i это целое неотрицательное число:

$$f_i = \sum_{j=0}^k e(v_i, t_j); \quad e(v_i, t_j) = \begin{cases} 0, & v_i \neq t_j \\ 1, & v_i = t_j \end{cases}$$



Другими словами, для каждого слова $v_i \in V$ определяется число его вхождений $f_i \geq 0$ в данный текст $t=t_1t_2t_3...t_k$.

Частотную характеристику f можно рассматривать как точку в пространстве признаков F , соответствующую тексту t . Таким образом, на входе имеем текст t и словарь V , на выходе точку в пространстве признаков F .

Вторая часть системы классифицирует вектор частотных характеристик, полученный с помощью частотного анализатора, т.е. разделяет все пространство признаков на определенное количество областей.



Рис.3. Схема частотного анализатора

На вход нейронной сети подается вектор частотной характеристики, на выходе получаем вектор $(y_0...y_m)$. Номер j , для которого выход y_j имеет максимальную активность (т.е. $y_j = \max(y_i); i=0...m$), соответствует номеру класса входного образца [2].

Для обучения этой нейронной сети был выбран метод обратного распространения ошибки.

Обучение классификатора на множестве учебных текстов можно представить в виде четырех этапов:

1. определение количества классов;
2. составление словаря;
3. частотный анализ множества учебных текстов;
4. обучение нейросетевого классификатора.

Процесс обучения нейронной сети сводится к корректировке весовых коэффициентов ее связей в соответствии с методом обратного распространения ошибки.

Литература

1. Борисов В.В. Нейронные сети и алгоритмы. – М.:Информ, 2007. – 283 с.
2. Головкин В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. – М.: ИПРЖР, 2001. – 256 с.



О.П. Солдатова, Ю.М. Шепелев

НЕЙРОСЕТЕВОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАГРУЖЕННОСТИ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА «СЕРГЕЙ КОРОЛЕВ»

(Самарский университет)

Цель данной научной работы состоит в построении прогнозирующей модели для оценки возможной загруженности суперкомпьютера «Сергей Королев» с помощью нейронной сети Такаги-Сугено-Канга. Подобная модель позволит предсказать объем доступных при выполнении задачи вычислительных ресурсов для их более эффективного использования [1].

Решение задач подобного рода осложнено отсутствием очевидных зависимостей в массиве входных данных. Возможный вариант решения подобной задачи – использование нечеткой нейронной сети Такаги-Сугено-Канга [2]. Она реализует модель нечеткого вывода, способную относить входные данные к нескольким классам с учетом их степени принадлежности этим классам. Это качество потенциально позволяет получить относительно корректные результаты. Схематическое изображение нейронной сети показано на рисунке 1 [2].

Первый слой выполняет отдельную фузификацию каждой переменной x_i , определяя для каждого k -го правила вывода значение коэффициента принадлежности $\mu_A^{(k)}(x_i)$ в соответствии с применяемой функцией фузификации. В данной работе используется обобщенная функция Гаусса вида

$$\mu_A^{(k)}(x_i) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_i - c_i^{(k)}}{\sigma_i^{(k)}} \right)^{2b_i^{(k)}}}$$

В процессе обучения адаптации подлежат параметры $c_i^{(k)}$, $\sigma_i^{(k)}$, $b_i^{(k)}$.

Второй слой агрегирует отдельные переменные x_i , определяя результирующий коэффициент принадлежности $w_k = \mu_A^{(k)}(\mathbf{x})$ для каждого входного вектора \mathbf{x} .

Третий слой задает генератор функции TSK, рассчитывающий значения полинома TSK вида

$$y_k(\mathbf{x}) = p_{k0} + \sum_{j=1}^N p_{kj} x_j.$$

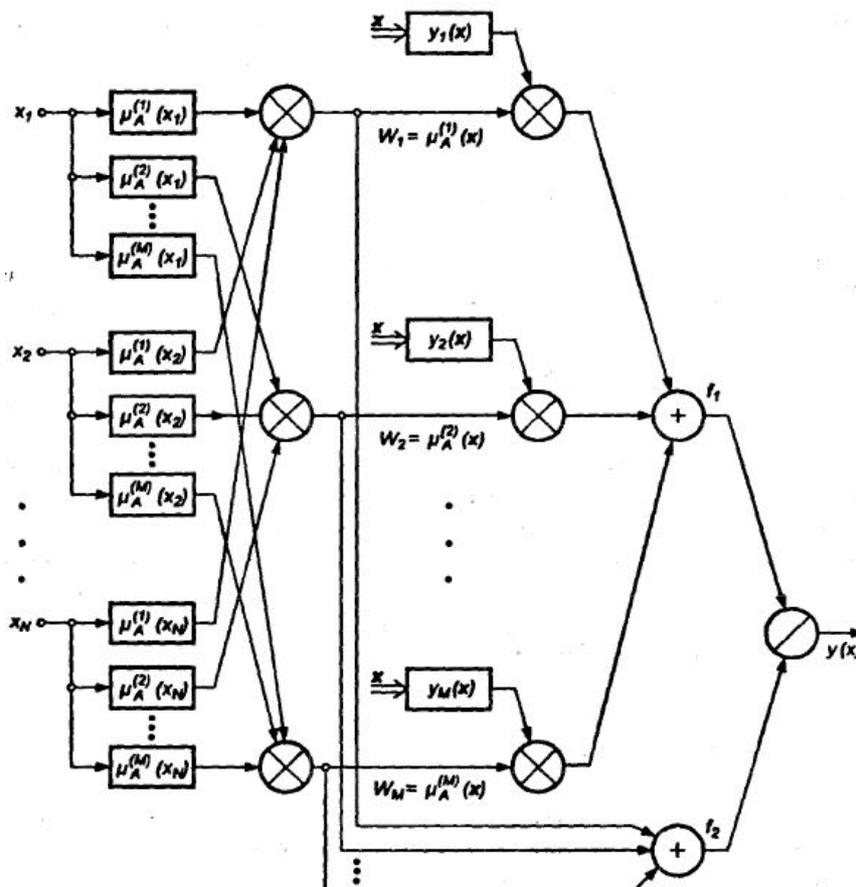


Рисунок 1 – Нейронная сеть Такаги-Сугено-Канга

Также этот слой умножает $y_k(x)$ на значения w_k , которые получены предыдущим слоем. Адаптации подлежат коэффициенты полинома p_{kj} .

В четвертом слое находятся два нейрона-сумматора, один из которых рассчитывает сумму сигналов $y_k(x)$:

$$f_1 = \sum_{k=1}^M y_k(x),$$

а другой определяет сумму весов w_k :

$$f_2 = \sum_{k=1}^M w_k.$$

В последнем слое, состоящем из одного нейрона, выходной сигнал определяется отношением выходов последнего слоя:

$$y(x) = \frac{f_1}{f_2}.$$

Заметим, что эта структура не является жесткой. Заранее неизвестно, сколько нечетких множеств (и их функций принадлежности) достаточно для успешной аппроксимации требуемой функции. Поэтому выбор количества нейронов может сильно влиять на результат.

В качестве входных данных были использованы открытые данные о выполнении задач на кластере «Сергей Королев» с 1 января по 7 апреля 2016 года. Данные представляют собой сведения о числе занятых узлов в группе кластера



и имеют большой диапазон изменения, так как в группе может быть задействовано до 70 узлов [1]. Поэтому используется преобразование входных данных к диапазону $[-1; 1]$, с которым нейронная сеть работает эффективнее [3].

Изначально модель обучалась с использованием алгоритма наискорейшего спуска, традиционно применяемым для обучения нейронных сетей. На рисунке 2 представлены результаты, полученные с помощью алгоритма наискорейшего спуска. Графики отражают зависимость числа занятых узлов в группе кластера от времени. Красный график показывает ожидаемые значения, желтый – прогнозные.

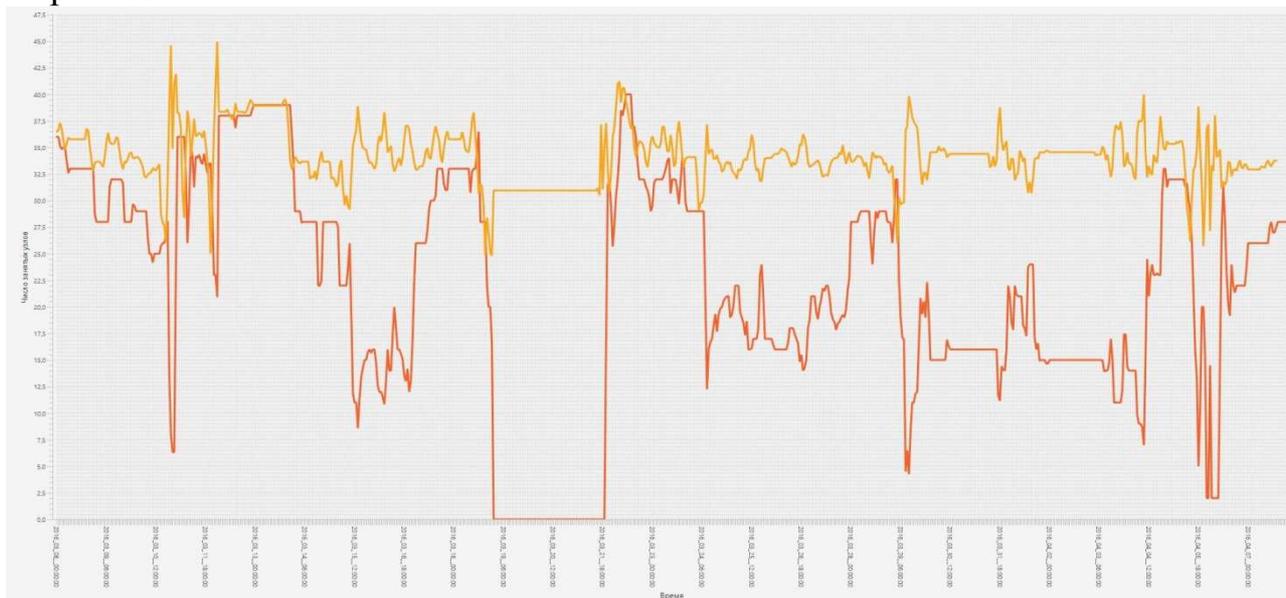


Рисунок 2 – Результаты прогнозирования с использованием алгоритма наискорейшего спуска (6 входов, 20 нечетких множеств)

Результат далек от удовлетворительного. В большинстве случаев сеть повторяет динамику изменения эталонных данных, однако полученные количественные показатели значительно отличаются от требуемых. Максимальная абсолютная ошибка составляет 50 узлов, что свидетельствует о некачественно обученной модели. Поэтому было принято решение об использовании метода роя частиц – стохастическом алгоритме, хорошо зарекомендовавшем себя при решении задач оптимизации большой размерности [4]. Как показано на рисунке 3, этот алгоритм позволяет достичь существенно лучших результатов.

Погрешность прогнозирования числа занятых узлов не превышает двух узлов, что является значительным улучшением.

Также в ходе работы было замечено, что качество прогноза зависит от числа нейронов в сети. Изменение числа параметров приводит к сильным изменениям на выходе сети, как показано в таблице 1.

Из представленных результатов не вполне очевидно, как именно влияют параметры на ошибку прогнозирования. Однако наименьшие значения погрешностей получены при значении числа входов, равному 6, и при значении числа нечётких множеств, равном 10 или 30. Ввиду того, что с увеличением числа нечётких множеств растёт вычислительная сложность алгоритмов обучения, следует признать наилучшим значение 10. Для того, чтобы установить характер



зависимости результатов прогнозирования от параметров сети, необходимо разработать методику подбора архитектуры сети, в частности, методику генерации базы нечётких правил вывода.



Рисунок 3 – Результаты прогнозирования с применением метода роя частиц (6 входов, 20 нечетких множеств)

Таблица 1. Зависимость погрешностей прогнозирования от параметров сети TSK

Число нечетких множеств	Число входов	СКО	Средняя абсолютная ошибка	Макс. ошибка
10	6	0.049	0.140	1.663
10	12	0.045	0.148	1.801
10	18	0.125	0.246	1.775
20	6	0.053	0.139	1.759
20	12	0.073	0.194	1.461
20	18	0.139	0.363	2.132
30	6	0.047	0.144	1.603
30	12	0.068	0.189	1.662
30	18	0.142	0.290	1.782

Литература

- 1 Артамонов, Ю.С. Применение модели EMMSP для прогнозирования доступных вычислительных ресурсов в кластерных системах // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. – том 18, № 4 (4). – С. 681-687.
- 2 Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / С. Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.
- 3 Ежов, А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе [Текст] / А.А. Ежов, С.А. Шумский. – М.: НОУ «ИНТУИТ», 2016. – 307 с.: ил.



4 Pedersen, M. Tuning & Simplifying Heuristical Optimisation [Текст] /М.Е.Н. Pedersen. – University of Southampton, 2010. – 204 с.

П.К. Шиверов, В.П. Цветов, С.С. Яковлев

ПОНЯТИЯ РЕПУТАЦИИ И ОПЫТА В КОНТЕКСТЕ ОЦЕНКИ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ДОВЕРИЕМ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский университет)

Введение

В процессе разработки модели количественной оценки доверия некоторые понятия выделяются в отдельные темы для изучения.

К таким понятиям относятся репутация, опыт, характеристика среды, стоимость информации и оценка рисков. В данной работе рассмотрены понятия репутации и опыта и их места в сложной структуре модели доверия.

Формальная оценка репутации объекта доверия

Одним из основных факторов, влияющих на уровень доверия, является репутация, роль которой сводится к накоплению знаний об оцениваемом объекте [1].

Репутация - это знание об агенте, сложившееся на основе его прошлых действий, о его намерениях и нормах, накопленное в некотором сообществе абонентов [2].

Особенную роль репутация играет в оценке доверия в электронной коммерции и социальных сетях, где позволяет пользователю выбирать более надёжных собеседников, поставщиков товаров или покупателей на основе отзывов других пользователей [3].

Иными словами, репутация - это коллективный опыт, связанный с поведением оцениваемого объекта.

Значение репутации каждого объекта глобально (оно одинаково для всех абонентов), в то время, как значение доверия персонально (каждый субъект формирует своё значение доверия по отношению к каждому объекту, исходя из репутации и личного опыта). Однако, именно репутация позволяет абоненту сделать выбор в пользу того или иного объекта, фактически, выполняя рекомендательную роль.

Также, к различиям в расчётах доверия и репутации следует отнести следующее.

Во-первых, доверие, как правило, является более "общим" понятием, которое выводится на основании многих субъективных и объективных знаний, в то время, как репутация рассчитывается исходя исключительно из объективных знаний об объекте (поведение при конкретных событиях, транзакциях).



Во-вторых, для понятия доверия существенным является свойство транзитивности. Репутация, подразумевающая одинаковое глобальное значение для всех субъектов, не имеет такого свойства.

Обобщая всё вышесказанное, можно заключить, что репутация - это статистическая характеристика объекта, в то время, как доверие является субъективным отношением к нему (например, учитывая большое количество отрицательных результатов, в конкретном случае объекту всё-таки можно доверять).

Эффективность расчёта параметра репутации определяется тремя обязательными правилами [4]:

- продолжительность жизни оцениваемого объекта (в случае, если на каждый сеанс общения вырабатывается новый объект, невозможно использовать накопленные знания о нём);

- своевременность оценки текущих взаимодействий (значение параметра репутации должно корректироваться в соответствии с новым полученным знанием об объекте);

- накопление знаний об объекте (оценки предыдущих взаимодействий должны учитываться при общей оценке репутации, если они вообще были получены).

Обобщая всё вышесказанное, можно заключить, что репутация - это статистическая характеристика объекта.

$$pd = \frac{\sum_1^n q_i}{n} \quad (1)$$

где n - общее количество взаимодействий с объектом внутри сообщества абонентов,

$$q_i = \begin{cases} 1, & \text{если на } i \text{ - ом взаимодействии не произошло обмана} \\ 0, & \text{если на } i \text{ - ом взаимодействии произошёл обман} \end{cases}$$

Формальная оценка опыта субъекта доверия и порог взаимодействия

Для того чтобы понять, допустимо ли взаимодействие с объектом в частных субъективных условиях, модель учитывает рейтинг объекта, основанный на опыте абонентов, которые взаимодействовали с ним ранее. Также у нас имеется порог взаимодействия, который должен перейти объект. Порог вычисляется, как среднеарифметическая нормированная важность (I) всех s блоков информации, которые хранятся в защищаемой системе.

$$\mu = \frac{\sum_1^s I_j}{s} \quad (2)$$

Поскольку в процессе сотрудничества объект может дискредитировать себя, формула расчёта репутации должна описываться функцией от времени и после каждого завершения сеанса связи её значение должно вновь сравниваться с порогом взаимодействия. Тем самым, исключается возможность длительной работы с потенциально опасной системой.



Таким образом, возникает понятие индивидуальной репутации или, иначе, личного опыта субъекта. По аналогии с репутацией, опыт можно описать следующей формулой:

$$\theta = \frac{\sum_1^z q_i}{z} \quad (3)$$

где z - общее количество личных взаимодействий субъекта с объектом.

Взаимосвязь понятий репутации и риска

Субъекту доверия всегда приходится принимать на себя риски, связанные с возможной ошибкой в выборе на основе оценки репутации доверенного объекта.

Согласно стоимостной мере риска (*Value at Risk*) [5], оценка производится по формуле:

$$R = I \times P \quad (4)$$

где R - это риск;

P - это вероятность реализации угроз субъекту от объекта взаимодействия и от сторонних объектов (злоумышленников, вероятность существования которых нельзя исключать);

I - это стоимость возможного ущерба, который может получить субъект в случае реализации угроз.

Существует несколько исходов взаимодействия субъекта и объекта.

Пусть из общего количества n сеансов связи в m случаях собеседник не обманул субъекта о своих намерениях, то есть, оказался тем, за кого себя выдавал. В таком случае возможны два исхода:

1. объект оказался честен, однако, атака на субъект всё равно произошла (пусть количество таких исходов равно p_1);

2. объект оказался честен и впоследствии в процессе взаимодействия субъект не был атакован (количество таких исходов равно $m - p_1$).

Очевидно, в $n - m$ случаях объект обманул субъекта, то есть выдал себя за того, кем он на самом деле не является. В данном случае также существует два исхода:

1. объект совершил обман и произвёл атаку на субъект (пусть количество таких исходов равно p_2);

2. объект совершил обман, однако, атака не была совершена. Здесь рассматривается случай пассивной атаки, при которой злоумышленник получает несанкционированный доступ к информации, не предназначенной для него, не осуществляя видимых изменений в структуре субъекта (количество таких исходов равно $n - m - p_2$).

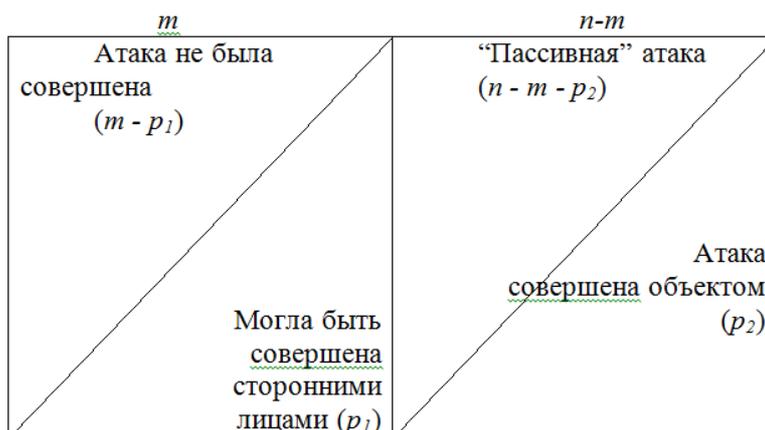


Рис. 1. Возможные исходы взаимодействия субъекта и объекта доверия.

Таким образом, из Рис.1 видно, что вероятность атаки (реализации угроз), используемой при оценке рисков, на субъект доверия описывается формулой, которая включает в себя параметры репутации:

$$P = \frac{n-m+p_i}{n} \quad (5)$$

Полученная формула является динамической, то есть от одного взаимодействия до другого её значение должно меняться, поскольку меняется количество взаимодействий, а с ним и статистическое знание. Таким образом, значение риска работы с объектом также может быть пересчитано.

В данном случае, при непосредственном общении субъекта и объекта вступает в силу понятие не только репутации, но и опыта, которое задаёт последующие статистические данные, полученные субъектом в результате личного общения с объектом.

Иными словами, после выбора объекта доверия субъект начинает взаимодействие с ним. В данном случае, репутация, то есть общее мнение, начинает уходить на второй план, поскольку появляется личный опыт взаимодействия или, по-другому, индивидуальная репутация, опираясь на которую, субъект всегда может изменить предварительно выработанное отношение к объекту.

$$P = \frac{n+z-(m+z\theta)+p_i}{n+z} \quad (6)$$

Выводы

В данной работе выделены фундаментальные понятия доверия в информационных системах такие, как репутация, опыт, порог взаимодействия, показана их роль в контексте оценки рисков.

Полученные результаты будут использованы в дальнейшей работе по систематизации и разработке модели количественной оценки доверия.

Литература

1. Полянская О.Ю. Инфраструктуры открытых ключей: учебное пособие / О.Ю. Полянская, В.С. Горбатов. – М.: Издательство «Открытые системы», 2007. – 370 с.



2. Алфёров А.П. Основы криптографии: учебное пособие / А.П. Алфёров, А.Ю. Зубов, А.С. Кузьмин, А.В. Черемушкин. - М.: Издательство «Гелиос АРВ», 2002 - 480 с.

3. Чмора А.Л. Современная прикладная криптография: учебное пособие / А.Л. Чмора – М.: Издательство «Гелиос АРВ», 2001.– 244 с.

4. Сабанов А.Г. Требования к системам аутентификации по уровням строгости / А.Г. Сабанов, А.А. Шелупанов, Р.В. Мещеряков. - Ползуновский Вестник №2/1 2012 – С. 61-67

5. Черёмушкин А.В. Криптографические протоколы. Основные свойства и уязвимости: учебное пособие – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с.

М.С. Шкиндеров, О.В. Чернов

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ПРИ НАНОСЕКУНДНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ПО СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Система контроля и управления доступом (СКУД) – совокупность программно-аппаратных технических средств безопасности, имеющих целью ограничение и регистрацию входа-выхода объектов (людей, транспорта) на заданной территории через специальные проходы. Увеличение функциональности СКУД, отвечающих современной концепции общественной безопасности, развитие современных технологий, привели к их широкому применению в повседневной жизни [1, 2]. Помимо увеличения функциональности СКУД появились и конструкционные различия, наряду с управляемыми преграждающими устройствами в общественных местах с фиксированным количеством посетителей, когда их идентификация не вызывает проблем (детский сад, школа и т.п.), стали использовать управляемые не преграждающие устройства. Принцип работы таких систем строится на синхронизации подсистем СКУД: датчики прохода, оповещение, фотофиксация.

Таким образом, с широким внедрением в настоящее время СКУД во все области деятельности и, так как, они отвечают за важные функции обеспечения безопасности людей, необходимы дополнительные комплексные исследования и повышение качества их функционирования при воздействии непреднамеренных (задачи помехоустойчивости) и преднамеренных электромагнитных помех (задачи информационной безопасности), в частности по наиболее опасному и вероятному пути - по сети электропитания [3, 4, 5, 6].

Интенсивность непреднамеренных электромагнитных помех связано с наличием естественных источников или с существенным увеличением количества и мощности электронных, радиотехнических и промышленных источни-



ков. Преднамеренные источники помех проявляются в связи с обострением конкурентных экономических отношений и криминальных структур, с целью целенаправленного уничтожения или блокирования информации в результате искажения электрических сигналов [7]. При этом вне зависимости от механизма возникновения электромагнитных помех, они могут привести к существенному снижению качества функционирования устройств СКУД.

Целью данной работы является исследование эффективности защиты сетевых фильтров и ИБП для СКУД при воздействии наносекундных электромагнитных импульсов (ЭМИ) по сети электропитания; выявление новых направлений для повышения помехоустойчивости и информационной безопасности СКУД [8, 9]; создание базы экспериментальных результатов для реализации современной информационной технологии по сквозному прогнозированию помехоустойчивости и информационной безопасности устройств СКУД при воздействии наносекундных электромагнитных импульсов по сети электропитания [10].

Одним из наиболее эффективных способов повышения помехоустойчивости устройств СКУД является применение внешних устройств защиты: сетевых фильтров (СФ) и источников бесперебойного питания (ИБП).

В качестве источника ЭМИ при исследованиях используется генератор ИГН 4.1 производства НПП «ПРОРЫВ». Он создает нормированные наносекундные ЭМИ в сети электропитания электронных устройств в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.4-2007. В качестве измерительного устройства используется четырехканальный осциллограф LECROY Wave Runner 104MXi с полосой пропускания 1 ГГц.

Результаты исследований классифицируются и оцениваются на основе критериев качества функционирования согласно ГОСТ, а также количественно, т.е. путем измерения амплитудных значений напряжения помехи на выходе источника вторичного электропитания (ИВЭ) устройств СКУД (например вычислительной техники) при ЭМИ. Качественные критерии помехоустойчивости: «А» – нормальное функционирование с параметрами в соответствии с техническими условиями; «В» – кратковременное нарушение функционирования и последующее восстановление без вмешательства оператора; «С» – кратковременное нарушение функционирования, требующее для восстановления вмешательства оператора или перезапуска системы; «D» – нарушение функционирования, которая не может быть восстановлена из-за повреждения оборудования или программного обеспечения, или потери данных. Сводные результаты исследований представлены в табл. 1.

По результатам исследований сделаны следующие выводы:

– при воздействии ЭМИ с наносекундными параметрами применение рассмотренных устройств защиты (кроме последнего) не дает существенного ослабления помех по сети электропитания;

– предполагается, что рассмотренные устройства защиты снижают только кондуктивную составляющую электромагнитных помех по сети электропитания, но в данном случае, проникновение высокочастотной составляющей ЭМИ



происходит за счет других путей, например, паразитных емкостей входных выходных цепей;

– воздействие наносекундных ЭМИ с амплитудой 4000 В приводит к разрушению радиоэлементов источника питания устройств СКУД (при отсутствии внешних устройств защиты), радиоэлементов самого внешнего устройства защиты при его наличии или, как в последнем случае, к кратковременному нарушению функционирования, требующей перезапуска системы.

Таблица 1

Эффективность устройств защиты при воздействии наносекундных ЭМИ

Тип	Амплитуда ЭМИ, В (критерий качества функционирования)				
	250	500	1000	2 000	4 000
Без защитного устройства	1,0 (А)	1,0 (А)	1,0 (А)	1,0 (С)	(D)
СФ SVEN Optima Base	1,0 (А)	1,0 (А)	1,0 (А)	1,1 (С)	(D)
СФ APC Essential Surge Arrest	1,0 (А)	1,0 (А)	1,1 (А)	1,1 (С)	(D)
ИБП IPPON Back Office 400	1,0 (А)	1,0 (А)	1,0 (А)	1,0 (С)	(D)
ИБП IPPON Power Pro 600	1,7 (А)	1,8 (А)	1,9 (А)	1,8 (А)	(С)

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что внешние устройств защиты устройств СКУД при воздействии наносекундных ЭМИ по сети электропитания не всегда являются достаточно эффективными и необходимо применение дополнительных мер по повышению помехоустойчивости [8, 9]. При этом, также актуальны исследования помехоустойчивости устройств СКУД при электростатическом разряде [11, 12], помехам по локальной сети [13], электромагнитном импульсе молнии [14].

Литература

1. ГОСТ Р 51241-2008. Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. М.: Стандартинформ, 2009. 32 с.
2. Назаров П.Н. Системы контроля и управления доступом 2016: нестандартные области применения // Системы безопасности. 2016. №1. С. 64-66.
3. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Моделирование электромагнитного воздействия на электронные средства по сети электропитания здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – №7-8. – С. 104-110.
4. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы



энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.

5. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование помехоустойчивости вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Радиотехника и электроника. – 2016. – №5. – С. 500–504.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н., Шарафутдинов И.И. Помехоустойчивость средств вычислительной техники при динамических изменениях напряжения сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 105–115.

7. ГОСТ Р 56115-2014. Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства защиты от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 46 с.

8. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6.- С. 2.

9. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.

10. Гизатуллин З.М. Сквозное прогнозирование помехоустойчивости электронно-вычислительных средств внутри зданий при внешних электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №2. – С. 123-128.

11. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Экспериментальные исследования помехоустойчивости персонального компьютера при импульсном разряде статического электричества // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №3. – С. 78-83.

12. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. - №1-2. – С. 104-112.

13. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование электромагнитной совместимости локальных вычислительных сетей при наносекундных электромагнитных воздействиях // Радиотехника и электроника. – 2014. – №5. – С. 463–467.

14. Гизатуллин З.М. Анализ магнитных полей внутри здания при воздействии разряда молнии на внешнюю систему молниезащиты здания // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. - №3. - С. 30-36.



М.С. Шкиндеров, О.В. Чернов

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ПРИ МИКРОСЕКУНДНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ПО СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Увеличение функциональности систем контроля и управления доступом (СКУД), отвечающих современной концепции общественной безопасности, развитие современных технологий, таких как биометрическое распознавание личности, радиочастотная идентификация (RFID), которая последнее время так же широко внедрена при оплате банковскими картами (PayPass, PayWave), привели к их широкому применению в повседневной жизни [1]. Помимо традиционных функций, возложенных на СКУД, активно используются дополнительные возможности таких систем, не относящиеся к охране. К примеру, данные полученные от СКУД полезно будет использовать при учете рабочего времени сотрудников, распределения нагрузки в столовых на предприятии или школах, информировании родителей о передвижении ребенка по образовательному учреждению. При несанкционированном доступе происходит оповещение профильных служб, путем отправки сообщения с фотографией и временем прохода злоумышленника, так же предусмотрен режим звукового оповещения. Применение таких систем целесообразно в местах, где необходимо за короткое время пропустить максимальное количество людей, при этом к идентификатору привязывается фотография его владельца.

Эффективное обеспечение безопасности путем применения таких СКУД связано с их надежным функционированием в реальных условиях эксплуатации, где присутствуют разные источники непреднамеренных и преднамеренных электромагнитных помех, в том числе, по сети электропитания [2, 3, 4, 5, 6].

Целью данной работы является исследование эффективности защиты сетевых фильтров и ИБП для СКУД при воздействии микросекундных электромагнитных импульсов (ЭМИ) по сети электропитания; выявление направлений для повышения помехоустойчивости и информационной безопасности СКУД; создание базы экспериментальных результатов для реализации современной информационной технологии по сквозному прогнозированию помехоустойчивости и информационной безопасности устройств СКУД при воздействии микросекундных электромагнитных импульсов по сети электропитания [7].

Одним из наиболее эффективных способов повышения помехоустойчивости устройств СКУД является применение внешних устройств защиты. Производители предлагают разные по конструкции внешних защитных устройств от электромагнитных воздействий по сети электропитания. Задача таких устройств защиты, в данном случае сетевых фильтров (СФ) и источников беспере-



бойного питания (ИБП), является защита устройств СКУД от скачков напряжения/тока и фильтрации от высокочастотных помех по сети электропитания.

В качестве источника ЭМИ при экспериментальных исследованиях используется генератор ИГМ 4.1 производства НПП «ПРОРЫВ». Он создает нормированные микросекундные ЭМИ в сети электропитания электронных устройств в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.5-2007. В качестве измерительного устройства используется четырехканальный осциллограф LECROY 104MXi с полосой пропускания 1 ГГц (рис. 1).

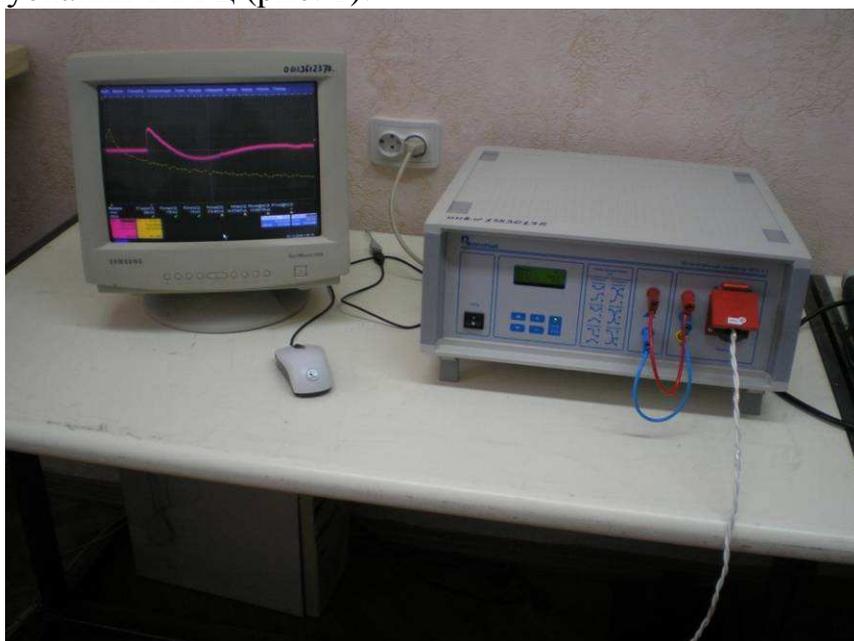


Рис. 1. Генератор ИГМ 4.1 и форма импульсной помехи (на мониторе)

Результаты исследований классифицируются и оцениваются на основе критериев качества функционирования согласно ГОСТ Р 51317.4.5-07, а также количественно, т.е. путем измерения амплитудных значений напряжения помехи на выходе источника вторичного электропитания (ИВЭ) устройств СКУД (например вычислительной техники) при ЭМИ. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Эффективность устройств защиты при воздействии микросекундных ЭМИ

Тип	Амплитуда ЭМИ, В (критерий качества функционирования)			
	500	1000	2 000	4 000
Без защитного устройства	1,0 (A)	1,0 (A)	1,0 (D)	– (D)
СФ SVEN Optima Base	1,0 (A)	1,2 (A)	1,5 (A)	>3 (C)
СФ APC Essential Surge Arrest	1,0 (A)	1,1 (A)	1,6 (A)	>3 (C)
ИБП IPPON Back Office 400	1,1 (A)	1,2 (A)	1,7 (A)	>3 (C)



По результатам экспериментальных исследований сделаны следующие выводы:

– обнаружено, что при воздействии микросекундных ЭМИ с амплитудой до 1000 В применение рассмотренных внешних защитных устройств практически не влияет на величину электромагнитной помехи на выходе ИВЭ устройств СКУД;

– при амплитуде воздействия ЭМИ 2000В выявляется порог срабатывания внешних защитных устройств, что обеспечивает нормальное функционирование устройств СКУД. При этом происходит снижение электромагнитных помех в среднем на 4-5 Дб;

– воздействие микросекундных ЭМИ с амплитудой более 2000 В, все рассмотренные устройства защиты выдерживают только ограниченное количество раз, далее происходит физическое разрушение защитных элементов;

– отсутствие данных внешних защитных устройств приводит к физическому разрушению элементов ИВЭ устройств СКУД;

– существенных отличий между положительной и отрицательной полярностью воздействия ЭМИ на устройства СКУД по сети электропитания не обнаружено.

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что внешние устройств защиты устройств СКУД при воздействии микросекундных ЭМИ по сети электропитания не всегда являются достаточно эффективными и необходимо применение новых технических решений для повышения помехоустойчивости [8, 9]. При этом, также актуальны исследования помехоустойчивости устройств СКУД при электростатическом разряде [10, 11], помехам по локальной сети [12], электромагнитном импульсе молнии [13].

Литература

1. Назаров П.Н. Системы контроля и управления доступом 2016: нестандартные области применения // Системы безопасности. 2016. №1. С. 64-66.

2. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Моделирование электромагнитного воздействия на электронные средства по сети электропитания здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – №7-8. – С. 104-110.

3. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.

4. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование помехоустойчивости вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Радиотехника и электроника. – 2016. – №5. – С. 500–504.

5. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н., Шарафутдинов И.И. Помехоустойчивость средств вычислительной техники при динамических изменениях напряжения сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 105–115.



6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Анализ качество электроэнергии в однофазной сети электропитания 220 Вольт 50 Герц // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2012. – №7-8. – С. 63-71.

7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6.- С. 2.

8. Гизатуллин З.М. Сквозное прогнозирование помехоустойчивости электронно-вычислительных средств внутри зданий при внешних электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №2. – С. 123-128.

9. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.

10. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Экспериментальные исследования помехоустойчивости персонального компьютера при импульсном разряде статического электричества // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №3. – С. 78-83.

11. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. - №1-2. – С. 104-112.

12. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование электромагнитной совместимости локальных вычислительных сетей при наносекундных электромагнитных воздействиях // Радиотехника и электроника. – 2014. – №5. – С. 463–467.

13. Гизатуллин З.М. Анализ магнитных полей внутри здания при воздействии разряда молнии на внешнюю систему молниезащиты здания // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. - №3. - С. 30-36.

В.П. Цветов

О ДВОЙСТВЕННЫХ УПОРЯДОЧЕННЫХ ПОЛУГРУППАХ БИНАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Теория упорядоченных полугрупп, в частности, полугрупп бинарных отношений, представляет самостоятельный интерес, а также находит обширные приложения, например, в теории графов, теории автоматов, теории кодирования и т.п. [1-3].

В работе рассматривается алгебраическая структура бинарных отношений, порожденная операциями булевой алгебры и композиции.



Введем следующие обозначения и определения.

- $\mathbb{D} = \{0,1\}$ - множество логических значений;
 $|U|$ - мощность множества U ;
 2^U - булеан над множеством U ;
 $U \times V = \{(u, v) \mid u \in U \wedge v \in V\}$ - декартово произведение множеств U и V ;
 $2^{U \times V}$ - множество бинарных отношений из U в V ;
 uRv - альтернативная запись для $(u, v) \in R \in 2^{U \times V}$;
 $2^{U \times U}$ - множество бинарных отношений на U ;
 $1_{U \times V} = U \times V$ - универсальное бинарное отношение из U в V ;
 $0_{U \times V} = \emptyset$ - пустое бинарное отношение из U в V ;
 $I_{U \times U} = \{(u, u) \mid u \in U\} \in 2^{U \times U}$ - тождественное бинарное отношение на U ;
 $\bar{R} = \{(u_1, u_2) \mid (u_1, u_2) \notin R\} \in 2^{U \times U}$ - дополнение к бинарному отношению $R \in 2^{U \times U}$;
 $R_1 \cup R_2 = \{(u_1, u_2) \mid (u_1, u_2) \in R_1 \vee (u_1, u_2) \in R_2\} \in 2^{U \times U}$ - объединение бинарных отношений $R_1, R_2 \in 2^{U \times U}$;
 $R_1 \cap R_2 = \{(u_1, u_2) \mid (u_1, u_2) \in R_1 \wedge (u_1, u_2) \in R_2\} \in 2^{U \times U}$ - пересечение бинарных отношений $R_1, R_2 \in 2^{U \times U}$;
 $R^{-1} = \{(u_2, u_1) \mid (u_1, u_2) \in R\} \in 2^{U \times U}$ - обратное к бинарному отношению $R \in 2^{U \times U}$;
 $R_1 \subseteq R_2 \Leftrightarrow R_1 \cap R_2 = R_1 \Leftrightarrow R_1 \cup R_2 = R_2$ - включение бинарных отношений $R_1, R_2 \in 2^{U \times U}$;
 $R_1 \circ R_2 = \{(u_1, u_2) \mid \exists u_3 \in U (u_1, u_3) \in R_1 \wedge (u_3, u_2) \in R_2\} \in 2^{U \times U}$ - произведение бинарных отношений $R_1, R_2 \in 2^{U \times U}$;
 $D_R = \{u_1 \mid \exists u_2 \in U (u_1, u_2) \in R\} \in 2^U$ - область определения бинарного отношения $R \in 2^{U \times U}$;
 $E_R = \{u_2 \mid \exists u_1 \in U (u_1, u_2) \in R\} = D_{R^{-1}} \in 2^U$ - область значений бинарного отношения $R \in 2^{U \times U}$;
 $R \in 2^{U \times V}$ - функционально (функция из U в V), если и только если $R^{-1} \circ R \subseteq I_{V \times V}$;
 $R \in 2^{U \times V}$ - тотально, если и только если $D_R = U$;
 $V^U \subseteq 2^{U \times V}$ - множество тотальных функций из U в V ;
 $\mathbb{D}^{U \times U}$ - множество двуместных предикатов на U ;
 $T_P = \{(u_1, u_2) \mid P(u_1, u_2) = 1\} \in 2^{U \times U}$ - множество истинности предиката $P \in \mathbb{D}^{U \times U}$;
 $\mathcal{L}_{R(U \times V)} = \langle 2^{U \times V}, (\cup, \cap) \rangle$ - ограниченная дистрибутивная решетка бинарных отношений из U в V ;
 $\mathcal{M}_{R(U \times V)} = \langle 2^{U \times V}, (\subseteq) \rangle$ - ограниченное решеточно упорядоченное множество бинарных отношений из U в V ;
 $\mathcal{R}_{R(U \times V)}^1 = \langle 2^{U \times V}, (\cup, \cap, 0_{U \times V}, 1_{U \times V}) \rangle$, $\mathcal{R}_{R(U \times V)}^2 = \langle 2^{U \times V}, (\cap, \cup, 1_{U \times V}, 0_{U \times V}) \rangle$ - полукольца (идемпотентные) бинарных отношений из U в V .



$\mathcal{B}_{R(U \times V)} = \langle 2^{U \times V}, (\cup, \cap, -) \rangle$ - булева алгебра (ограниченная дистрибутивная решетка с дополнением) бинарных отношений из U в V ;

Нетрудно показать, что $\forall R_1, R_2, R_3 \in 2^{U \times U} R_1 \subseteq R_2 \rightarrow (R_1 \cup R_3 \subseteq R_2 \cup R_3 \wedge R_1 \cap R_3 \subseteq R_2 \cap R_3 \wedge R_1 \circ R_3 \subseteq R_2 \circ R_3 \wedge R_3 \circ R_1 \subseteq R_3 \circ R_2)$, то есть $\langle 2^{U \times V}, (\cup, \subseteq) \rangle, \langle 2^{U \times V}, (\cap, \subseteq) \rangle, \mathcal{S}_{R(U \times U)} = \langle 2^{U \times U}, (\circ, \subseteq) \rangle$ - упорядоченные полугруппы, вообще говоря, решеточно упорядоченные.

При изучении бинарных отношений обычно оперируют терминами алгебраических систем $\mathcal{L}_{R(U \times V)}, \mathcal{M}_{R(U \times V)}, \mathcal{R}_{R(U \times V)}^1, \mathcal{S}_{R(U \times U)}$, то есть не учитывают существование дополнения в структуре $\mathcal{S}_{R(U \times U)}$. Тем не менее, многие свойства бинарных отношений удобно формулировать, используя понятие дополнительного элемента. В частности, свойство линейности бинарного отношения $I_{U \times U} \cup R \cup R^{-1} = 1_{U \times U}$ удобно определять, как свойство антисимметричности его дополнения $\bar{R} \cap \bar{R}^{-1} \subseteq I_{U \times U}$, или наоборот.

Рассмотрим алгебраическую структуру $\mathcal{H}_{R(U \times U)} = \langle 2^{U \times U}, (\cup, \cap, -,^{-1}, \circ, \subseteq) \rangle$.

Напомним логические следования и равносильности операций квантификации логики предикатов, которые потребуются нам в дальнейшем.

$$Qu_1 P(u_1) \Leftrightarrow Qu_2 P(u_2), \quad (1)$$

$$Qu_2 P(u_1) \Leftrightarrow P(u_1), \quad (2)$$

$$Qu_1 Qu_2 P(u_1, u_2) \Leftrightarrow Qu_2 Qu_1 P(u_1, u_2), \quad (3)$$

$$\exists u_1 P(u_1) \Leftarrow P(u_1), \quad (4)$$

$$\forall u_1 P(u_1) \Rightarrow P(u_1), \quad (5)$$

$$\exists u_1 \forall u_2 P(u_1, u_2) \Rightarrow \forall u_2 \exists u_1 P(u_1, u_2), \quad (6)$$

$$\exists u_1 (P_1(u_1) \vee P_2(u_1)) \Leftrightarrow (\exists u_1 P_1(u_1)) \vee (\exists u_1 P_2(u_1)), \quad (7)$$

$$\exists u_1 (P_1(u_1) \vee P_2(u_2)) \Leftrightarrow (\exists u_1 P_1(u_1)) \vee P_2(u_2), \quad (8)$$

$$\exists u_1 (P_1(u_1) \wedge P_2(u_1)) \Rightarrow (\exists u_1 P_1(u_1)) \wedge (\exists u_1 P_2(u_1)), \quad (9)$$

$$\forall u_1 (P_1(u_1) \wedge P_2(u_1)) \Leftrightarrow (\forall u_1 P_1(u_1)) \wedge (\forall u_1 P_2(u_1)), \quad (10)$$

$$\forall u_1 (P_1(u_1) \vee P_2(u_2)) \Leftrightarrow (\forall u_1 P_1(u_1)) \vee P_2(u_2), \quad (11)$$

$$\forall u_1 (P_1(u_1) \vee P_2(u_1)) \Leftarrow (\forall u_1 P_1(u_1)) \vee (\forall u_1 P_2(u_1)), \quad (12)$$

где $P, P_1, P_2 \in \mathbb{D}^{U \times U}, Q \in \{\exists, \forall\}$.

Также напомним, что $P_1(u_1) \Rightarrow P_2(u_1)$, если и только, если $T_{P_1} \subseteq T_{P_2}$, а $P_1(u_1) \Leftrightarrow P_2(u_1)$, если и только, если $P_1(u_1) \Rightarrow P_2(u_1)$ и $P_2(u_1) \Rightarrow P_1(u_1)$.

Из (7), (9) и характеристического условия, определяющего результат операции композиции бинарных отношений, непосредственно следует, свойство дистрибутивности относительно :

$$R_1 \circ (R_2 \cup R_3) = (R_1 \circ R_2) \cup (R_1 \circ R_3),$$

$$(R_2 \cup R_3) \circ R_1 = (R_2 \circ R_1) \cup (R_3 \circ R_1),$$

и свойство полудистрибутивности относительно :

$$R_1 \circ (R_2 \cap R_3) \subseteq (R_1 \circ R_2) \cap (R_1 \circ R_3),$$

$$(R_2 \cap R_3) \circ R_1 \subseteq (R_2 \circ R_1) \cap (R_3 \circ R_1).$$



Также очевидно, что $0_{U \times U} \circ R_1 = R_1 \circ 0_{U \times U} = 0_{U \times U}$, для произвольного R_1 . Таким образом, $\mathcal{R}_{R(U \times U)}^3 = \langle 2^{U \times U}, (\cup, \circ, 0_{U \times U}, I_{U \times U}) \rangle$ - идемпотентное полукольцо.

Введем бинарную операцию \star , двойственную к операции \circ на множестве $2^{U \times U}$ по правилу:

$$R_1 \star R_2 = \overline{R_1 \circ R_2} = \{(u_1, u_2) | \forall u_3 \in U (u_1, u_3) \in R_1 \vee (u_3, u_2) \in R_2\} \in 2^{U \times U}.$$

Легко понять, что одновременно

$$R_1 \circ R_2 = \overline{R_1 \star R_2} = \{(u_1, u_2) | \exists u_3 \in U (u_1, u_3) \in R_1 \wedge (u_3, u_2) \in R_2\} \in 2^{U \times U},$$

$$R_1 \star (R_2 \cap R_3) = (R_1 \star R_2) \cap (R_1 \star R_3),$$

$$(R_2 \cap R_3) \star R_1 = (R_2 \star R_1) \cap (R_3 \star R_1),$$

$$R_1 \star (R_2 \cup R_3) \supseteq (R_1 \star R_2) \cup (R_1 \star R_3),$$

$$(R_2 \cup R_3) \star R_1 \supseteq (R_2 \star R_1) \cup (R_3 \star R_1),$$

$$R_1 \star 1_{U \times U} = \overline{R_1 \circ \bar{1}_{U \times U}} = \overline{R_1 \circ 0_{U \times U}} = \bar{0}_{U \times U} = 1_{U \times U},$$

$$1_{U \times U} \star R_1 = \overline{\bar{1}_{U \times U} \circ R_1} = \overline{0_{U \times U} \circ R_1} = \bar{0}_{U \times U} = 1_{U \times U},$$

$$R_1 \star \bar{I}_{U \times U} = \overline{R_1 \circ \bar{I}_{U \times U}} = \overline{R_1 \circ I_{U \times U}} = \bar{R}_1 = R_1,$$

$$\bar{I}_{U \times U} \star R_1 = \overline{\bar{I}_{U \times U} \circ R_1} = \overline{I_{U \times U} \circ R_1} = \bar{R}_1 = R_1.$$

Кроме того,

$$\begin{aligned} R_1 \star (R_2 \star R_3) &= R_1 \star (\overline{R_2 \circ R_3}) = \overline{R_1 \circ (\overline{R_2 \circ R_3})} = \overline{R_1 \circ (\overline{R_2 \circ R_3})} = \\ &= \overline{(\overline{R_1 \circ R_2}) \circ R_3} = \overline{(\overline{R_1 \circ R_2}) \circ R_3} = \overline{(R_1 \star R_2) \circ R_3} = (R_1 \star R_2) \star R_3. \end{aligned}$$

Таким образом, установлено, что $\mathcal{R}_{R(U \times U)}^3 = \langle 2^{U \times U}, (\cap, \star, 1_{U \times U}, \bar{I}_{U \times U}) \rangle$ - идемпотентное полукольцо, которое будем называть двойственным к полукольцу $\mathcal{R}_{R(U \times U)}^3$.

Далее, рассмотрим произвольные R_1, R_2 . В предположении, что $R_1 \supseteq R_2$, можем записать

$$\begin{aligned} R_1 \supseteq R_2 &\Leftrightarrow \bar{R}_1 \subseteq \bar{R}_2 \Rightarrow \forall R_3 \bar{R}_1 \circ \bar{R}_3 \subseteq \bar{R}_2 \circ \bar{R}_3 \Leftrightarrow \forall R_3 \overline{R_1 \circ R_3} \supseteq \overline{R_2 \circ R_3} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \forall R_3 R_1 \star R_3 \supseteq R_2 \star R_3 \end{aligned}$$

Аналогично, устанавливается, что

$$R_1 \supseteq R_2 \Rightarrow \forall R_3 R_3 \star R_1 \supseteq R_3 \star R_2.$$

Из чего следует, что $\bar{\mathcal{S}}_{R(U \times U)} = \langle 2^{U \times U}, (\star, \supseteq) \rangle$ - упорядоченная полугруппа, вообще говоря, решеточно упорядоченная, которую будем называть двойственной к полугруппе $\mathcal{S}_{R(U \times U)}$.

Исходя из характеристических условий, определяющих результат операций \circ и \star , можем записать

$$u_1 R_1 \circ (R_2 \star R_3) u_2 \Leftrightarrow \exists u_3 (u_1 R_1 u_3) \wedge (\forall u_4 u_3 R_2 u_4 \vee u_4 R_3 u_2). \quad (13)$$

Из (1)-(3), (6), (7), (10), (13) и свойств логических операций над предикатами следует, что

$$\begin{aligned} u_1 R_1 \circ (R_2 \star R_3) u_2 &\Rightarrow u_1 (R_1 \circ R_2) \star R_3 u_2 \wedge \\ &\wedge (\forall u_4 (\exists u_3 (u_1 R_1 u_3 \wedge u_3 R_2 u_4)) \vee \exists u_3 (u_1 R_1 u_3)). \end{aligned} \quad (14)$$



Далее, из (5), (9) и свойств операции следует, что

$$\begin{aligned} \forall u_4 (\exists u_3 (u_1 R_1 u_3 \wedge u_3 R_2 u_4)) &\Rightarrow \exists u_3 (u_1 R_1 u_3 \wedge u_3 R_2 u_4) \Rightarrow \\ &\Rightarrow \exists u_3 (u_1 R_1 u_3) \wedge \exists u_3 (u_3 R_2 u_4) \Rightarrow \exists u_3 (u_1 R_1 u_3). \end{aligned}$$

Откуда получаем, что $\forall u_4 (\exists u_3 (u_1 R_1 u_3 \wedge u_3 R_2 u_4)) \vee \exists u_3 (u_1 R_1 u_3) \Rightarrow \exists u_3 (u_1 R_1 u_3)$, следовательно,

$$\begin{aligned} u_1 R_1 \circ (R_2 \star R_3) u_2 &\Rightarrow u_1 (R_1 \circ R_2) \star R_3 u_2 \wedge \exists u_3 (u_1 R_1 u_3) \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow u_1 (R_1 \circ R_2) \star R_3 u_2 \wedge u_1 \in D_{R_1}. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$R_1 \circ (R_2 \star R_3) \subseteq (R_1 \circ R_2) \star R_3 \cap \{(u_1, u_2) \mid u_1 \in D_{R_1}\} = (R_1 \circ R_2) \star R_3 \cap 1_{D_{R_1} \times U}.$$

Аналогично, используя (1)-(4), (6), (7), (9), (10), (12), можно показать, что $(R_2 \star R_3) \circ R_1 \subseteq R_2 \star (R_3 \circ R_1) \cap 1_{U \times E_{R_1}} = R_2 \star (R_3 \circ R_1) \cap 1_{U \times D_{R_1}^{-1}}$,

$$R_1 \star (R_2 \circ R_3) \supseteq (R_1 \star R_2) \circ R_3 \cup 1_{\bar{D}_{R_1} \times U},$$

$$(R_2 \circ R_3) \star R_1 \supseteq R_2 \circ (R_3 \star R_1) \cup 1_{U \times \bar{E}_{R_1}} = R_2 \circ (R_3 \star R_1) \cup 1_{U \times \bar{D}_{R_1}^{-1}}.$$

Кроме того, очевидно,

$$\begin{aligned} (R_1 \star R_2)^{-1} &= (\bar{R}_1 \circ \bar{R}_2)^{-1} = \overline{(R_1 \circ R_2)^{-1}} = \overline{(R_2^{-1} \circ R_1^{-1})} = R_2^{-1} \star R_1^{-1}, \\ \bar{1}_{D_{R_1} \times U} &= \bar{D}_{R_1} \times \bar{U} = \{(u_1, u_2) \mid u_1 \notin D_{R_1} \vee u_2 \notin U\} = \{(u_1, u_2) \mid u_1 \notin D_{R_1}\} = \\ &= \{(u_1, u_2) \mid u_1 \in \bar{D}_{R_1}\} = 1_{\bar{D}_{R_1} \times U}, 1_{D_{R_1} \times U}^{-1} = (D_{R_1} \times U)^{-1} = U \times D_{R_1} \\ &= 1_{U \times D_{R_1}}. \end{aligned}$$

Введем унарную операцию на множестве $2^{U \times U}$ по правилу:

$$\tilde{R} = 1_{U \times D_R}.$$

В силу сказанного, представляет интерес изучение алгебраической структуры $\mathcal{A}_{R(U \times U)} = \langle 2^{U \times U}, (\cup, \cap, -, \sim, ^{-1}, \circ, \star, \subseteq) \rangle$.

Литература

1. Клиффорд, А. Алгебраическая теория полугрупп [Текст]: в 2 т. / А. Клиффорд, Г. Престон. – М.: Мир, 1972.
2. Биркгоф, Г. Теория решеток [Текст] / Г. Биркгоф. – М.: Наука, 1984. – 568 с.
3. Фукс, Л. Частично упорядоченные алгебраические системы [Текст] / Л. Фукс. – М.: Мир, 1965. – 342 с.



И.М. Янников, М.В. Телегина, М.М. Казанцев

АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЗАПОЛНЕНИЯ БАЗ ДАННЫХ И АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ

(Ижевский государственный технический имени М.Т. Калашникова)

В настоящее время сложно переоценить актуальность безопасности потенциально опасных объектов (ПОО). Постоянная угроза террористических актов и усовершенствование методов и способов противоправных действий требуют постоянного совершенствования мероприятий по защите объектов от несанкционированного доступа. Кроме того ПОО и сами по себе являются сложными инженерно-техническими сооружениями, функционирование которых сопряжено с риском возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций (ЧС) [1-3].

Основными компонентами системы ИИСБ являются подсистема управления, подсистема сбора, хранения и обработки данных и подсистема информационного обеспечения принятия решений. Именно в подсистеме информационного обеспечения принятия решений формируются оперативные решения, направленные на ликвидацию угрозы [4].

Одним из оперативных решений является совершенствование системы безопасности ПОО, куда относится выбор средств физической защиты на основе имеющейся информации о возможных угрозах на объекте, путях проникновения, характеристик средств защиты. Авторами с помощью MS SQL Server Express была разработана база данных «Средства физической защиты потенциально опасных объектов» [5].

Статичная база данных средств физической защиты, без постоянного актуализации информации имеет очень низкую практическую ценность. В связи с этим особенно остро встаёт вопрос автоматического поиска и обновления информации о существующих на рынке средствах физической защиты.

Для обеспечения надежной физической защиты потенциально опасных и критически важных объектов, применения современных средств физической защиты предлагается реализовать автоматическое обновление информации о средствах физической защиты в базе данных.

Сегодня автоматизированное заполнение баз данных задачи решаются несколькими способами:

- 1) извлечение данных с веб-страницы;
- 2) извлечение данных из структурированных файлов, например, прайс-листов;

Извлечение информации с веб-страниц основано на анализе объектной модели документа (Document Object Model). DOM – это не зависящий от платформы и языка программный интерфейс, позволяющий программам и скриптам получить доступ к содержимому HTML-, XHTML- и XML-документов [6]. Данный подход удобен тем, что позволяет извлекать данные любого типа и лю-



бой сложности, а также получать необходимое значение элемента по пути его расположения. Однако у данного подхода есть и свои недостатки:

- требуется вручную задавать расположение нужных элементов на странице;
- при изменении структуры целевого сайта, необходимо заново указывать пути расположения необходимых элементов;
- зачастую DOM-путь сложен и неоднозначен, что затрудняет получение значения элемента.

Наряду с анализом DOM-дерева сайта, в некоторых случаях, используют прямой парсинг строк с веб-страницы. Этот приём применим в случаях, когда информация на сайте размещается по какому-то шаблону. Для извлечения информации здесь гораздо эффективней будет работать именно парсинг строк [7].

Нельзя однозначно выделить подход, который будет 100% применим во всех случаях, поэтому современные библиотеки для парсинга HTML данных, как правило, комбинируют, разные подходы. Например, `HtmlAgilityPack` позволяет анализировать DOM дерево, а также с недавних пор поддерживается технология `Linq to XML`. `Data Extracting SDK` использует анализ DOM дерева, содержит набор дополнительных методов для парсинга строк, а также позволяет использовать технологию `Linq` для запросов в DOM модели страницы.

Для сравнения рассмотрим некоторые из этих библиотек более подробно.

`HtmlAgilityPack` – это гибкий HTML - парсер, который строит DOM и поддерживает простой XPath или XSLT. Это библиотека для .NET, которая позволяет разобрать HTML-файл [5]. Названия методов соответствуют интерфейсам DOM плюс реализована возможность взаимодействовать при помощи методов: `GetElementById()`, `CreateAttribute()`, `CreateElement()` и т.д., так что работать особенно удобно, если приходилось сталкиваться с JavaScript. В целом это быстрая, довольно удобная библиотека для работы с HTML. Распространяется по лицензии `Microsoft Public License`.

Существует более продвинутая версия данной библиотеки, называемая `Fizzler`. В ней реализована более удобная возможность работы с селекторами CSS. В остальном это тот же самый `HtmlAgilityPack`, со всеми присущими ей достоинствами и недостатками. Распространяется по лицензии `GNU Lesser General Public License`.

`AngleSharp` – современный, практичный, быстроразвивающийся парсер написанный на C#. Его API построен на базе официальной спецификации по JavaScript HTML DOM, что делает его использование для парсинга HTML очень удобным.

`Data Extracting SDK` – удобный парсер, позволяющий извлекать информацию как из веб-ресурсов, так и из простого текста. Для работы использует библиотеку `Microsoft.mshtml` для получения DOM-дерева HTML страницы и информации об HTML элементах. Что бывает неудобно в некоторых случаях. Например, когда модель сайта не соответствует COM.

Из сравнительного анализа тестов данных парсеров [6], задачей которых является извлечение адресов из ссылок на странице и данных из таблиц, можно



сделать вывод, что оптимальным выбором сейчас будет AngleSharp, так как он активно разрабатывается, обладает интуитивным API и показывает хорошее время обработки.

Разработанная база данных средств физической защиты потенциально опасных объектов с функциями автоматического обновления данных позволит не просто хранить и обрабатывать большой объем информации, но и обеспечит высокую эффективность применения новых современных средств физической защиты.

Литература

1. Габричидзе Т.Г., Янников И.М. Структура и принцип построения комплексной многоступенчатой системы безопасности КВО (ХОО, ОУХО) // Теоретическая и прикладная экология. – Киров. – 2007. – №2. – С.55–69.

2. Янников И.М., Куделькин В.А., Телегина М.В., Габричидзе Т.Г. Комплексный подход к организации мониторинга защищённости потенциально опасных объектов с использованием ГИС-технологий // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ. – 2015. – №3 (27). – С.83–87.

3. Янников И.М., Прокофьев Д.В. Комплексная безопасность потенциально опасных объектов. Предпосылки и принципы её построения // Математические модели и информационные технологии в организации производства. № 1(30) - Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2015. –С. –35-38.

4. Куделькин В.А., Янников И.М. Структурная схема интеллектуальной интегрированной системы безопасности потенциально опасных объектов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Том 17, №6(2), – 2015.– С. 726 – 728.

5. Янников И.М., Соболева Н.В., Куделькин В.А., Казанцев М.М. База данных средств физической защиты потенциально опасных объектов // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ. – 2017. – № (). – С.– (в печати).

6.Document Object Model (DOM). [Сайт]. <https://www.w3.org/DOM/> (Дата обращения 21.12.2016).

7.Подходы к извлечению данных из веб-ресурсов. [Сайт]. <https://habrahabr.ru/post/99918/> (Дата обращения: 23.12.2016).

8.Html Agility Pack. [Сайт]. <http://htmlagilitypack.codeplex.com/> (Дата обращения: 24.12.2016).

9. Распарсить HTML в .NET и выжить: анализ и сравнение библиотек. [Сайт]. <https://habrahabr.ru/post/273807/> (Дата обращения: 12.01.2017).



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

М.В. Акинин, А.И. Таганов, В.А. Балакин, В.В. Кузнецов

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМА ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЕКТОРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

В последние годы методы, использующие глубокое обучение нейросетей, заняли ведущее положение в распознавании образов. Благодаря им планка качества методов компьютерного зрения значительно поднялась. В ту же сторону движется и распознавание речи.

Нейронные сети с одним скрытым слоем

Нейросеть со скрытым слоем универсальна: при достаточно большом количестве скрытых узлов она может построить приближение любой функции.

Для простоты понимания рассмотрим перцептрон. У перцептрона бинарные входы и бинарный выход (0 или 1). Количество вариантов значений на входе ограничено. Каждому из них можно сопоставить нейрон в скрытом слое, который срабатывает только для данного входа.

Разбор «условия» для каждого отдельного входа потребует 2^n скрытых нейронов (при n данных). На практике в большинстве случаев могут быть «условия», под которые подходят несколько входных значений, и могут быть «накладывающиеся друг на друга» «условия», которые достигают правильных входов на своём пересечении. Затем необходимо использовать связи между этим нейроном и нейронами на выходе, чтобы задать итоговое значение для конкретного случая [1].

Универсальностью обладают не только перцептроны. Сети с сигмоидами в нейронах (и другими функциями активации) также универсальны: при достаточном количестве скрытых нейронов, они могут построить сколь угодно точное приближение любой непрерывной функции. Продемонстрировать это значительно сложнее, так как нельзя просто изолировать входы друг от друга. Поэтому можно сделать вывод, что нейронные сети с одним скрытым слоем универсальны. Однако то, что модель может работать как справочная таблица, – не самый сильный аргумент в пользу нейросетей. Под универсальностью понимается только то, что сеть может подстроиться под любые выборки, но это вовсе не значит, что она в состоянии адекватно интерполировать решение для работы с новыми данными. Универсальность ещё не объясняет, почему нейросети так хорошо работают. Правильный ответ лежит несколько глубже.

Рассмотрим конкретный результат.



Векторные представления слов

Впервые векторные представления слов были предложены профессором Й. Бенгио более 10 лет назад. Сейчас это одна из перспективных тем для исследований в глубоком обучении. Также векторное представление слов – это одна из тех задач, с помощью которых лучше всего формируется интуитивное понимание, почему глубокое обучение так эффективно.

Векторное представление слова $W: words \rightarrow R^n$ – параметризованная функция, отображающая слова из некоторого естественного языка в векторы большой размерности (допустим, от 200 до 500 измерений). Например, это может выглядеть так:

$$W(\text{“cat”}) = (0.2, -0.4, 0.7, \dots)$$
$$W(\text{“mat”}) = (0.0, 0.6, -0.1, \dots)$$

Как правило, эта функция задаётся таблицей поиска, определяющейся матрицей θ , в которой каждому слову соответствует строка $W_{\theta}(w_n) = \theta_n$.

W инициализируется случайными векторами для каждого слова. Она будет обучаться, чтобы выдавать осмысленные значения для решения некоторой задачи.

Начнем обучать сеть определению, «корректна» ли 5-грамма (последовательность из пяти слов, например, 'cat sat on the mat'). 5-граммы можно «испортить», заменив в каждой какое-нибудь из слов на случайное (например, 'cat sat song the mat'), так как это почти всегда делает 5-грамму бессмысленной.

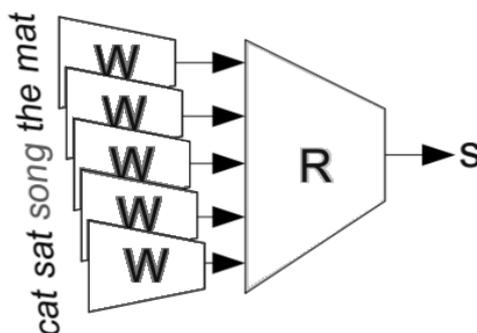


Рисунок 1 – Модульная сеть для определения корректности 5-граммы

Модель, которую мы обучаем, пропустит каждое слово из 5-граммы через W , получив на выходе их векторные представления, и подаст их на вход другому модулю, R , который попытается предсказать, «корректна» 5-грамма или нет. Нам нужно, чтобы было так:

$$R(W(\text{“cat”}), W(\text{“sat”}), W(\text{“on”}), W(\text{“the”}), W(\text{“mat”})) = 1$$
$$R(W(\text{“cat”}), W(\text{“sat”}), W(\text{“song”}), W(\text{“the”}), W(\text{“mat”})) = 0$$

Чтобы предсказывать эти значения точно, сети нужно хорошо подобрать параметры для W и R .



Однако, вероятно, что найденное решение этой задачи поможет находить в текстах только грамматические ошибки или что-то аналогичное. По-настоящему ценным может оказаться полученное значение W .

Изобразим, как устроено пространство векторных представлений с помощью хитрого метода визуализации данных высокой размерности – tSNE:

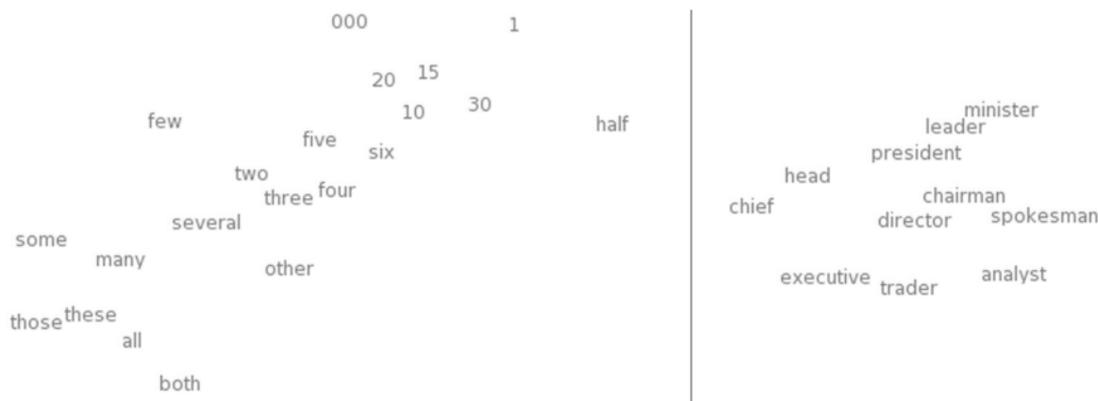


Рисунок 2 – Визуализация векторных представлений слов с помощью tSNE.
Слева – «область чисел», справа – «область профессий»

Кажется естественным, что сеть сопоставит словам с похожими значениями близкие друг к другу векторы. Если заменить слово на синоним («некоторые хорошо поют» → «немногие хорошо поют»), то «корректность» предложения не меняется. Казалось бы, предложения на входе отличаются значительно, но так как W «сдвигает» представления синонимов («некоторые» и «немногие») друг к другу, для R мало что меняется.

Это мощное средство. Число возможных 5-грамм огромно, в то время как размер обучающей выборки сравнительно мал. Сближение представлений похожих слов позволяет нам, взяв одно предложение, работать с целым классом «похожих» на него. Дело не ограничивается заменой синонимов, например, возможна подстановка слова из того же класса («стена голубая» → «стена красная»). Более того, есть смысл и в одновременной замене нескольких слов («стена голубая» → «потолок красный»). Число таких «похожих фраз» растёт по экспоненте от числа слов.

Очевидно, что это свойство W было бы очень полезным. Но как её обучают? Очень вероятно, что много раз W сталкивается с предложением «стена синяя» и распознаёт его как корректное перед тем, как увидеть предложение «стена красная». Сдвиг «красная» ближе к «синяя» улучшает работу сети.

Нам всё ещё надо иметь дело с примерами употреблений каждого слова, но аналогии позволяют обобщать на новые комбинации слов. Со всеми словами, значение которых мы понимаем, мы раньше сталкивались, но смысл предложения можно понять, никогда его до этого не слыша. То же умеют и нейронные сети.



Векторные представления обладают ещё одним примечательным свойством: отношения аналогии между словами определяются значением вектора разности между их представлениями. Например, вектор разности «мужских-женских» слов – постоянный:

$$\begin{aligned} W(\text{“woman”}) - W(\text{“man”}) &= W(\text{“aunt”}) - W(\text{“uncle”}) \\ W(\text{“woman”}) - W(\text{“man”}) &= W(\text{“queen”}) - W(\text{“king”}) \end{aligned}$$

Это не должно удивлять: наличие местоимений, имеющих род, говорит о том, что замена слова «убивает» грамматическую правильность предложения. Мы пишем: «она – тётя», но «он – дядя». Аналогично, «он – король» и «она – королева». Если мы видим в тексте «она – дядя», скорее всего, это грамматическая ошибка. Если в половине случаев слова заменили случайным образом, то вот, должно быть, наш случай.

Оглядываясь на прошлый опыт можно предположить, что векторные представления сумеют представить пол и множественное/единственное число. Выясняется, что и более сложные отношения «закодированы» аналогично [2].

Relationship	Example 1	Example 2	Example 3
France - Paris	Italy: Rome	Japan: Tokyo	Florida: Tallahassee
big - bigger	small: larger	cold: colder	quick: quicker
Miami - Florida	Baltimore: Maryland	Dallas: Texas	Kona: Hawaii
Einstein - scientist	Messi: midfielder	Mozart: violinist	Picasso: painter
Sarkozy - France	Berlusconi: Italy	Merkel: Germany	Koizumi: Japan
copper - Cu	zinc: Zn	gold: Au	uranium: plutonium
Berlusconi - Silvio	Sarkozy: Nicolas	Putin: Medvedev	Obama: Barack
Microsoft - Windows	Google: Android	IBM: Linux	Apple: iPhone
Microsoft - Ballmer	Google: Yahoo	IBM: McNealy	Apple: Jobs
Japan - sushi	Germany: bratwurst	France: tapas	USA: pizza

Рисунок 3 – Пары отношений

Важно, что все эти свойства W – побочные эффекты. Мы не накладывали требований о том, что представления похожих слов должны быть близко друг к другу. Мы не пытались сами настраивать аналогии с помощью разностей векторов. Мы всего лишь попытались научиться проверять, «корректно» ли предложение, а свойства откуда-то взялись «сами собой» в процессе решения задачи оптимизации.

Великая сила нейронных сетей заключается в том, что они автоматически учатся строить «лучшие» представления данных. В свою очередь представление данных – существенная часть решения многих задач машинного обучения. А векторные представления слов – это один из наиболее удивительных примеров обучения представлений.



Литература

1. Харалик Р.М. Статистический и структурный подходы к описанию текстур [Текст] / Р.М. Харалик // ТИИЭР. – 1979. – №5.– С. 98-120.
2. T. Mikolov. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space [Текст]/ T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado et al. // Google Inc., Mountain View, CA. – 2013.

А.К. Алимуратов, П.П. Чураков

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СЕГМЕНТАЦИИ СИГНАЛ/ПАУЗА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕМЕНТАРНОЙ МНОЖЕСТВЕННОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ НА ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЫ

(Пензенский государственный университет)

Сегментация на информативные участки и паузы является одной из важных задач при обработке речевых сигналов. Точное обнаружение границ сигнала не только повышает качество обработки, но и уменьшает количество вычислительных и расчетных операций. Поэтому исследование и разработка методов, повышающих точность сегментации сигнал/пауза, являются весьма актуальными.

На сегодняшний день существует много различных подходов к сегментации сигнал/пауза, которые успешно решают проблему эффективного обнаружения границ речевого сигнала. Среди наиболее известных методов сегментации можно выделить следующие:

- методы, основанные на использовании значений кратковременной энергии (*Short-time Energy, STE*) и количества переходов сигнала через нулевое значение в короткие промежутки времени (*Short-time Zero-crossing Rate, ZCR*) [1];
- методы, основанные на использовании значений информационной энтропии (*Information Entropy, IE*) [2];
- методы, основанные на использовании мел-частотных кепстральных коэффициентов (МЧКК, *Mel-frequency cepstrum coefficients, MFCC*) [3];

Проведенные авторские исследования [4] данных методов выявили низкую эффективность в условиях зашумленной обстановки. При отношении сигнал/шум (*Signal-to-Noise Ratio SNR*) 10 дБ коэффициент действительного обнаружения (*Detection rate, DR*) у метода на основе *STE + ZCR* равен всего лишь 72,1%, а у метода на основе на использовании МЧКК - 76,2%.

Основная причина больших погрешностей в сегментации связана с использованием неэффективных и неадаптивных методов обработки сложных нестационарных и зашумленных речевых сигналов. В данной статье авторами предлагается метод сегментации сигнал/пауза, с использованием: адаптивного анализа на основе комплементарной множественной декомпозиции на эмпирические моды (КМДЭМ) [5]; правила разграничения на основе физиологическо-



го аспекта формирования речи и функционала слухового аппарата человека [6]. Статья является продолжением ранее опубликованных работ авторов [7 - 9].

Суть метода заключается в сегментации речевого сигнала на кратковременные фрагменты для адаптивного анализа с помощью КМДЭМ, с последующим формированием адаптивного порога на основе физиологического аспекта формирования речи, функционала слухового аппарата человека и оценки энергии эмпирических мод (ЭМ). На рисунке 1 представлена блок-диаграмма алгоритма сегментации сигнал/пауза на основе предложенного метода.

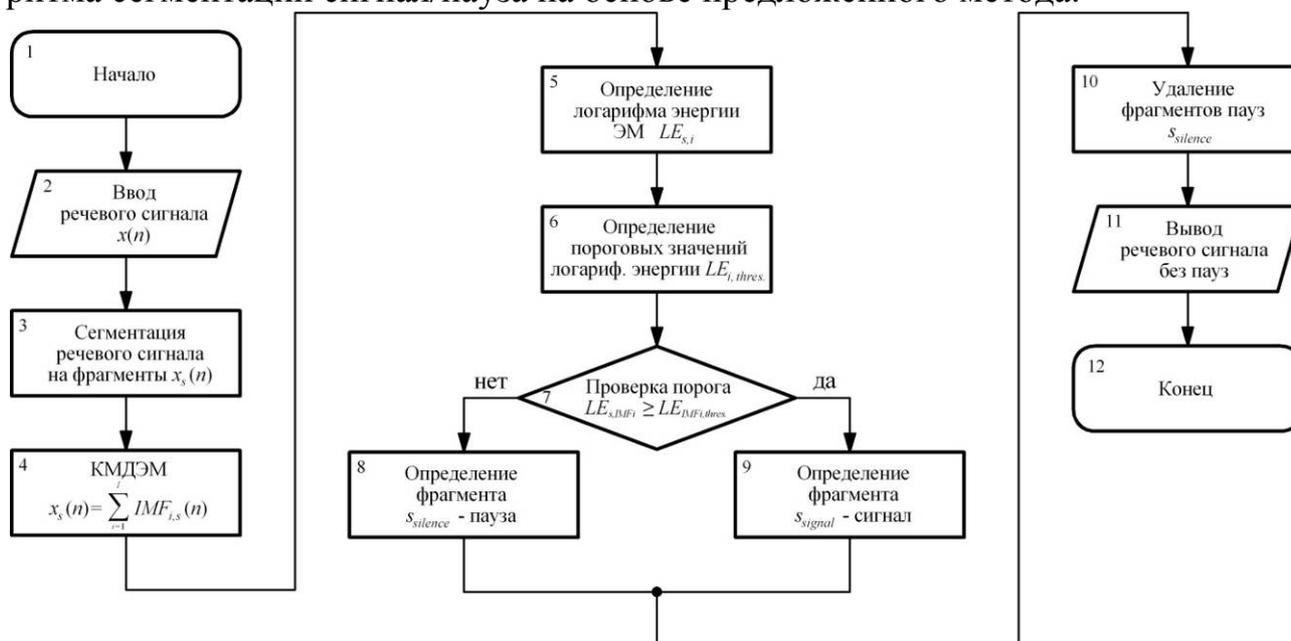


Рисунок 1 – Блок-диаграмма алгоритма сегментации сигнал/пауза на основе предложенного метода

Рассмотрим подробнее основные этапы работы алгоритма. Важным условием помехоустойчивой сегментации речевых сигналов, является возможность формирования адаптивного базиса, функционально зависящего от содержания исходного сигнала. Такой подход реализуется в математическом аппарате, называемом КМДЭМ, который представляет собой адаптивную технологию разложения сигнала на внутренние функции, называемые ЭМ. В результате КМДЭМ, из каждого фрагмента речевого сигнала $x_s(n)$ извлекается конечное число ЭМ (блок 4):

$$x_s(n) = \sum_{i=1}^{I-1} IMF_{s,i}(n) \quad (1),$$

где $x_s(n)$ - фрагмент речевого сигнала, n - дискретный отсчет времени, $s=(0, 1, 2, \dots, S-1)$ - номер фрагмента, $IMF_{s,i}(n)$ - полученные ЭМ, $i=1,2,\dots,I$ - номер ЭМ.

В отличие от других методов декомпозиции, особенностью КМДЭМ является многократное добавление к исходному речевому сигналу белого шума с прямыми и инверсными значениями амплитуды и вычисление среднего значения ЭМ, как конечного истинного результата [5]:

$$\begin{bmatrix} y_{s,j}(n) \\ y_{s,j}(n)^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x_s(n) \\ w_j(n) \end{bmatrix} \quad (2),$$



где $w_j(n)$ - добавленный белый шум; $y_j(n)$ - сумма зашумленного фрагмента речевого сигнала $x_s(n)$ с белым шумом; $y_j(n)^*$ - сумма зашумленного фрагмента речевого сигнала $x_s(n)$ с инверсным значением амплитуды белого шума.

$$IMF_{s,i}(n) = \frac{\sum_{j=1}^J IMF_{s,j,i}(n)}{J} \quad (3),$$

где $IMF_{s,j,i}(n)$ - ЭМ, полученные при различных декомпозициях сигналов $y_{s,j}(n)$ и $y_{s,j}(n)^*$, $j=1,2,\dots,J$ - количество циклов декомпозиций (добавлений к сигналу белого шума).

Человеческий слуховой аппарат фиксирует речь нелинейно, различия между энергиями участков полезного сигнала и паузы должно быть значительным, чтобы человек фиксировал изменение амплитуды. Для увеличения амплитуды в 2 раза необходимо чтобы энергия увеличилась в 8 раз. Для сжатия амплитуды сигнала при большом динамическом диапазоне применяют логарифмирование энергии фрагментов, максимально приближая работу алгоритма к функционалу слухового аппарата человека (блок 5).

$$LE_{s,i} = \log_2 \sum_{n=1}^N [IMF_{s,i}(n)]^2 \quad (4),$$

где $LE_{s,i}$ - логарифм энергии ЭМ фрагмента речевого сигнала.

В соответствии с физиологическим аспектом формирования речи человек перед произношением делает кратковременную паузу - обычно 200 мс или более. Этот участок не содержит речи и соответствует тишине с фоновым шумом, т.е. значения логарифмов энергии ЭМ фрагментов первых 200 мс будут соответствовать значениям паузы. Используя усредненные значения логарифмов энергии ЭМ можно сформировать пороговые значения логарифмов энергии для обнаружения границы полезного сигнала и паузы. Далее выполняется сравнение значений логарифмов энергии ЭМ остальных фрагментов с пороговыми значениями $LE_{s,IMFi} \geq LE_{IMFi,thres.}$. В случае если условие выполняется, то фрагмент считается полезным сигналом $s=s_{signal}$, а если условие не выполняется, то фрагмент считается паузой $s=s_{silence}$.

В качестве критерия эффективности предложенного метода сегментации сигнал/пауза использовался коэффициент действительных обнаружений:

$$DR_{speech} = \frac{S_{cor.speech}}{S_{cor.speech} + S_{n.cor.speech}} \times 100\% \quad (5),$$

где $S_{cor.speech}$ - действительный фрагмент сигнала, $S_{n.cor.speech}$ - мнимый фрагмент сигнала.

Для исследования предложенного метода сформирована тестовая выборка из 50 зашумленных речевых сигналов со значениями SNR от 10 до 35 дБ с шагом 5 дБ. Результаты исследования оценивались в сравнении с известными методами сегментации сигнал/пауза (см. таблицу 1):



Таблица 1 – Сравнительный анализ результатов сегментации сигнал/пауза.

Параметр входного сигнала SNR_{IN} , дБ	DR_{speech} %				Предложенный метод
	STE	$STE+ZCR$	IE	$MFCC$	
10	66,3	67,1	73,2	76,2	71,3
15	71,5	74,9	80,5	81,4	84,3
20	77,9	79,3	82,1	84,5	87,6
25	80,2	82,6	87,4	88,1	92,5
30	85,4	88,3	90,3	90,7	94,3
35	88,3	90,2	92,4	92,1	95,2

Как видно из результатов предложенный метод обеспечивает наилучший результат сегментации (особенно с малыми значениями SNR): в среднем на 9 % лучше, чем метод STE и $STE+ZCR$; на 5 % лучше, чем метод IE ; на 4 % лучше, чем метод $MFCC$. Таким образом, использование предложенного метода в обработке речевых сигналов позволит значительно повысить точность сегментации сигнал/пауза.

Литература

1. R.G. Bachu, S. Kopparthi, B. Adapa, and B.D. Barkana, “Separation of voiced and unvoiced using zero crossing rate and energy of the speech signal,” Proc. Amer. Soc. Eng. Educ. (ASEE) Zone Conference, 2008, pp. 1–7.
2. N. Mattias, “Entropy and speech,” Sound and Image Processing Laboratory School of Electrical Engineering KTH (Royal Institute of Technology), Stockholm, 2006, p. 54.
3. S. Ahmadi and A.S. Spanias, “Cepstrum-based pitch detection using a new statistical V/UV classification algorithm,” IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, vol. 7, No. 3, 2002, pp. 333–338.
4. Алимуратов А.К. Помехоустойчивый адаптивный алгоритм сегментации «сигнал/пауза» для систем распознавания речи / А.К. Алимуратов, П.П. Чураков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - 2015. - № 2 (34). - С. 82 - 94.
5. J.-R. Yeh, J.-S. Shieh, and N.E. Huang, “Complementary ensemble empirical mode decomposition: A novel noise enhanced data analysis method,” Adv. Adapt. Data Anal., vol. 2, No. 2, 2010, pp. 135–156, doi: 10.1142/S1793536910000422.
6. V. Sarma and D. Venugopal, “Studies on pattern recognition approach to voiced-unvoiced-silence classification,” Proc. IEEE Int. Conf. ICASSP’78 Acoust., Speech, and Signal Process., vol. 3, Apr. 1978, pp.1–4.
7. Алимуратов А.К. Применение преобразования Гильберта-Хуанга в задаче выделения информативных признаков речевых сигналов / А.К. Алимуратов, А.Ю. Тычков // Международный научно-исследовательский журнал. - 2013. - № 5-1 (12). - С. 57 - 58.



8. Алимуратов А.К., Муртазов Ф.Ш. Методы повышения эффективности распознавания речевых сигналов в системах голосового управления. Измерительная техника. - 2015. - № 10. - С. 20 - 24.

9. Алимуратов А.К. Адаптивная компенсация помех речевых сигналов с использованием комплементарной множественной декомпозиция на эмпирические моды / А.К. Алимуратов // «Молодежь и XXI век - 2015»: материалы V Международной молодежной научной конференции (26-27 февраля 2015 года), в 3-х томах, Том 2, Юго-Зап. гос. ун-т., ЗАО «Университетская книга», Курск, 2015, С. 96 - 99.

М.Е. Бурлаков

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АКТИВНОСТИ ПУБЛИКАЦИИ УГРОЗ В ОТКРЫТЫХ И ЗАКРЫТЫХ ИСТОЧНИКАХ ДАННЫХ

(Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королёва)

Введение. В настоящее время остро стоит вопрос, связанный с обнаружением угроз и уязвимостей в области информационных технологий и программных комплексов. Более 87% пользователей компьютерных систем используют в качестве рабочей операционной системы - ОС *Windows* (в вариациях версий *Windows XP*, *Windows 7*, *Windows 8* и *Windows 10*) [1]. Исходя из этой статистики, злоумышленники не первый год уделяют повышенное внимание как данной операционной системе, так и программным решениям, функционирующих в рамках ОС *Windows*. Так, например, по данным компании *Hewlett Packard* [2] на сегодняшний день можно выделить более 500 классов различных уязвимостей в ПО.

К наиболее частым уязвимостям, по версии команды *TeamSHATTER*, в рамках информационных систем можно отнести [3]:

1. наличие специализированных логинов и паролей (пустые, по умолчанию, легко поддающиеся подбору);
2. SQL инъекции в различных реализациях взаимодействий с базами данных;
3. некорректно выданные права пользователя-исполнителя, ошибки в настройке привилегий групп;
4. слабое администрирование баз данных в части настройки необходимого функционала;
5. некорректная настройка разного рода конфигураций;
6. переполнение буфера (стека);
7. повышение привилегий;
8. атаки отказа в обслуживании (*DDoS*);
9. отсутствие своевременного обновления компонент безопасности баз данных;
10. хранение данных в открытом (незащищенном виде).



Методы воздействия на ПО различны и причины появления могут быть как явными, так и неявными. Под явными ошибками есть следствие продуманных действий. Они сложно прогнозируемы с точки зрения каких-либо внешних систем. Зачастую результатом их появления служит мотивированные действия разработчика или группы разработчиков, направленных на целенаправленное ухудшение качества (в том числе и в области информационной безопасности) программного продукта. Прогнозирование и устранение явных ошибок во множестве случаев стоит начинать с работы с персоналом, то есть использованием социально-ориентированного подхода.

Неявные ошибки появляются по множеству причин, среди которых можно выделить следующие:

- невнимательность разработчиков ПО;
- некорректная организация тестирования ПО;
- отсутствие опыта;
- использованием ПО и библиотек с уже существующими угрозами и уязвимостями;
- небольшим горизонт видения развития программного продукта и т.д.

Неявные ошибки фиксируются как разработчиками ПО, так и злоумышленниками. Нередки ситуации, когда злоумышленники первыми обнаруживают угрозу и используют ее в качестве средства эскалации политик безопасности компьютерных систем.

Для публикации знаний об угрозах и уязвимостях злоумышленники используют как открытые, так и закрытые источники. Под закрытыми источниками понимаются источники, где доступ информации ограничен разного рода программно-аппаратными решениями. К таковым решениям можно, например, отнести:

- Процесс аутентификации, который можно разделить на:
 - базовую аутентификацию;
 - аутентификацию с подтверждением (*email*, телефона);
 - двухфакторную аутентификацию с привязкой к телефону;
 - иную вариацию аутентификации.
- Технологии:
 - *VPN, Proxy, Socks, Mesh, TOR* сети (подробнее можно узнать в [4-7]);
 - Доступ через канал связи с применением специальных сертификатов;
 - иные технологические ограничения.
- Другие решения, ограничивающие доступ к получению информации об угрозах и уязвимостях.

В случае, если доступ к информации не имеет никаких аппаратно-технических ограничений, источник называют открытым.

На открытых и закрытых источниках как злоумышленники, так и исследователи обмениваются информацией, становясь, таким образом, авторами об-



наруженных угроз и уязвимостей. Зачастую сигнализация о той или иной угрозе служит индикатором использования ПО для специалистов по компьютерной безопасности. В данной статье делается попытка исследовать авторов угроз и вывести из этого несколько выводов.

Анализ данных. В качестве исследования угроз были выбраны 10 наиболее часто скачиваемых программ для ОС *Windows* (по версии группы *Softonic*) [8] представленных в Таблице 1.

Таблица 1.ТОП-10 наиболее популярного ПО для работы в ОС *Windows*

№ п/п	Программа	№ п/п	Программа
1	<i>uTorrent</i>	6	<i>Whatsapp</i>
2	<i>SHAREit</i>	7	<i>Google Chrome</i>
3	<i>VLC media player</i>	8	<i>Adobe Reader</i>
4	<i>UC Browser</i>	9	<i>Adobe Flash Player</i>
5	<i>Mozilla Firefox</i>	10	<i>Internet Downloader Manager</i>

В качестве инструмента для исследования был взят комплекс *SCAN Project v.1.9.5* (далее *Scan*), разработанный в рамках НИОКР "Академия Инфотекс". *Scan* выполняет следующие функции:

1. автоматизированный сбор информации об угрозах и уязвимостях программных комплексов;

2. выделение информации о времени появления угроз и уязвимостей;

3. выделение информации об авторах, заявивших об обнаружении.

В качестве анализируемого ПО было выбрано ПО из Таблицы 1 и уязвимости ОС *Windows* версий: *Windows XP*, *Windows 7*, *Windows 8* и *Windows 10*. Анализ данных проводился на информации полученной в промежутке времени с 1991 г. по настоящее время.

В качестве открытых и закрытых источников были взяты следующие источники (Таблица 2):

Таблица 2. Открытые и закрытые источники данных

Наименование источника	Ссылка	Тип
<i>Security Lab</i>	http://www.securitylab.ru/	Открытый
<i>Exploit-DB</i>	https://www.exploit-db.com/	Открытый
<i>CVE Detail</i>	http://www.cvedetails.com/	Открытый
<i>Malwarebytes.org</i>	https://ru.malwarebytes.com/trial/	Закрытый
<i>Htbridge.com</i>	https:// htbridge.com	Закрытый
<i>web.nvd.nist.gov</i>	https://nvd.nist.gov/	закрытый
<i>0 day</i>	<i>Onion TOR</i>	Закрытый
<i>Seclists.org</i>	http://seclists.org/	Закрытый
<i>Stackoverflow</i>	Stackoverflow.com	Открытый

Общее количество угроз на момент исследования равнялось 269419. Общее количество уязвимостей, авторство у которых комплексу *Scan* не удалось обнаружить - 124049.



Общее количество авторов, заявивших об уязвимостях - 24975 (в среднем выходит по 5 угроз на каждого автора). Количество авторов заявивших хотя бы одну угрозу - 18704. Таким образом, можно сказать, что 75% всех угроз декларируются разными авторами (различие в плане логинов, под которым авторы оставляли информацию), что косвенно говорит о высокой персонификации данного рода исследований. Из этих расчетов следует что 6271 автор заявили о 105345 угрозах, в среднем по 16.7 на каждого. Таким образом 33.5% авторов ответственно за 84.9% заявленных угроз, что по логике соответствует принципу Парето. И тут можно говорить о системной работе т.е. вслед за найденной одной уязвимостью, авторы как правило обнаруживают еще несколько, с последующей публикацией в открытых и закрытых источниках.

В Таблице 3 представлены ТОП-10 наиболее активных авторов заявлявших об уязвимостях по представленным ПО.

Таблица 3.ТОП-10 авторов уязвимостей и угроз для программных продуктов

№ п/п	Автор	Кол-во уязвимостей	Информация об авторе	Страна
1	<i>CONFIRM</i>	16295	Под именем данного понимается множество производителей ПО, которые сами у себя обнаружили уязвимости и задекларировали их.	-
2	<i>BID</i>	10001	Некоммерческое сообщество специалистов в области информационной безопасности <i>SecurityFocus</i> , занимающееся поиском уязвимостей и угроз с дальнейшим декларированием разработчикам. Информация о группе http://www.securityfocus.com .	США
3	<i>XF</i>	9227	Группа специалистов IBM X-Force Research компании IBM, предоставляющих услуги в области информационной безопасности на коммерческой основе. Информация о группе http://www-03.ibm.com/security/xforce/	США
4	<i>MISC</i>	7864	Закрытое сообщество специалистов в области ИБ LEGAL HACKERS, занимающееся вопросами ИБ, "этическим" хакингом, тестированием на проникновение в ИС. Информация о группе http://legalthackers.com/	1.1 -
5	<i>BUGTRAQ</i>	5680	Список рассылок об уязвимостях именуемый Bugtraq Mailing List. Бесплатно предоставляющий информацию из своих источниках о найденных уязвимостях. Также занимается агрегацией информации из других источников. Информация о списке: http://seclists.org/bugtraq/	США
6	<i>VUPEN</i>	3445	Коммерческая структура, являющаяся ведущим поставщиком оборонных и наступательных технологий для разведки в области кибер-безопасности. Информация о структуре: http://vupen.com	США
7	<i>SECTRAC</i>	2848	Коммерческая структура <i>SecurityTracker</i> , являющаяся	США



	<i>K</i>		разработчиком ПО и поставщиком услуг в области ИБ (Vulnerability Notification Service). Информация о структуре: http://securitytracker.com/	
8	<i>MLIST</i>	1980	Открытое сообщество разработчиков ПО и специалистов в области ИБ <i>Openwall</i> . Информация о сообществе: http://www.openwall.com/	-
9	<i>MILWORM</i>	1826	Крупное сообщество исследователей по безопасности (хакеров) . Агрегатор информации по другим источникам. Сайт сообщества: http://www.milworm.com/	-
10	<i>MS</i>	1567	Центр безопасности TechCenter компании Microsoft. Обособленное подразделение, созданное с целью исследования и обнаружения угроз, связанных с ОС Windows. Адрес центра: https://technet.microsoft.com	США

Таким образом, из 10 наиболее часто упоминаемых авторов 6 являются частными структурами с географическим расположением в США.

Одновременно с этим в таблице 4 представлены ТОП-10 наиболее активных авторов за последние 5 лет.

Таблица 4. ТОП-10 наиболее активных авторов за последние 5 лет

2012	2013	2014	2015	2016
CONFIRM(1493)	CONFIRM(1611)	CONFIRM(2082)	CONFIRM(2587)	CONFIRM(3210)
MISC(782)	MISC(429)	MISC(1665)	MISC(808)	MISC(390)
XF(531)	CISCO(330)	CERT-VN(765)	MS(425)	MS(365)
BID(490)	XF(300)	Ibm.com(598)	CISCO(400)	CISCO(268)
MLIST(340)	MLIST(213)	BID(594)	SECTRACK(262)	Google Security Research(213)
Metasploit(231)	SUSE(212)	XF(423)	APPLE(262)	MLIST(197)
Ordpress.org(175)	BID(206)	MLIST(328)	MLIST(259)	BID(159)
SECTRACK(174)	REDHAT(199)	SECTRACK(268)	Google Security Research(164)	APPLE(114)
OVAL(167)	Metasploit(193)	Cisco.com(223)	BID(158)	SUSE(105)
Drupal.org(134)	OVAL(193)	MS(207)	BUGTRAQ(140)	SECTRACK(101)

Исходя из этих данных, можно сказать, что только 4 сообщества поддерживают постоянную работу в области исследований уязвимостей и угроз: *CONFIRM*, *MISC*, *BID* и *MLIST*.

Выводы. Таким образом, исходя из имеющихся данных, можно заключить следующие выводы:

1. Количество обнаруженных угроз из года в год растет, что говорит о системных проблемах в разработке программного обеспечения и росте квалификации у злоумышленников

2. 6 из 10 сообществ, обнаруживших максимальное количество угроз за 2016 год – частные компании с географией США.



3. Количество разработчиков, не вовлеченных в сообщества по анализу уязвимостей велико, однако оно не оказывает решительного влияния на количество обнаруженных угроз.

4. Влияние открытых сообществ велико и количество обнаруженных и заявленных угроз постоянно растет.

5. Корпоративный сектор (Microsoft, IBM и др.) активно развивает направление в области информационной безопасности и аудита компьютерных сетей и программных комплексов.

Литература

1. W3Schools. OS Platform Statistics [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: http://www.w3schools.com/browsers/browsers_os.asp

2. HP. The collateral damage of cybercrime [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www8.hp.com/us/en/software-solutions/cyber-risk-report-security-vulnerability/>

3. Trinidad Mark. Top 10 Database Vulnerabilities and Vulnerabilities and Misconfigurations [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www.sifma.org/uploadedfiles/societies/sifma_internal_auditors_society/top10-database-vulnerabilities-and-misconfigurations.pdf

4. *J. Applebaum* A Model of Outbound Client Traffic on The Tor Anonymity Network. // Wesleyan University. - 2013. - P. 54-58.

5. *Иванов М. А.* Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. // КУДИЦ-ОБРАЗ. - 2001. - С. 368-376.

6. *Олифер В. Г., Олифер Н. А.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов // СПб.: Питер. - 2001. - 672 с..

7. *Столлингс В.* Основы защиты сетей. Приложения и стандарты = Network Security Essentials. Applications and Standards // «Вильямс». - 2002. - С. 429-440.

8. Softonic. Top downloads [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://en.softonic.com/windows/top-downloads>

О.Н. Долинина, Н.К.Сучкова

ФОРМАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ОШИБОК КЛАССА «ИЗБЫТОЧНОСТЬ» В БАЗАХ ЗНАНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

(Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.)

Введение

Интеллектуальные системы (ИС) принятия решений находят применение во множестве областей: промышленности, медицине, научно-исследовательской деятельности, образовании, что влечет за собой повышение требований к их надёжности. Особую роль при этом играет обеспечение качества баз знаний интеллектуальных систем, являющихся центральным звеном



ИС, в то же время способы их отладки на сегодняшний день всё ещё не формализованы. В большинстве случаев отладкой занимаются эксперты, что влияет на увеличение стоимости разработки и не гарантирует отсутствия ошибок в базах знаний.

В литературе описаны различные подходы для отладки баз знаний проверки корректности и полноты баз знаний [1-7]. Некоторые ошибки в знаниях могут быть выявлены только в процессе тестирования. К таким относятся, ошибки, связанные с противоречивостью самой предметной области, например, ошибки вида «забывание об исключении» [1]. В то же время ряд ошибок, связанных со структурой знаний т.н. называемые структурные ошибки могут быть обнаружены и исправлены на стадии статической отладки базы знаний. Отсутствие структурных ошибок не гарантирует отсутствия ошибок в знаниях, однако повышает эффективность принятия решений за счет приведения базы знаний в состояние статической корректности [2] и соответствующего уменьшения времени на принятие решения. Поэтому первым этапом отладки базы знаний должна быть статическая отладка, реализуемая автоматизированной верификацией. В работах [3-7] приведены некоторые структурные ошибки в базах знаний и описаны алгоритмы их обнаружения, однако отсутствует их формализация. В данной работе обобщается информация о наиболее распространенном классе структурных ошибок – избыточности и предлагаются формальные модели данного класса ошибок, которые могут быть использованы для автоматической верификации структур баз знаний.

Формализация класса ошибок «избыточность» в продукционных базах знаний

Наиболее распространённый способ представления баз знаний интеллектуальных систем - продукции. Продукционную базу знаний можно представить в следующем виде:

$$P = (F, R, G, C, I), \quad (1)$$

где F – множество фактов о решаемой проблеме; R – множество правил вида

$$r_m: \text{если } f_i \text{ и } f_j \dots \text{ и } f_n \text{ то } f_k; \quad (2)$$

G – множество целей; C – множество разрешенных комбинаций фактов; I – интерпретатор правил, реализующий вывод.

Пусть S – множество входных фактов, т.е. фактов, устанавливаемых пользователем в интеллектуальной системе. $S \subset F$.

Воспользуемся представлением базы знаний в виде И/ИЛИ графа. Например, пусть база знаний содержит следующие правила:

- r_1 : если s_1 и s_2 , то f_1 ;
- r_2 : если s_2 и s_3 , то f_2 ;
- r_3 : если s_3 и s_4 и s_5 , то f_3 ;
- r_4 : если f_1 , то g_1 ;
- r_5 : если f_2 и f_3 , то g_2 .

Тогда приведённым правилам соответствует И/ИЛИ граф на рисунке 1.

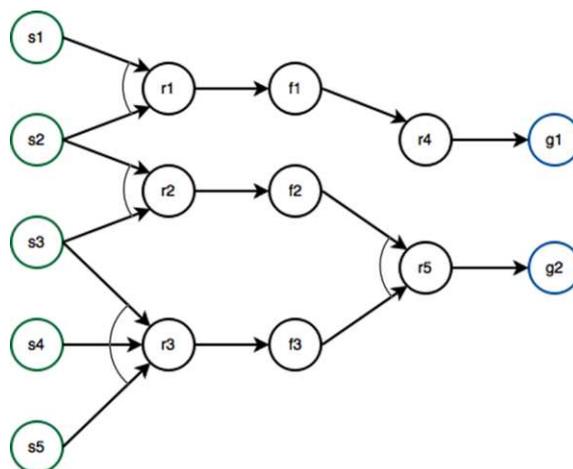


Рисунок 1. И/ИЛИ граф

Правило r_i вида

$$\text{если } f_{r_{i1}} \text{ и } f_{r_{i2}} \dots f_{r_{in}}, \text{ то } f_{r_{im}} \quad (3)$$

можно представить в виде пары: $r_i = (D_{r_i}; Q_{r_i})$, где $D_{r_i} = \{f_{r_{i1}}, f_{r_{i2}}, \dots, f_{r_{in}}\}$ и $Q_{r_i} = \{f_{r_{im}}\}$. Как видно из представления, Q_{r_i} состоит из единственного элемента, далее обозначаемого как q_{r_i} .

Пусть L – множество цепочек вывода.

Определение 1. Цепочка вывода l_i – последовательность правил $(r_{l_{i1}}, r_{l_{i2}}, \dots, r_{l_{in}})$ такая, что $\forall r_{l_{ik}}, r_{l_{i(k+1)}}, q_{r_{l_{ik}}} \in D_{r_{l_{i(k+1)}}$ при $k = 2, \dots, (n-1)$.

Тогда для графа, приведённого на рис. 1, $L = \{l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8\}$, где $l_1 = (r_1)$; $l_2 = (r_2)$; $l_3 = (r_3)$; $l_4 = (r_4)$; $l_5 = (r_5)$; $l_6 = (r_1, r_4)$; $l_7 = (r_2, r_5)$; $l_8 = (r_3, r_5)$;

Определение 2. Начало цепочки вывода l_i вида $(r_{l_{i1}}, r_{l_{i2}}, \dots, r_{l_{in}})$ – множество фактов в условии выполнения первого правила, $D_{l_i} = D_{r_{l_{i1}}}$.

Определение 3. Конец цепочки вывода l_i вида $(r_{l_{i1}}, r_{l_{i2}}, \dots, r_{l_{in}})$ – следствие последнего правила, $Q_{l_i} = Q_{r_{l_{in}}}$.

Определение 4. Структурной ошибкой в продукционной базе знаний называется ошибка, обнаруживаемая в ходе анализа И/ИЛИ графа. Базы знаний, в которых отсутствуют структурные ошибки, являются статически корректными.

Класс ошибок «Избыточность» включает наличие дубликатов, циклов, избыточных, незначущих, некорректных цепочек вывода в базах знаний. Рассмотрим подробнее подклассы избыточности.

Определение 5. Правила r_i и r_j называются дубликатами, если $D_{r_i} \cap D_{r_j} \neq \emptyset$ и $q_{r_i} = q_{r_j}$. Выделяют 3 вида дубликатов:

- включающие дубликаты;
- полные дубликаты;
- неполные дубликаты.

Определение 6. Правила r_i и r_j называются включающими дубликатами, если $D_{r_i} \subset D_{r_j}$, при этом $D_{r_i} \neq D_{r_j}$ и $q_{r_i} = q_{r_j}$. В этом случае правило r_i называется включаемым.

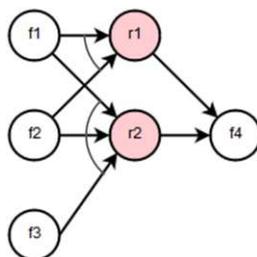


Рисунок 2. Включающие дубликаты

Правила r_1 и r_2 на рисунке 2 являются включающими дубликатами.

Определение 7. Правила r_i и r_j называются полными дубликатами, если $D_{r_i} = D_{r_j}$ и $q_{r_i} = q_{r_j}$.

Правила r_1 и r_2 являются полными дубликатами:

- r_1 : если f_1 и f_2 , то f_3 ;
- r_2 : если f_1 и f_2 , то f_3

Определение 8. Правила r_i и r_j называются неполными дубликатами, если $D_{r_i} \cap D_{r_j} \neq \emptyset$ и $q_{r_i} = q_{r_j}$, при этом $D_{r_i} \setminus D_{r_j} \neq \emptyset$ и $D_{r_j} \setminus D_{r_i} \neq \emptyset$.

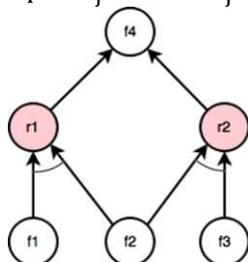


Рисунок 3. Неполные дубликаты

На рисунке 3 приведен пример неполных дубликатов:

r_1 : если f_1 и f_2 , то f_4 ;

r_2 : если f_2 и f_3 , то f_4 ;

$$D_{r_1} \cap D_{r_2} = f_2$$

Для исправления ошибки вида неполные дубликаты нет универсального способа, в каждом конкретном случае необходимые изменения определяются экспертом.

Определение 9. Цепочка вывода l_i называется избыточной, если $q_{l_i} \notin G$ и $\neg \exists l_j$ такой, что $q_{l_i} \in D_{l_j}$ и $q_{l_j} \in G$.

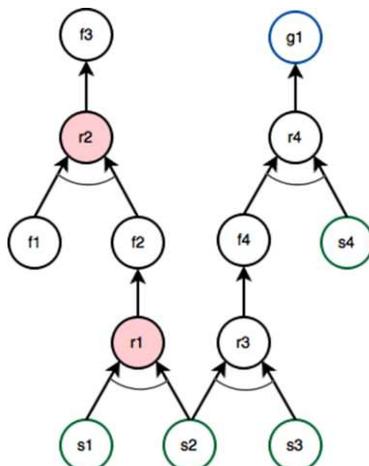


Рисунок 4. Избыточная цепочка вывода



На рисунке 4 приведен пример избыточной цепочки вывода $l_1 = (r_1, r_2)$, где

- r_1 : если s_1 и s_2 , то f_2 ;
- r_2 : если f_1 и f_2 , то f_3 ;
- $q_{l_1} = f_3$;
- $f_3 \notin G$.

Определение 10. l_i вида $(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in})$ называется незначащей цепочкой вывода, если $\forall r_{ij}, |D_{r_{ij}}| = 1$ при $j = 1, \dots, n$.

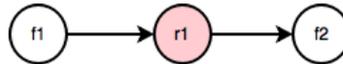


Рисунок 5. Незначащая цепочка вывода

$l_1 = (r_1)$ на рисунке 5 является незначащей цепочкой вывода:

- $D_{r_1} = \{f_1\}$;
- $|D_{r_1}| = 1$;

Выделяют 2 вида незначащих цепочек вывода:

- явные;
- неявные.

Определение 11. Незначащая цепочка вывода l_i называется явной, если $\exists r_j$ такое, что $r_j = (D_{l_i}; Q_{l_i})$.

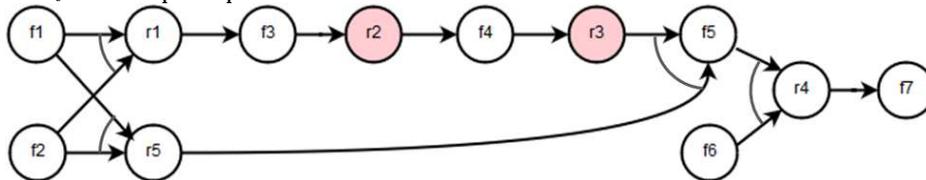


Рисунок 6. Явная незначащая цепочка вывода

Пример явной незначащей цепочки вывода приведён на рисунке 6, где

- $l_1 = (r_2, r_3)$;
- r_2 : если f_3 , то f_4 ;
- r_3 : если f_4 , то f_5 ;
- $D_{l_1} = \{f_3\}$;
- $q_{l_1} = \{f_5\}$;
- существует правило $r_5 = \{D_{l_1}; q_{l_1}\}$.

Определение 12. Незначащая цепочка вывода l_i называется неявной, если $\neg \exists r_j$ такое, что $r_j = (D_{l_i}; Q_{l_i})$.

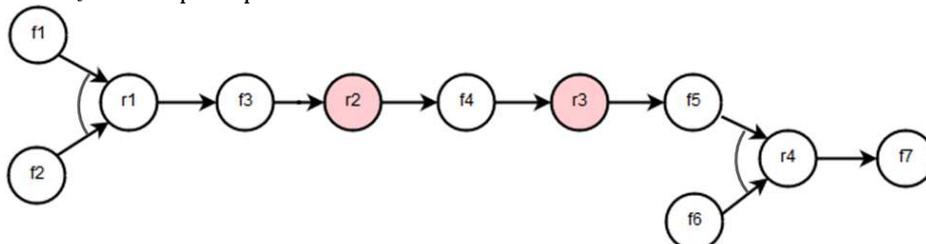


Рисунок 7. Неявная незначащая цепочка вывода



На рисунке 7 приведен пример неявной незначащей цепочки $l_1 = (r_2, r_3)$:

- r_2 : если f_3 , то f_4 ;
- r_3 : если f_4 , то f_5 ;
- $D_{l_1} = \{f_3\}$;
- $q_{l_1} = \{f_5\}$;
- $r_5 = \{D_{l_1}; q_{l_1}\}$;
- не существует правила $r_k = \{D_{l_1}; q_{l_1}\}$.

Неявная незначащая цепочка вывода не является критичной ошибкой, однако допускает оптимизацию за счет сведения к предшествующему или последующему правилу.

Различают 2 типа некорректных цепочек вывода:

- цепочки, избыточные по входу;
- цепочки, избыточные по выходу.

Определение 15. Цепочка вывода l_i называется избыточной по входу, если $D_{l_i} \cap G \neq \emptyset$.

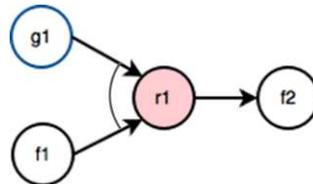


Рисунок 8. Цепочка вывода, избыточная по входу

На рисунке 8 приведен пример цепочки вывода, избыточной по входу, $l_1 = (r_1)$:

- r_1 : если g_1 и f_1 , то f_2 ;
- $g_1 \in G$.

Определение 16. Цепочка вывода l_i называется избыточной по выходу, если $q_{l_i} \in S$.

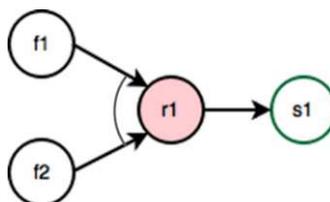


Рисунок 2. Цепочка вывода, избыточная по выходу

Пример цепочки вывода, избыточной по выходу, приведен на рисунке 13:

- $l_1 = (r_1)$;
- r_1 : если f_1 и f_2 , то s_1 ;
- $s_1 \in S$.

Определение 17. Цепочка вывода l_i называется циклом, если $q_{l_i} \in D_{l_i}$.

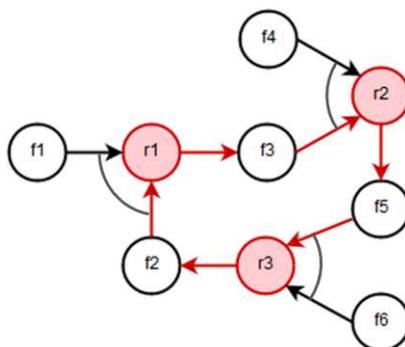


Рисунок 10. Цикл

На рисунке 10 приведен пример цикла $l_1 = (r_1, r_2, r_3)$, где

- r_1 : если f_1 и f_2 , то f_3 ;
- r_2 : если f_3 и f_4 , то f_5 ;
- r_3 : если f_5 и f_6 , то f_2 ;
- $D_{l_1} = \{f_1, f_2\}$;
- $q_{l_1} = \{f_2\}$;
- $q_{l_1} \in D_{l_1}$.

Частным случаем цикла является простой цикл.

Определение 18. Правило r_i называется простым циклом, если $q_{r_i} \in D_{r_i}$.

Например, r_1 : если f_1 и f_2 , то f_1 .

Заключение

В работе приведена формализация класса структурных ошибок типа «избыточность» в продукционных базах знаний интеллектуальных систем, характеризующегося наличием дубликатов, избыточных, незначащих некорректных цепочек вывода и циклов.

Формальные модели структурных ошибок могут быть использована в качестве основы для проведения автоматической верификации структуры продукционных баз знаний.

Литература

1. Долинина О.Н. Разработка метода тестирования продукционных баз знаний экспертных систем с учетом ошибок типа «забывания об исключении»: дис...канд. техн. наук / О.Н. Долинина. Саратов, 1999. 171 с.
2. Dolinina, O. Method of the Debugging of the Knowledge Bases of Intellectual Decision Making Systems /Advances in Intelligent Systems and Computing /Automation Control Theory Perspectives in Intelligent Systems // Proc. Of the 5th Computer Science On-line Conf. 2016 (CSOC2016), vol.3, 2016, p.301-315.
3. Checking Expert System Knowledge bases for consistency and completeness / T. Nguen, W. Perkins, T. Laffey, W. Pecors // Proc. of the 9th Int. Joint Conf. on AI, Los.-Ang., August, 1985. P. 375-378.
4. Cragun B.J. A decision-table-based processor for checking completeness and consistency in rule-based expert systems / B.J. Cragun, H.J Stendel // Int. J. Man-Mach. Stud. 1987. Vol. 26. N. 5. P. 633-648.



5. Nguen T.A. Verifying consistency of Production Systems / T.A. Nguen // Proc. of Conf.on AI Applications (CAIA), 3rd, Kissimmee, Fl, 1987. P. 4-8.
6. Suwa H., Scott A.C. , Shortliffe. An Approach to Verifying Consistency and Completeness in a Rule-Based Expert System // Rule-Based Expert Systems. – London: Addison – Wesley, 1984, P. 159-170.
7. Nguen T., Perkins W., Laffey T., Pecora W. Checking Expert System Knowledge Bases for consistency and completeness // Proc. Of the 9th Int. Joint Conf.on AI, Los.Ang. August 1985. –P. 375-378.

В.Е. Гвоздев, Д.В. Блинова, Г.Ф. Байtimiрова

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ РБ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

1. Введение

Проблема мусора и несанкционированных свалок становится все актуальнее в наш 21 век, век современной цивилизации, развития науки и техники.

Средняя норма образования твердых бытовых отходов (ТБО) на одного человека в год достигает 300-350 кг, и эта цифра продолжает неуклонно расти. Ежегодно образуется порядка 35-40 млн тонн твердых бытовых отходов [2,3]. В Республике Башкортостан ежегодный объем образования ТБО за последние 5 лет увеличился в два раза и в 2012 году составил 1,77 млн.т [4]. Республика Башкортостан входит в десятку регионов Российской Федерации с наибольшим объемом образования ТБО за год.

На территории Республики Башкортостан расположено 14 городских поселений, 819 сельских поселений, 54 муниципальных района и 8 городских округов. Количество населенных пунктов, охваченных системами сбора и удаления отходов, по отношению к общему количеству населенных пунктов Республики Башкортостан составляет около 35% от общего количества.

Образование и поступление ТКО по Республике Башкортостан за 2015 год составило 1 232 477,29 тонн. Заметим, что это данные по форме 2-ТП, а учет образования ТКО от малых и средних предприятий ведется не в полном объеме ввиду несдачи предприятиями вышеуказанной формы.

Согласно ФЗ-458 «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» предполагалось, что к 1 января 2017 года в каждом субъекте Федерации должна быть разработана, утверждена и готова к запуску территориальная схема обращения с твердыми бытовыми отходами и определены региональные операторы. Но большинство регионов не успевает вовремя выполнить эту работу и введение этих схем было отложено.

2. Концептуальная основа оригинальности подхода

Отходами нужно управлять, а для этого нужно иметь эффективную систему информационной поддержки. Эта мысль не нова, но ее особенность в дан-



ном контексте заключается в том, что свалки расположены на разных территориях, а каждая территория является уникальным геотехническим объектом. Из этого следует, что на разных территориях управлять свалками нужно по-разному. И специфику управления необходимо учитывать в информационных системах.

Концептуальной основой оригинальности данного подхода является учет того факта, что каждая территория является уникальным геотехническим объектом, следовательно для каждой территории должна быть своя стратегия управления.

Для каждой территории нужно разрабатывать свою стратегию.

Ввиду вышеизложенного возникает необходимость формирования основ согласования стратегических инициатив с доступными ресурсами с учетом специфики текущего состояния территориальных систем и тенденций её изменения.

2.1. Основные принципы управления отходами:

- *территориальный принцип*: в каждом муниципальном образовании должна быть своя стратегия, не противоречащая республиканской стратегии, учитывающая экономическую и социальную и экологическую специфику муниципального образования;
- *многовариантность решений*: основу принятия решений по реализации территориально-ориентированных стратегий составляет комплексный анализ альтернативных вариантов решения задач, входящих в состав портфеля по реализации стратегий;
- *сбалансированность интересов* разных групп правообладателей при разработке территориально-ориентированных стратегий; программ, проектов, работ и процессов связанных с реализацией стратегий.

2.2. Основные задачи управления отходами:

1. *Выявление точек роста* (основной вопрос задачи: где, какие проблемы и что реально можно сделать в ближайшее время?):

- Источники отходов (предприятия, из которых поступают отходы на исследуемую территорию);
- Объемы накопленных отходов;
- Свойства отходов (вид, классы опасности и т.д., данные из официальных документов);
- Динамика поступления отходов;
- Динамика переработки отходов (отсутствие коэволюции как основного условия устойчивого развития системы);
- Прогнозные оценки объемов поступления отходов.

2. *Целевые группы правообладателей* <персонал предприятий; население; правительство; аппарат президента; различные ведомства> (основной вопрос задачи: к какому состоянию нужно прийти, чтобы стало хорошо?)

- Ценностные установки;
- Критерии качества управления отходами;



- Текущие и желаемые значения критериев качества.
3. Бизнес-процессы по управлению отходами (основной вопрос задачи: что можно сделать и какие с этим связаны затраты?)
Структура объекта управления представлена на рисунке 1:

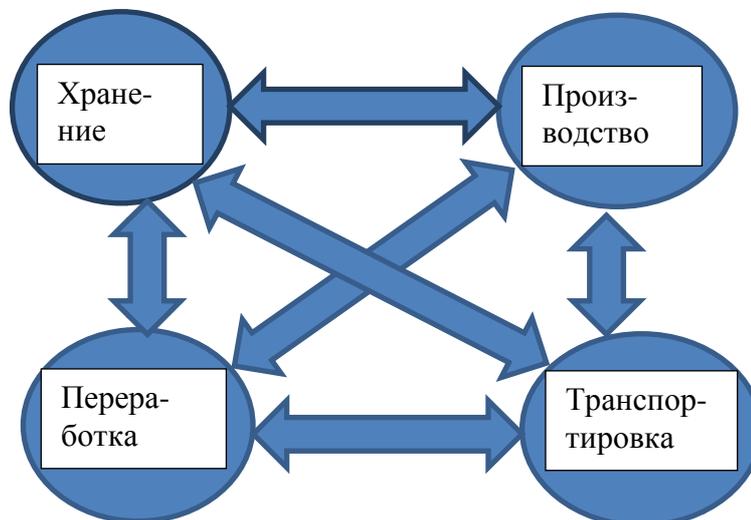


Рисунок 1 – Структура объекта управления

Ниже перечислены основные вопросы задач, связанных с управлением компонентами объекта управления, а также основные вопросы, связанные с решением задач:

А). **Производство** (основной вопрос подзадачи: насколько можно уменьшить количество поступающих от предприятий отходов за счет внедрения инновационных процессов?)

- Альтернативные варианты инновационных технологий; время и деньги на их внедрение на предприятиях республики;
- Насколько существующее правовое пространство стимулирует предприятия на внедрение инновационных технологий.

Б). **Переработка** (основной вопрос подзадачи: как получать выгоду от переработки отходов?)

- Какие технологии по переработке отходов могут быть использованы на различных территориях РБ с учетом специфики хранящихся отходов;
- Каковы потребности в мощностях по переработке отходов для разных технологий переработки с учетом текущего и прогнозного состояния производств в муниципальных образованиях;
- В каких местах целесообразно размещать перерабатывающие предприятия с учетом особенностей отходов, имеющихся в различных муниципальных образованиях; стоимости их доставки; экономического, социального, экологического, политического эффекта;
- Какие временные и финансовые затраты необходимы для развертывания предприятий по переработке;



- Какие временные и финансовые затраты необходимы для развертывания на предприятиях технологий по переработке;
- Какой экономический эффект (прибыль, либо сокращение прямых затрат на хранение отходов) связан с разными технологиями.

В). Транспортировка (основной вопрос подзадачи: насколько возможности существующих транспортных систем соответствуют текущим и прогнозируемым потребностям, связанным с решением задач по управлению отходами?)

- Характеристики транспортной сети, связывающие места происхождения отходов с местами хранения отходов с учетом текущих и прогнозных оценок объемов и характера отходов
- Характеристики транспортной сети, связывающие места производства и хранения отходов с предполагаемыми местами переработки отходов

Г). Хранение (основной вопрос подзадачи: какие затраты связаны с хранением отходов?)

- Площади территорий, занимаемых местами хранения отходов, которые можно использовать по другому назначению (упущенная выгода из-за хранения отходов);
- Потери (финансовые, экологические, политические, социальные) связанные с наличием мест хранения отходов;
- Имевшие место последствия (экономические, экологические, социальные, политические) от нештатных ситуаций, связанных с наличием мест хранения отходов;
- Предполагаемые последствия (экономические, экологические, социальные) от нештатных ситуаций, связанных с хранением отходов.

4. Выводы

Из вышеперечисленного очевидна необходимость разработки стратегии для каждого муниципального образования Республики Башкортостан, причем так, чтобы требования к системе управления были согласованы. Концептуальной основой оригинальности данного подхода является учет того факта, что каждая территория является уникальным геотехническим объектом, следовательно для каждой территории должна быть своя стратегия управления.

Благодарности. Работа поддержана грантом 15-08-01758 «Методологические и методические основы анализа техногенной безопасности в условиях неопределенности состояния объектов управления».

Литература

1. Иванова Ю.С., Каздым А.А. Об актуальной опасности стихийных свалок бытового мусора / Ю.С. Иванова // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева №10 (2010). – Образовательная автономная некоммерческая организация высшего профессионального образования «Волжский университет им. В.Н. Татищева»



2. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. 201 с.

3. Васильев А.В., Перешивайлов Л.А. Глобальный экологический кризис и стратегии его предотвращения. Учебное пособие. Тольятти, 2003

4. Государственный доклад Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан «О состоянии окружающей среды Республики Башкортостан за 2012 год»

5. Каплан, Р.С. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты / Р. С. Каплан, Д. П. Нортон. Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005

Р.Р. Зарипов, З.М. Гизатуллин

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ СОРЕВНОВАНИЙ ПО КАРАТЕ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

По итогам народного голосования, проведённого российскими СМИ при поддержке Министерства спорта, туризма и молодёжной политики РФ, Казань названа спортивной столицей России [1]. Нередко в Казане проводятся соревнования по карате высокого уровня, но из-за большого количества участников возникают сложности в обработке входной и текущей информации об участниках, возникает путаница с весовыми категориями и т.п. Например, если на соревнование подавалось примерно 200 человек, то на ручное распределение участников, проведение жеребьевки по категориям и другим организационным мероприятиям уходило до 6 часов.

Целью данной работы является разработка программной интеллектуальной информационной системы для автоматизации обслуживания соревнований по карате (дисциплина КУМИТЭ).

Соревнования по карате проходят в различных категориях среди мальчиков и девочек, юношей и юниорок, мужчин и женщин. Информационная система разделяет их на категории по полу, возрасту, весу и руководителям. У каждой возрастной категории свое определенное время, выведенное для боя. У мальчиков и девочек 1,30 минуты, у юношей и юниорок 2 минуты, у мужчин и женщин 3 минуты. Каждая победа приближает участников к титулу Чемпиона, но лишь один может стать Чемпионом города, Республики, России, Поволжья, Европы, мира. Также она служит для жеребьевки участников соревнований. При жеребьевке играет человеческий фактор и не для кого не секрет, что участники случайно оказывались не в своей категории. С этой системой появилась уверенность за бойцов, уверенность, что ты окажешься в своей категории. Бла-



годаря данной информационной системе, это стало возможным за несколько кликов мыши.

Если боец проигрывает бой, то он вылетает. Лишь бойцы, бившиеся до полуфинала, остаются в случае поражения. После боя подается протокол на 4 человек, кто одержал победу, кто занял 2 место, кто 3-е и кто 4-ое. Затем, на основе протокола подписывают дипломы и на торжественном вручении победителям (1-3 места) вручают дипломы, медаль и кубок. Заканчивается все общей фотографией.

Информационная система написана на объектно-ориентированном языке программирования C# [2]. На данный момент данную информационную систему использует Национальный Союз Каратэ Кекусин Республики Татарстан [3]. Внешний вид информационной системы представлен на рис. 1.

После запуска информационной системы, мы сразу же видим:

1) Кнопку «Выбрать», которая создает экземпляр OpenFileDialog с фильтрами на файлы Word, для выбора документа с заявками.

2) TextBox, где будет выводиться путь к файлу doc или docx, в котором находится таблица с данными участников.

3) ComboBox (comboBoxAge), где выводиться список с возрастными категориями для выбора.

4) ComboBox (comboBoxWeight) со списком весовых категорий в данной возрастной категории (для разных возрастов весовые категории разные).

5) Два грида (DataGridView) для вывода прочитанной таблицы сразу поделив на «М» и «Ж», соответственно (рис. 2).

6) Два лейбела (label) для вывода количества участников каждого пола над их таблицами. В обеих таблицах стоит запрет на редактирование данных и сортировку нажатием по заголовку. Однако, копирование не запрещено.

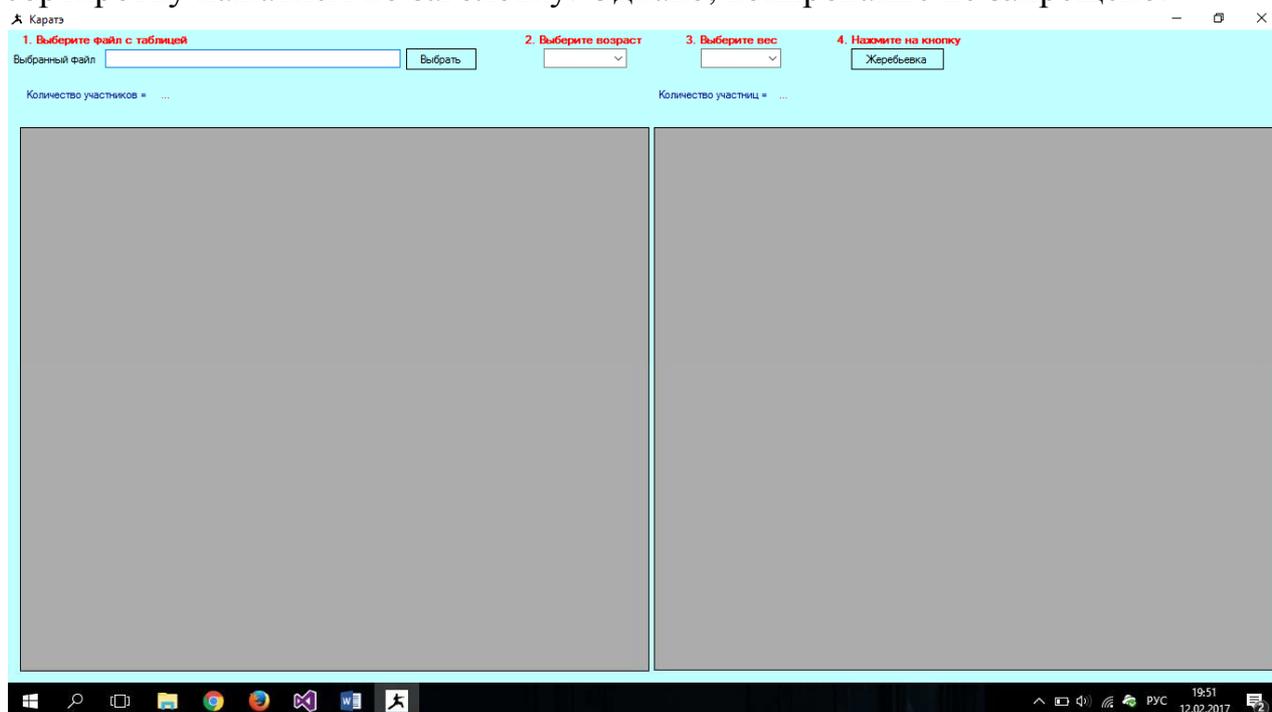


Рис. 1. Внешний вид информационной системы

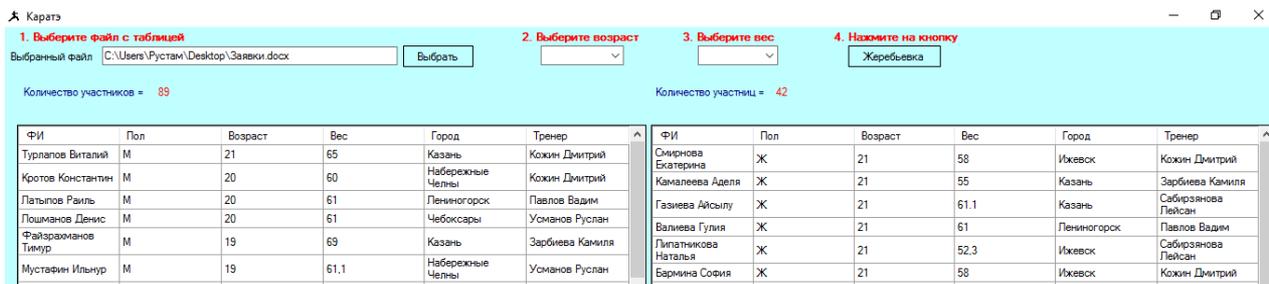


Рис. 2

Порядок работы:

1. Выбираем файл. Таблицы заполняются данными о участниках.

2. Выбираем возрастную категорию. Система присваивает локальным переменным `ageMin` и `ageMax` минимальный и максимальный возраст соответственно. Например, после выбора «14-15 лет» – `ageMin=14`, `ageMax=15`.

3. Выбираем весовую категорию. Система присваивает локальным переменным `weightMin` и `weightMax` минимальный и максимальный вес этой категории соответственно. Например, при выборе категории «до 45 кг» – `weightMin=40`, `weightMax=45`.

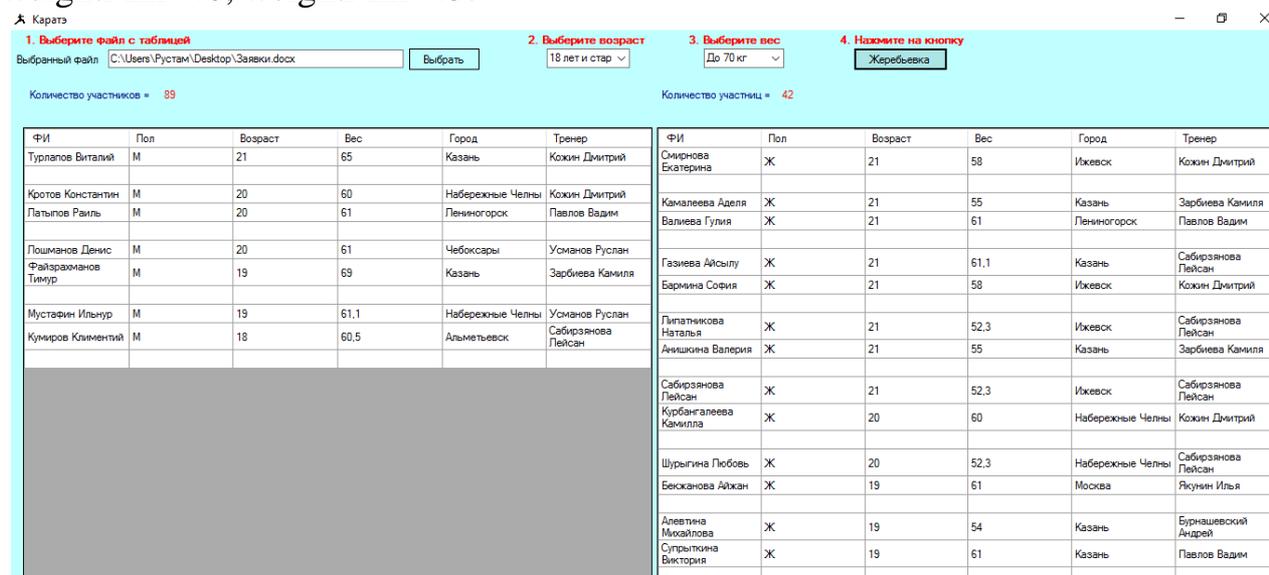


Рис. 3

Нажимаем кнопку «Жеребьевка». Получаем в обеих таблицах поделенных по парам участников в выбранной категории. Пары между собой разделены пустой строкой. Если в данной категории нет участников или участниц, получаем соответствующие сообщения. Аналогичная ситуация и когда в категории только один участник.

При считывании таблицы, для каждого участника мы создаем отдельный объект класса `Person`, которые сразу же добавляются в список `List` (`List<Person> people = new List<Person>()`). Далее, выполняется сам цикл деления по парам участников данной категории и они сразу же вносятся в таблицу.



```
if (people[0].Trener != people[i].Trener)
{
    if (k == 0) k = i;
    if (people[0].City != people[i].City)
    {
        dataTableFinal.Rows.Add(people[0].Name, people[0].Gender,
people[0].Age, people[0].Weight, people[0].City, people[0].Trener);
        dataTableFinal.Rows.Add(people[i].Name, people[i].Gender,
people[i].Age, people[i].Weight, people[i].City, people[i].Trener);
        people.RemoveAt(i);
        people.RemoveAt(0);
        k = 0;
        dataTableFinal.Rows.Add();
        break;
    }
    if (i == (people.Count - 1))
    {
        dataTableFinal.Rows.Add(people[0].Name, people[0].Gender,
people[0].Age, people[0].Weight, people[0].City, people[0].Trener);
        dataTableFinal.Rows.Add(people[k].Name, people[k].Gender,
people[k].Age, people[k].Weight, people[k].City, people[k].Trener);
        people.RemoveAt(k);
        people.RemoveAt(0);
        k = 0;
        dataTableFinal.Rows.Add();
        break;
    }
}
dataGridViewMale.DataSource = dataTableFinal;
```

Существуют и другие исключения, которая данная система тоже учитывает (в категории нечетное количество участников, большое количество участников одного тренера и т.д.).

Таким образом, данная интеллектуальная информационная система получает на вход файл с таблицей и выдает на выходе разделенные на пары участников данной категории в виде таблицы, которую остается только распечатать. А значит, мы экономим огромное количество времени.

Литература

1. Официальный сайт РТ <http://tatarstan.ru/about/capital.htm>
2. Стиллмен Э., Грин Д. Изучаем С#. – СПб.: Питер, 2016 – 816 с.
3. Официальный сайт Национального союза Карате Кёкусинкай Республики Татарстан <http://kyokushin-rt.ru/>



APPLICATION RESPONSES WEIGHING OPERATION TO PROBLEMS OF DETERMINING THE MEASURING INSTRUMENTS DYNAMIC CHARACTERISTICS

(Department of Information Systems, Technology and Communication
Don State Technical University, Pyatigorsk, Russia)

I. INTRODUCTION

In most data processing tasks are frequently used parametric spectral analysis techniques, which are based largely on the method of least squares:

$$XA + E = Y$$

or

$$\begin{pmatrix} x_{p-1} & x_{p-2} & \dots & x_1 \\ x_p & x_{p-1} & \dots & x_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{N-1} & x_{N-2} & \dots & x_{N-p-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_p \\ e_{p+1} \\ \vdots \\ e_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_p \\ x_{p+1} \\ \vdots \\ x_N \end{pmatrix}$$

and expectation errors

$$e \mathbf{M}(e) = 0$$

and dispersion

$$\mathbf{M}(e^2) = \sigma^2 \mathbf{I}_n.$$

Then, by the Gauss-Markov theorem, the least squares estimation method is

$$\mathbf{A} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \quad (1)$$

the most effective (in the sense of least variance) estimate in the class of linear unbiased estimators.

Formulating and solving problems. But in response to the condition of constancy of the variance short record length for the entire length of the recording is not always feasible. The following method can be used to eliminate or reduce the influence of heterogeneity of error in determining the parameters.

In order to reduce the effect of noise and to improve the following methods of parametric spectral analysis of the stability of solutions are developed:

- method of weighted coefficients inversely proportional errors;
- method of weighted coefficients proportional to the instantaneous power of the signal;
- method of weighted coefficients proportional to the amount of units in a sliding window;
- method of weighted coefficients using the estimated or known characteristics of the type of measuring instrument;



- weighing method for low-frequency component;
- method with adaptive weighting.

At the core of these methods is the estimation of the model parameters change agents by solving the system of equations:

$$\begin{pmatrix} x_{p-1} & x_{p-2} & \dots & x_1 \\ x_p & x_{p-1} & \dots & x_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{N-1} & x_{N-2} & \dots & x_{N-p-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_p \\ e_{p+1} \\ \vdots \\ e_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_p \\ x_{p+1} \\ \vdots \\ x_N \end{pmatrix} \quad (2)$$

or in matrix form $\mathbf{XA} + \mathbf{E} = \mathbf{Y}$, with the proviso that the expectation errors e is zero $M(e) = 0$, respectively, and the dispersion is $M(e^2) = \sigma^2 I_n$ constant over the entire length of the implementation. Under these conditions the method of least squares is used for the solution of a system (2).

The first stage uses a standard method of least squares and stored vector \mathbf{A} , an error vector is then computed:

$$\mathbf{E} = [e_p, e_{p+1}, e_{p+2}, \dots, e_n]^T$$

$$\mathbf{E} = \mathbf{Y} - \mathbf{XA}.$$

It turns out

$$x_n = -a_1 x_{n-1} - a_2 x_{n-2} - a_3 x_{n-3} - \dots - a_p x_{n-p} \quad (3)$$

Further dividing term by term (3), we obtain

$$\frac{x_n}{e_n} = -a_1 \frac{x_{n-1}}{e_n} - a_2 \frac{x_{n-2}}{e_n} - a_3 \frac{x_{n-3}}{e_n} - \dots - a_p \frac{x_{n-p}}{e_n}$$

Applying again a standard method of least squares, we obtain the estimates \mathbf{A} while minimizing the amount of

$$U(\mathbf{A}) = \sum_{i=p}^N \left(\frac{1}{e_i} \left(x_n - \sum_{j=1}^p a_j x_{i-j} \right) \right)^2.$$

The idea is as follows. When using a standard least squares method minimizes the amount of

$$U(\mathbf{A}) = \sum_{i=p}^N \left(\left(x_n - \sum_{j=1}^p a_j x_{i-j} \right) \right)^2,$$

in which different terms give different statistical contribution due to various dispersions, which leads to inefficiency estimates the least squares method. Weighing each case by a factor $1/e_i$, it is possible to eliminate the heterogeneity, or rather, give greater weight to the observations with a small error.

The second method is based on the method of weighting coefficients in propor-



tion to the instantaneous power signal.

Unlike the first method, this one-step method.

The essence of the method is to minimize the amount of:

$$U(A) = \sum_{i=p}^N \left(s_i \left(x_n - \sum_{j=1}^p a_j x_{i-j} \right) \right)^2,$$

where s_i is calculated by the following formula:

$$s_i = |x_i| / \sum_{j=p}^N |x_j|.$$

This weighting makes it possible to take into account the reports is proportional to the amplitude.

The responses from the sensors have a short length/duration, and mostly it is very difficult to ensure that at different N standard deviation were the same. Therefore, the use of such weighing makes it possible to enhance the data with large and small to ease data reporting values.

The third method is based, as the second, weighting coefficients on, but unlike this method, weighting factors are as follows:

$$s_i = \sum_{j=0}^{p-1} |x_{i-j}| / \sum_{j=p}^N |x_j|.$$

The fourth method is based on the fact that the response is modeled by the sum of damped sinusoids. The first part of the procedure - normal use of the Prony-method. After finding the parameters of damped sinusoid apply the least squares method again, the assessment is minimized by the weighted coefficients in proportion to the absolute low-frequency component, which makes it possible to take into account the most heavily initial reports and peak values.

The use of weighting operation reduce the impact of noise and, most importantly, reduce the model order.

Description of the developed proposals. Designed weighing methods are based on a three-step procedure. The first step is to find a standard assessment of the vector A of parameters of the mathematical model for the relations (1) with the modified Prony-method. In the second step it is calculated error vector $E = Y - XA$, the results of which were weighed. In the third step, taking into account the results of the weighing is carried out again to find the vector A of parameters of the mathematical model. Application developed by weighting methods can improve the stability of finding a mathematical model parameters means estimates measurements to reduce its order, and reduces the influence of samples with low signal/noise ratio. The proposed methods of weighting applied not directly to the data readings, and the equations of normal systems, there is rationing of equations in the process of applying the method of least squares. This is essential when using the methods of the weighted coefficients gets proper selection response duration.

In applying the method of least squares on the Gauss-Markov theorem, evalua-



tion of response options are most effective (in the sense of least variance) estimates in the class of linear unbiased estimates provided constant variance throughout the length of the data that responses with a short recording length is not always feasible. To eliminate or reduce the impact of data errors heterogeneity suggested a method of weighted coefficients inversely proportional errors.

Using the standard method of least squares for a short duration of response is based on the minimization of the discrepancies in the different terms which give different statistical contribution due to various dispersions, which leads to inefficiency estimates the least squares method. It is shown that, weighing each observation by a factor $1/e_i$ can be eliminated heterogeneity, giving greater weight to the observations with a small error.

The first stage uses a standard least squares method for computing estimates \mathbf{A} of the systems of equations (1).

In the second stage error vector $\mathbf{E} = [e_p, e_{p+1}, e_{p+2}, \dots, e_n]^T$ is calculated by the relations $\mathbf{E} = \mathbf{Y} - \mathbf{XA}$, on the basis of which carried out the valuation equation for the current error e_n , if it exceeds a predetermined threshold:

$$\frac{x_n}{e_n} = a_1 \frac{x_{n-1}}{e_n} + a_2 \frac{x_{n-2}}{e_n} + a_3 \frac{x_{n-3}}{e_n} + \dots + a_p \frac{x_{n-p}}{e_n}.$$

Further, using the method of least squares estimation vector calculating refined by minimizing the amount of:

$$U_1(\mathbf{A}) = \sum_{i=p}^N \left(\frac{1}{e_i} \left(x_n - \sum_{j=1}^p a_j x_{i-j} \right) \right)^2.$$

Discussion of research results.

The proposed method is preferably used for responses to low signal/noise ratio in the presence of errors. This method allows to determine the dynamic characteristics of measuring instruments, not overstating the order of a mathematical model, while reducing the impact of noise and errors. The simulation results (Figure 1) show that the signal/noise ratio 5/1 and the unit slips mathematical model parameters are determined with an accuracy of 1%, and the response error of approximation (see Figure 1, c) is not more than 2-3%. The disadvantage of this method is its labor intensity associated with the need to perform a three-step procedure.

The development of this method are one-step methods of weighted coefficients. The method of the weighted coefficients proportional to the instantaneous amplitude of the signal, the essence of which is to minimize the amount of:

$$U_2(\mathbf{A}) = \sum_{i=p}^N \left(s_i \left(x_n - \sum_{j=1}^p a_j x_{i-j} \right) \right)^2,$$

where s_i is calculated by the following formula:



$$s_i = |x_i| / \sum_{j=p}^N |x_j|.$$

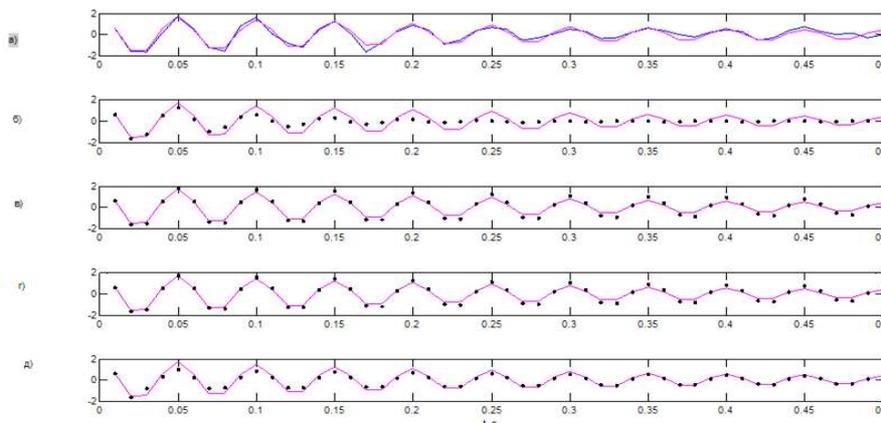


Figure 1. The results of the application of weighting methods: a – signal and noise signal; b – the results of processing with the use of modernized method Prony; c – use of the method of weighted coefficients; d – the application of the method of weighted coefficients proportional to the instantaneous amplitude of the signal; e – the use of a method that uses a coefficient proportional to the amount of modules in response sliding window

This weighting makes it possible to take into account in proportion to the amplitude of the samples (see Figure 1, d). The main advantage of this method is the ability to select the optimal response duration. At the same time, this method is more sensitive to errors. The simulation results confirm the ability of a method to weaken the influence of the "tail" of the response to determine the parameters of the model. The method allows to determine the parameters of up to 0.5-1%, and the response of the approximation error does not exceed 2%.

In the method of the weighted coefficients, which are proportional to the sum of the modules in a sliding window, weighting coefficients are normalized by the following formula:

$$s_i = \sum_{j=0}^{p-1} |x_{i-j}| / \sum_{j=p}^N |x_j|.$$

In this method, the response is submitted in the form of an autoregressive model of order p , and weighting the selected equation involves only p previous samples, which is calculated based on the initial reference value. This approach using integrated assessments to reduce the model order, reduces the impact of near misses and the effect of the trend, present in the response, making computing more sustainable results. The simulation showed that this method for a signal/noise ratio of 5/1, allows you to define the parameters of a mathematical model to within 0.5-1.5% (see Figure 1, e.), and the response approximation error does not exceed 2%.

A method for weighing a low frequency component based on the Prony-method is applied, through which the search parameters damped sinusoids. Then, using the method of least squares estimates obtained by the weighted coefficients are



minimized in proportion to the instantaneous values of the module low-frequency component that makes it possible to take into account the initial and peak values of samples.

The effect of weighting methods is shown in Figure 1, which shows that the application of the developed methods allows to obtain more accurate results than the Prony-method.

It is developed a method with adaptive weighting, which comprises applying the two-step procedure. In the first step use the standard method of least squares. Residues are calculated in the second step and all the samples for which a large residues are replaced with the values calculated using the autoregressive approximation and least squares procedure is repeated. The main advantage of the developed adaptive method is the stability of its solutions and the independence of the individual errors. In the simulation, the error in determining the parameters do not exceed 0.5-1%, and the determination of response error is 3%.

Thus, the use of the developed methods based on weighing, would greatly reduce the effects of blunders and response areas with high noise

References

1. V. Iosifov, “Analysis of mathematical models of measuring transformations,” Reporter of the North Caucasus State Technical University, Stavropol', Russia, vol. 4. pp. 82-88, 2005.
2. V. Iosifov, “Simulation approach to the problem of determining the dynamic characteristics of measuring instruments,” Don Engineering Reporter, Rostov-na-Donu, Russia, vol. 14 (4), pp. 359-363, 2010.
3. M. Mjasnikova, A. Dmitrienko, V. Iosifov, “Method of processing sensor response censored samples,” Sensors and Systems, Moscow, Russia, vol. 7. pp. 6-7, 2012.
4. M. Sherbakov, V. Iosifov, “Simulation approach to the method of treatment response sensors of mechanical quantities,” Sensors and Systems, Moscow, Russia, vol. 10. pp. 26-29, 2014.

Г.С. Кириченко

РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

(АО «РКЦ «Прогресс», г. Самара)

Рассматриваются переход на интерактивную электронную эксплуатационную документацию на ракетно-космические изделия, разрабатываемые в едином информационном пространстве предприятия.

Жизненный цикл изделия, интерактивное электронное техническое руководство, информационные технологии, эксплуатационная документация



Космическая отрасль Российской Федерации переживает сейчас переходный момент: идёт интенсивное внедрение новых материалов, технологий и принципов работы на всех этапах жизненного цикла изделия (ЖЦИ), ставятся новые задачи, в ответ на которые запускаются новые проекты. Главная цель – качественная и современная техника, разработанная с ограничениями по времени и с минимальными затратами, с актуальной и удобной в использовании конструкторской и эксплуатационной документацией (КД и ЭД соответственно).

Организация разработки ЭД «как надо» требует больших усилий, финансовых вложений, и при этом посчитать потери ресурсов при разработке ЭД «как есть» практически невозможно, так как подсчёт убытков при возникновении ошибок, задержек и правок на этапе эксплуатации, которые не повлекли серьезных отказов или аварий, не ведется, они только фиксируются на бумаге или устраняются без документального подтверждения. В данном случае необходимо руководствоваться здравым смыслом и опытом предприятий, внедривших системы автоматизированного управления ЖЦИ.

Для наукоемких изделий, разработку которых начинают в настоящее время или начнут в ближайшем будущем, необходимо создавать структуру изделия (ЭСИ), которая по ГОСТ 2.053-2013 может состоять из функциональной, конструктивной, производственно-технологической, физической, эксплуатационной и совмещенной ЭСИ. При этом коллективу предприятия важно осознать, что именно ЭСИ является главным конструкторским документом, а её создание и поддержка в актуальном состоянии обязательны. В ГОСТ 2.053-2013 также говорится, что эксплуатационная ЭСИ предназначена для группирования и отображения информации о тех составных частях изделия, которые подлежат обслуживанию и/или замене в ходе использования изделия по назначению. Очевидно, что все исходные данные для эксплуатационной ЭСИ должны быть получены из конструкторской ЭСИ с сохранением ассоциативной связи между объектами. ЭД может быть выполнена в виде интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР).

В АО «РКЦ «Прогресс» уже внедрены информационные технологии (ИТ), позволяющие формировать конструкторскую и производственно-технологическую ЭСИ. В используемой на предприятии PDM-системе Windchill конструкторская ЭСИ состоит из объектов типа «Часть», которые хранят в себе всю атрибутивную информацию о каждой детали-сборочной единице (ДСЕ) и связанные пространственные модели (3D-модели), чертежи и прочие сопутствующие документы. Дополнительно ЭСИ позволяет поддерживать актуальность данных об изделии в любой момент времени, отслеживать проводимые изменения, управлять конфигурацией изделия.

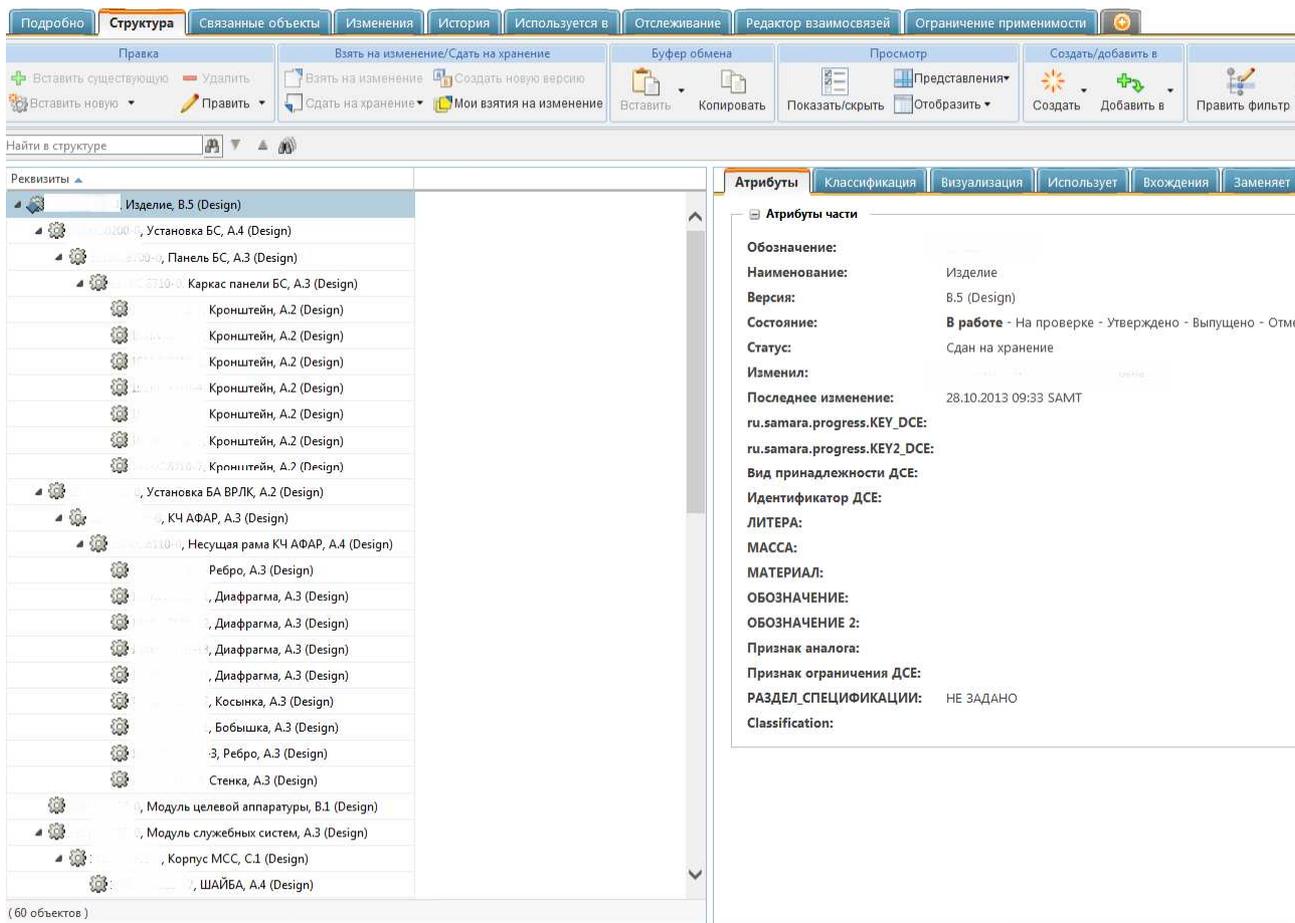


Рис.1 – Конструкторская ЭСИ в PDM-системе Windchill

В АО «РКЦ «Прогресс» также проводится комплекс работ по отработке технологии создания ИЭТР, которые в будущем должны заменить традиционную бумажную ЭД. Общий принцип разработанной технологии заключается в следующем. В PDM-системе Windchill на основе 3D-моделей в контексте конструктора создается облегченный переходный файл, ассоциативно связанный с «родителем». Данный файл используется для создания ассоциативно связанных файлов с иллюстрациями и анимацией, которые впоследствии используются в ИЭТР. Параллельно с разработкой графического наполнения конструктор создаёт структуру документа и его текстовое наполнение. Важно, что используемый формат документов, XML, позволяет использовать блочный принцип построения документов и, при необходимости, заимствовать блоки из других документов, что порой может существенно сэкономить время и усилия конструктора. Еще одно преимущество внедряемой технологии – свобода конструктора от форматирования документа, он занимается только графическим и текстовым наполнением. Форматирование документа происходит автоматически на этапе публикации документа в выбранный формат (PDF, WEB, EPUB т.д.). Для осуществления процесса экспорта XML-документа в данные форматы были разработаны соответствующие стили, которые загружаются на сервер публикаций и используются при обращении конструктора к нему через сервис, установленный в PDM-системе Windchill.

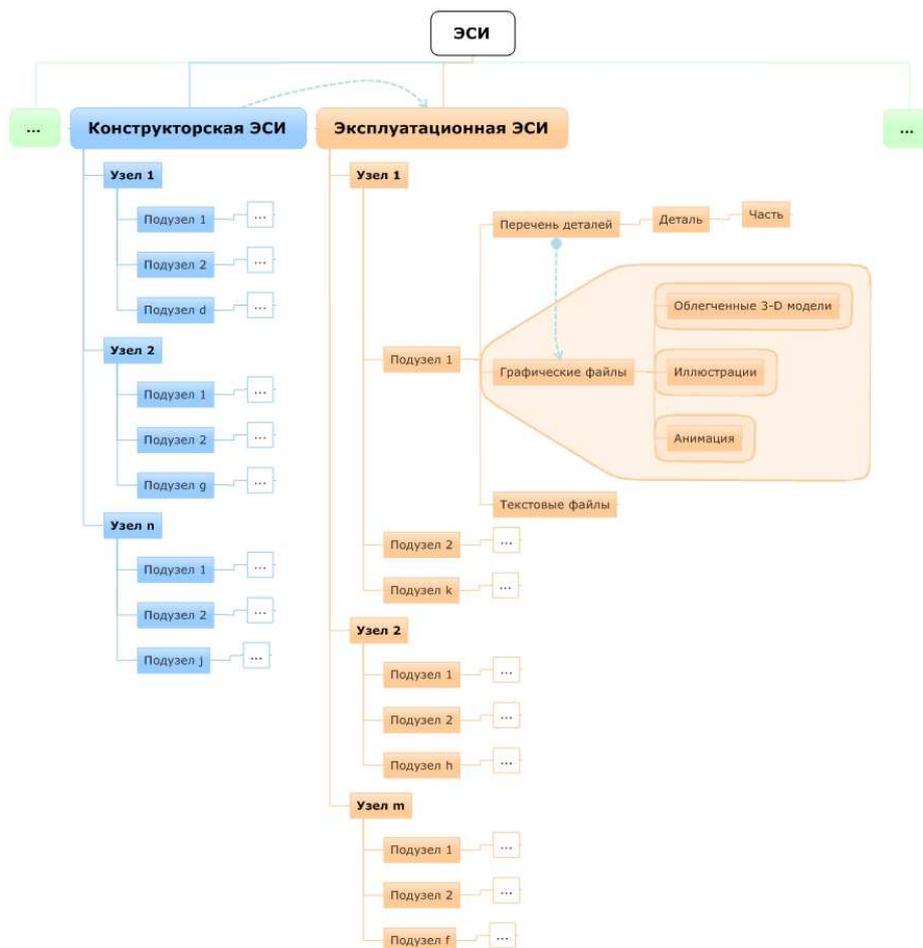


Рис.2 – Взаимодействие конструкторской и эксплуатационной ЭСИ



Рис.3 – Взаимодействие конструкторской и эксплуатационной ЭСИ



Данная технология позволяет решить одну из ключевых проблем создания рабочей КД – распараллеливание работ проектных и конструкторских подразделений, которые до этого шли последовательно. Создание основного конструкторского документа, который в дальнейшем уйдет технологом, может идти параллельно с разработкой эксплуатационного документа за счет использования ассоциативности между конструкторскими 3D-моделями и графическим наполнением ЭД. При таком подходе формирование эксплуатационной ЭСИ может начинаться на этапе эскизного или технического проекта, как устанавливает ГОСТ 2.053-2013.

П.О. Корчагин, С.А. Пиявский

Квазигенетический алгоритм оптимизации «мозаики критериев»

(Самарский государственный технический университет)

Рассматривается задача выбора наиболее рациональной альтернативы, при их многокритериальной оценки. Под политикой выбора понимается отношение критериев к различным группам важности. Как показывает опыт, лицо принимающее решение нуждается в представлении результатов рационального выбора для целого ряда различных политик выбора, с тем чтобы сопоставить своё размытое представление о ценности критериев с результатами рационального выбора. В [1,2] предложен способ наглядного представления результатов многокритериальной сравнительной оценки объектов для набора политик выбора. Он состоит в формировании т.н. «мозаики критериев». Мозаика критериев представляет собой таблицу, где строками являются политики выбора, а столбцами - критерии. Набор вариантов политик выбора, группируются в карты по альтернативам, ставшим лучшими. При полном переборе вариантов вычислительная сложность очень высока и не позволяет оптимизировать мозаику при количестве политик выбора большем девяти [2]. В статье предлагается эвристический алгоритм, направленный на оптимизацию «мозаики критериев», позволяющий, как показали вычислительные эксперименты, получить приемлемый результат при числе критериев до пятнадцати.

Введём обозначения:

K_s - карта целевых установок порождающих оптимальное решение S

i - номер строки (политика выбора), $i = 1 \dots n_s$

j - номер столбца (критерий), $j = 1 \dots m_s$

a_{ij}^s - группа важности критерия j в политике выбора i

I_s - набор политик выбора, в которых наилучшим решением является y_s

Дальнейшее рассмотрение алгоритма будем вести для одной карты и опустим индекс S

Оптимизация мозаики критериев квазигенетическим алгоритмом состоит из нескольких шагов.



Шаг 1. Исходная матрица сортируется по градации строки для нахождения первого элемента оптимизированной матрицы. Первым элементом оптимизированной матрицы является строка с минимальной градацией. Градация строки высчитывается по формуле:

$$\sum_{i=1}^j g_i = |g_j - g_{j-1}| + |g_j - g_{j+1}|$$

Где j - количество критериев, g_i - элемент i -ой строки матрицы.

Шаг 2. Строится матрица близости строк, которая показывает насколько сильно строки отличаются друг от друга. Главная диагональ матрицы является пустой, а значения матрицы симметричны относительно главной диагонали. Значения заполняются для соседних строк. Градация рассчитывается между i -ым элементом строки и i -ым элементом следующей строки. Элементами строки, находящимися в соседних столбцах можно пренебречь, т. к. колонки фиксированы для доступного сравнения альтернатив лицом принимающим решения. Градация для соседних строк высчитывается по формуле (2).

$$\sum_{i=1}^j h_i = |h_{i,j} - h_{i+1,j}|, (2)$$

При этом происходит накопление весовых коэффициентов близости строк.

Таблица 1 — пример матрицы близости строк

	Политика выбора 1	Политика выбора 2	Политика выбора 3	Политика выбора 4
Политика выбора 1		0,5		
Политика выбора 2	0,5		0,75	
Политика выбора 3		0,75		0,67
Политика выбора 4			0,67	

Шаг 3. Оставшиеся строки матрицы заполняются псевдослучайным способом с учётом весовых коэффициентов из матрицы близости. Наиболее быстрым методом для дискретного распределения вероятностей является метод алиаса, поскольку время выполнения константно $O(1)$ [3,4]. Весовой коэффициент в методе алиаса является обратным значением коэффициента близости между строк. Для пар строк, у которых близость не определена градация берётся как минимальная из возможных вариантов.

Шаги 2 и 3 повторяются до тех пор, пока не будет достигнута необходимая точность вычисления.

Накопление значения близости между строками повышает шансы схожих строк быть рядом в оптимизированной матрице, что позволяет лицу принимающему решения видеть более полную картину связи между группами важности критериев и альтернативами, что должно уменьшить субъективность и улучшить качество при принятии решений.



Литература

1. Пиявский С.А. Оптимизация «мозаики критериев» // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии. - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015.
2. Пиявский, С.А. Метод «уверенных суждений ЛПР» при принятии решений в условиях неустранимой неопределенности [Текст] / С. А. Пиявский, Самара, СГАСУ, 2014. – 24 с.
3. Walker J. A. Transactions on Mathematical Software // An Efficient Method for Generating Discrete Random Variables with General Distributions. - New York, NY, USA: ACM, 1977. - С. 253-256 .
4. Дональд Кнут Искусство программирования, том 2. Получисленные алгоритмы — 3-е изд. — М.: «Вильямс», 2007. — С. 832. — ISBN 0-201-89684-2

С.А. Кузин, П.А. Львов

ДАТЧИК-СИГНАЛИЗАТОР ПОЖАРА ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СХЕМЫ ТОКОВОЙ ПЕТЛИ

(Энгельское опытно-конструкторское бюро «Сигнал»,
г. Энгельс, Саратовская область)

Мировой и отечественный опыт все более очевидно показывает, что эффективность борьбы с пожарами зависит в большей степени не от совершенствования методов пожаротушения, а от своевременности и точности оповещения о них на ранней стадии возникновения. Исследованиями и практикой доказано, что простым и надежным методом по упреждению пожаров в пассажирских терминалах является использование автоматических систем пожарной сигнализации и водного пожаротушения [1].

Определяющим фактором в своевременном тушении пожара является его раннее обнаружение и определение точного места возгорания. Для этого служат системы пожарной сигнализации, работающие постоянно и ведущие наблюдение за всеми помещениями объекта.

В случае, когда объектом, требующим защиты от пожара, является самолет (в том числе и беспилотный), то к системе сигнализации пожара предъявляются дополнительные требования: минимальный вес, удобство монтажа, высокая надежность извещателя пожара и т.д.

Самыми распространенными не только по эффективности обнаружения пожара, но и по иным параметрам, например, стоимости, простоте конструкции, времени автономной работы, являются тепловые пожарные извещатели. Само название говорит о том, что они реагируют на изменение температуры в помещении, или направленное тепловое излучение от горящих предметов.

Исходя из упомянутых выше требований была предложена следующая схема датчика-сигнализатора пожара для самолета. Его структурная схема по-



казана на рисунке 1, где обозначено I – генератор переменного тока; A_1, \dots, A_N – операционные усилители; MUX – мультиплексор; ADC – аналого-цифровой преобразователь (АЦП), МР – микропроцессор.

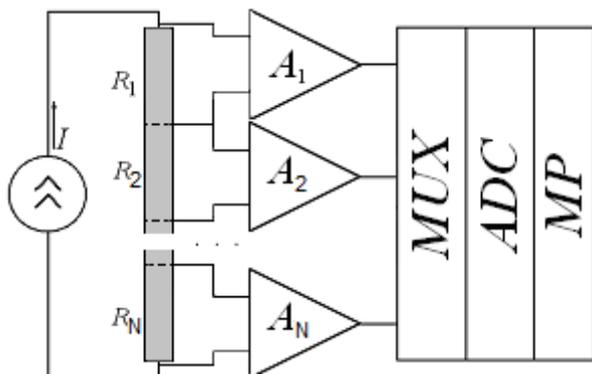


Рисунок 1 – Блок-схема датчика-сигнализатора

Работа датчика основана на следующем принципе. Никелевая проволока (на рисунке показана сплошным серым цветом) разбивается на N участков примерно равной длины, имеющих соответственно некоторые сопротивления R_1, \dots, R_N . Вся проволока включается в петлю, питаемую переменным током от генератора. С каждого участка, на которые разбивается проволока, снимается напряжение, усиливается с помощью операционных усилителей A_1, \dots, A_N . Сигналы с выходов операционных усилителей оцифровываются и подаются в микропроцессор, где производится вся последующая обработка в цифровом виде. Удобство этой схемы определяется тем, что сигналы с выходов операционных усилителей практически не зависят от сопротивлений соединительных проводов [2], хотя сами провода могут быть достаточно длинными и иметь разное сопротивление для различных участков никелевой проволоки.

Схематично сигнал, снимаемый с некоторого i -го участка, на которые разбита проволока, показан на рисунке 2. Оцифрованные сигналы, показанные вертикальными линиями) могут быть представлены в следующем виде [2]:

$$v_{ik} = V_i(t_k) = A_i \sin[2\pi f_0 t_{ik} + \varphi_i] + B_i, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad k=1, 2, \dots, K, \quad (1)$$

где: $v_{ik} = V_i(t_k)$ – оцифрованное напряжение, снимаемое с участка с номером i в

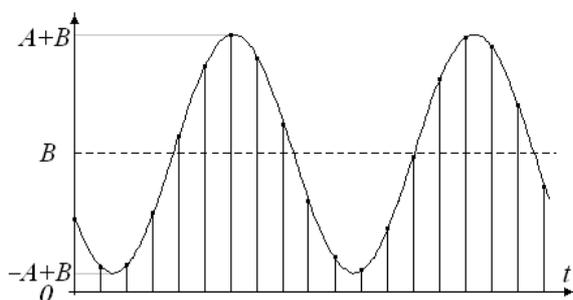


Рисунок 2 – Сигнал с выхода операционного усилителя и его дискретные отсчеты

момент времени t_k ; A_i и φ_i – неизвестные амплитуда и фаза сигнала, снимаемого с i -го участка; B_i – постоянная составляющая сигнала, которая необходима для его оцифровки в диапазоне от 0 до 5 В с помощью АЦП (считается неизвестной из-за нестабильности операционных усилителей, у которых возможен дрейф нуля); f_0 – известная частота генератора тока; ξ_{ik} – погрешности измерения напряжения на i -м участке в момент времени t_k , которые считаются

случайными, распределенными по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и неизвестной дисперсией.

Раскрыв скобки в (1), легко получить следующую систему:

$$v_{ik} = A_i \sin(2\pi f_0 t_{ik}) \cdot \cos \varphi_i + A_i \cos(2\pi f_0 t_{ik}) \sin \varphi_i + B_i + \xi_{ik}, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad k=1, 2, \dots, K, \quad (2)$$

которая после стандартной замены переменных:



$$\begin{cases} q_{1i} = A_i \cos \varphi_i, \\ q_{2i} = A_i \sin \varphi_i, \\ q_{3i} = B_i, \end{cases} \quad \begin{cases} x_{ik1} = \sin(2\pi f_0 t_{ik}), \\ x_{ik2} = \cos(2\pi f_0 t_{ik}), \\ x_{ik3} = 1; \end{cases} \quad k=1, 2, \dots, K; i=1, 2, \dots, N$$

становится линейной относительно новых неизвестных q_{i1}, q_{i2}, q_{i3} :

$$v_{ik} = \sum_{j=1}^3 q_{ij} x_{ikj} + \xi_{ik}, \quad i=1, 2, \dots, N, k=1, 2, \dots, K. \quad (3)$$

Итак, с каждого участка проволоки снимается серия из K измерений напряжения. Поскольку в системах (2) и (3) три неизвестных (амплитуда, фаза и смещение), то достаточно трех измерений, но для повышения точности объем выборки желательно делать больше ($K \geq 3$). На основании проведенных измерений для каждого участка находится амплитуда сигнала, которая в данном случае является информативным параметром. Если измерений больше трех, то система (3) решается по методу наименьших квадратов (МНК) [3]. Для удобства перепишем ее в матричном виде:

$$V_i = X_i \cdot q_i + \Xi_i, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

где обозначено: $V_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iK})^T$ – вектор измеренных напряжений; $q_i =$

$$(q_{i1}, q_{i2}, q_{i3})^T \text{ – вектор промежуточных неизвестных; } X_i = \begin{pmatrix} x_{i11} & x_{i12} & x_{i13} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{iK1} & x_{iK2} & x_{iK3} \end{pmatrix}.$$

Решение системы (6) по МНК задается известным выражением [3]:

$$\hat{q}_i = (X_i^T X_i)^{-1} (X_i^T V_i), \quad i=1, 2, \dots, N, \quad (5)$$

где $^{-1}$ обозначает операцию нахождения обратной матрицы, T – транспонирование матрицы, после чего вычисляется оценка амплитуды сигнала

$$\hat{A}_i = \sqrt{\hat{q}_{i1}^2 + \hat{q}_{i2}^2}, \quad i=1, 2, \dots, N. \quad (6)$$

Датчик работает следующим образом. Производится постоянный мониторинг амплитуд всех участков, т.е. микропроцессор поочередно решает систему типа (3) или (4) для каждого участка. Если какой-то из участков (или несколько) подвергаются действию пламени пожара, то данный участок (участки) будет нагреваться, вследствие чего его сопротивление повысится. Так как ток в контуре петли имеет постоянную амплитуду, то амплитуда напряжения, снимаемого с нагреваемого участка, будет повышаться. Отслеживая изменение амплитуды сигнала с участков, можно определить номер участка, где произошло возгорание. Если изменение амплитуды не происходит, то это свидетельствует, что участок либо не подвергался действию пламени, либо это действие прекратилось (например, в результате автоматического тушения пожара).

В случае, когда участков много ($N \geq 12 \div 15$), а используемый микропроцессор имеет ограниченный ресурс по скорости обработки, то можно ускорить процесс решения системы (4) по МНК. Для этого требуется правильно спланировать проводимый эксперимент.

Основная сложность расчета оценок параметров q_i в соответствии с выражением (5) – это вычисление обратной матрицы от $(X_i^T X_i)$, которая имеет вид:



$$(\mathbf{X}_i^T \mathbf{X}_i) = \begin{pmatrix} \sum_{k=1}^K \cos^2(2\pi f_0 t_{ik}) & \sum_{k=1}^K \cos(2\pi f_0 t_{ik}) \sin(2\pi f_0 t_{ik}) & \sum_{k=1}^K \cos(2\pi f_0 t_{ik}) \\ \sum_{k=1}^K \cos(2\pi f_0 t_{ik}) \sin(2\pi f_0 t_{ik}) & \sum_{k=1}^K \sin^2(2\pi f_0 t_{ik}) & \sum_{k=1}^K \sin(2\pi f_0 t_{ik}) \\ \sum_{k=1}^K \cos(2\pi f_0 t_{ik}) & \sum_{k=1}^K \sin(2\pi f_0 t_{ik}) & K \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Если известна частота дискретизации АЦП f_s , то необходимо так выбрать частоту генератора синусоидального напряжения f_0 , чтобы она в целое число раз была меньше f_s , т.е. частота дискретизации должна быть кратна частоте генератора. В этом случае на одном периоде сигнала генератора будет укладываться постоянное целое количество отсчетов этого сигнала. Другими словами интервал времени между соседними отсчетами Δt будет связан с периодом сигнала генератора T_0 следующим соотношением: $T_0 = M \cdot \Delta t$, где M – целое число.

В этом случае все следующие суммы будут равны нулю, как суммы целого числа отсчетов на полном периоде гармонического сигнала:

$$\sum_{k=1}^K \cos(2\pi f_0 t_{ik}) = \sum_{k=1}^K \sin(2\pi f_0 t_{ik}) = \sum_{k=1}^K \cos(2\pi f_0 t_{ik}) \sin(2\pi f_0 t_{ik}) = 0, \quad i=1, 2, \dots, N,$$

а две другие суммы, входящие в (7), соответственно равны:

$$\sum_{k=1}^K \cos^2(2\pi f_0 t_{ik}) = \sum_{k=1}^K \sin^2(2\pi f_0 t_{ik}) = \frac{K}{2} \quad i=1, 2, \dots, N.$$

Тогда выражение для матрицы $(\mathbf{X}_i^T \mathbf{X}_i)$ существенно упрощается:

$$(\mathbf{X}_i^T \mathbf{X}_i) = K \begin{pmatrix} 1/2 & 0 & 0 \\ 0 & 1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad i=1, 2, \dots, N. \quad \text{Откуда } (\mathbf{X}_i^T \mathbf{X}_i)^{-1} = \frac{1}{K} \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

После этого выражения для оценок коэффициентов q_{i1} и q_{i2} , от которых зависит амплитуда, легко выписываются аналитически:

$$\hat{q}_{i1} = \frac{2}{K} \sum_{k=1}^K v_{ik} \cos(2\pi f_0 t_{ik}), \quad \hat{q}_{i2} = \frac{2}{K} \sum_{k=1}^K v_{ik} \sin(2\pi f_0 t_{ik}) \quad i=1, 2, \dots, N, \quad (8)$$

Есть еще один резерв повышения скорости расчета оценок в соответствии с (8). Пусть моменты отсчетов сигнала на каждом из участков будут:

$$t_{ik} = t_{i0} + (k-1)\Delta t, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad k=1, 2, \dots, K. \quad (9)$$

Поскольку нас интересует только оценка амплитуды, то величину t_{i0} можно выбрать произвольной, например, $t_{i0} = 0$. Тогда можно заранее рассчитать все синусы и косинусы от кратных Δt моментов времени (9), которые запоминаются в памяти микропроцессора. В результате вычисление оценок параметров q_{i1} и q_{i2} сведется к вычислению взвешенных сумм:

$$\hat{q}_{i1} = \frac{2}{K} \sum_{k=1}^K v_{ik} c_k, \quad \hat{q}_{i2} = \frac{2}{K} \sum_{k=1}^K v_{ik} s_k \quad i=1, 2, \dots, N, \quad k=1, 2, \dots, K, \quad (10)$$

где: $c_k = \cos[2\pi f_0(k-1)\Delta t]$ и $s_k = \sin[2\pi f_0(k-1)\Delta t]$ – числа из памяти микропроцессора.



Более того, может быть можно проводить анализ, не используя амплитуды, а только их квадраты. Тогда можно не вычислять корень из суммы квадратов оценок q_{i1} и q_{i2} , в выражении (6), что еще упрощает все расчеты.

Предложенный датчик-сигнализатор пожара очень прост в изготовлении, при этом его несложно монтировать в самолете. Поэтому авторы считают перспективным его использования для сигнализации возможных пожаров на самолетах, в том числе и беспилотных.

Литература

1. Бочкарев, А.Н. Система противопожарной безопасности на авиатранспорте / А.Н. Бочкарев, И.А. Бочкарев // Мир транспорта, 2013. – № 3. – С. 162-167.

2. L’vov, A.A. The use of current loop circuit as a signal conditioner for high accuracy digital piezoresistive pressure sensors / A.A. L’vov, P.A. L’vov, R.S. Konovalov, S.A. Kuzin // Proceedings of X International Scientific and Technical Conference “Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines”. – Omsk: Omsk State Technical University, 2016. – P. 24-28.

3. L’vov, A. Improvement of Piezoresistive Pressure Sensor Accuracy by Means of Current Loop Circuit Using Optimal Digital Signal Processing / A. L’vov, P. L’vov, R.Konovalov // Proceedings of the 2016 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference (2016 EIConRusNW), February 2-3, 2016, St. Petersburg, Russia, P. 279-282.

П.К. Кузнецов, Б.В. Мартемьянов

МЕТОД СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИНВАРИАНТНЫЙ К ОСВЕЩЕННОСТИ СЦЕНЫ

(Самарский государственный технический университет)

Введение. Базовой операцией при решении задачи построения 3-D модели сцены, наблюдаемой видеосистемой, является совмещение регистрируемых видеосистемой кадров изображения. Одним из факторов, существенно затрудняющих такое совмещение, является изменение освещенности наблюдаемой сцены в процессе регистрации. В докладе излагается вариант метода совмещения изображений, инвариантный к изменению освещенности сцены. Метод является развитием изложенного в [1, 2] метода функционализации параметров изображений (далее, метод функционализации). Предлагаемый вариант метода функционализации отличается от исходного тем, что в нем использован нелинейный нормированный функционал, инвариантный к вариации освещенности сцены.

Постановка задачи совмещения изображений

Функцию распределения освещенности (ФРО) изображения, формируемую бортовой либо стационарной изобразительной системой (ИС) в момент времени t , обозначим как $E(\mathbf{x}, t)$. Считается, что ИС изопланатична.



Процесс съемки организован так, что в анализируемых L и R кадрах существуют подобласти, содержащие изображения одних и тех же объектов наблюдаемой сцены (сопряженные фрагменты), то есть кадры имеют «перекрывтия». Задача состоит в том, чтобы на кадрах L и R найти сопряженные фрагменты и совместить их. При этом условимся: L и R кадры сформированы в моменты времени t_0 и t_1 соответственно; совмещение осуществляется преобразованием изображения кадра R на кадр L .

Примем, что выполняется:

$$E_R(\mathbf{x}) = E_L(\mathbf{x} - \mathbf{s}(\mathbf{x}, t)), \quad (1)$$

где $\mathbf{s}(\mathbf{x}, t) = [s_x(\mathbf{x}, t) \quad s_y(\mathbf{x}, t)]^T$ - вектор смещения; координаты \mathbf{x} в кадрах L и R определяются в локальных системах координат каждого кадра.

Задача состоит в восстановлении векторного поля $\mathbf{s}(\mathbf{x}, t_1)$ в подобласти перекрытия изображений кадров L и R и осуществлении преобразования $E_L(\mathbf{x}) = E_R(\mathbf{x} + \mathbf{s}(\mathbf{x}, t_1))$, обратного к преобразованию (1).

Модель видеосигнала

Видеосигнал, получаемый после преобразования с помощью ОЭП изображения $E(\mathbf{x}, t)$, содержит различного рода шумы и помехи. Представим модель видеосигнала (обозначим её как $\tilde{E}(\mathbf{x}, t)$) в виде:

$$\tilde{E}(\mathbf{x}, t) = (1 + \gamma(t)) E(\mathbf{x}, t) + g(\mathbf{x}) + h(\mathbf{x}, t), \quad (2)$$

где $(0 \geq \gamma(t) > -1)$ – мультипликативная помеха, создаваемая вариацией освещенности наблюдаемой сцены; $g(\mathbf{x})$ низкочастотная помеха (геометрический шум) ПЗС матриц в составе ОЭП; $h(\mathbf{x}, t)$ – случайная функция шума с нулевым средним, вызванная преобразованиями видеосигнала при его передаче и обработке.

С учетом (3) кадры видеосигнала определяются так:

$$\text{«кадр } L\text{»} \equiv \tilde{E}_L(\mathbf{x}) \equiv \tilde{E}(\mathbf{x}, t_0); \text{ «кадр } R\text{»} \equiv \tilde{E}_R(\mathbf{x}) \equiv \tilde{E}(\mathbf{x}, t_1).$$

Методика поиска сопряженных фрагментов изображений

Процесс поиска сопряженных фрагментов организуется в виде итерационной процедуры, в которой положение фрагмента и его конфигурация на кадре L задаются произвольно (требуется только односвязность фрагмента и особенность его границы). На кадре R сопряженный фрагмент подбирается в процессе реализации итерационной процедуры так, чтобы он наилучшим (в некотором смысле) образом совпадал с фрагментом, заданным на L , то есть осуществляется совмещение сопряженных фрагментов. Алгоритм совмещения реализует вариант метода функционализации [1]. В методе функционализации обрабатывается не непосредственно изображение, а значения определенного на нем функционала специального вида, который называется [3] *основным* функционалом метода. Вид его определяет адаптивность процесса совмещения к особенностям решаемой задачи. Предлагаемая далее итерационная процедура модифицирует метод функционализации. В рассматриваемом случае строится функционал, инвариантный к изменению освещенности наблюдаемой сцены. Схема построения такого функционала следующая.



Совмещаемые фрагменты покрываются идентичными системами окон анализа (ОА) D^i . Системы окон анализа, покрывающие фрагменты кадров L и R идентичны, и создаются такими, чтобы пары смежных по положению ОА перекрывались, например, на половину своих характерных размеров, как в направлении оси Ox , так и в направлении оси Oy . С использованием построенных систем покрытий, в соответствии с методом функционализации, строится основной функционал метода [4] следующим образом. На системах ОА, образующих покрытие, задают множество Ψ «допустимых» пар номеров ОА:

$$\Psi = \{(i, j): (i, j \in \{1, \dots, M\}) \wedge (i > j) \wedge (D^i \cap D^j \neq \emptyset)\}. \quad (3)$$

Имеется некоторый произвол в задании «допустимых» пар номеров. Конкретный выбор определяется с использованием экспертной оценки, вырабатываемой экспертами в соответствии с типом обрабатываемого изображения.

На каждой паре ОА с номерами $(i, j) \in \Psi$ на изображении фрагмента L кадра строится основной функционал $\Phi_L^{(i,j)}$ в виде:

$$\Phi_L^{(i,j)} = N_L^{(i,j)} G_L^{-0,5}, \quad (4)$$

где $N_L^{(i,j)} = F_L^i - F_L^j$; $G_L = \sum_{(i,j) \in \Psi} (N_L^{(i,j)})^2$;

$$F_L^i = \iint_{D^i} K_{D^i} \tilde{E}_L(\mathbf{x}) dx dy; \quad (5)$$

K_{D^i} - функция веса, задаваемая на соответствующих окнах анализа, и отвечающая условиям [1] непрерывности и дифференцируемости почти всюду по всем своим аргументам и равенства нулю на границе окна анализа.

Основной функционал (4), по сути, является комбинацией, в данном случае нелинейной, линейных функционалов вида (5), которые можно назвать "базовым" функционалом метода.

Основной функционал на фрагменте R строится аналогичным образом с той лишь разницей, что базовые функционалы вычисляются для каждой итерации совмещения по-своему:

$$F_R^i(k) = \iint_{D^i} K_{D^i} \tilde{E}_R(\mathbf{x} + \mathbf{s}^*(\mathbf{x}, k)) dx dy, \quad (6)$$

где k – номер итерации процесса совмещения, $\mathbf{s}^*(\mathbf{x}, k)$ – вычисленная к началу k -ой итерации оценка истинного смещения $\mathbf{s}(\mathbf{x}, t_1)$ положения фрагмента на изображении R относительно положения сопряженного с ним заданного фрагмента на L .

В результате формируются два вектора основных функционалов:

$$\Phi_L = \left(\Phi_L^{(i,j)} \right) \text{ и } \Phi_R(k) = \left(\Phi_R^{(i,j)}(k) \right). \quad (7)$$

Очевидно, что основной функционал вида (4), благодаря использованию нормализации, инвариантен к мультипликативной помехе $\gamma(t)$, и, благодаря использованию в числителе (4) разницы базовых функционалов, и к геометрическому шуму, если, конечно, на фрагменте выполняется: $g(\mathbf{x}) = const$.

Для каждой пары одноименных компонентов из Φ_L и $\Phi_R(k)$ строится уравнение функциональной связи (ФС уравнение). В результате получается пе-



реопределенная система ФС-уравнений относительно искомой поправки $\Delta \mathbf{s}^*(k)$ к текущей оценке $\mathbf{s}^*(\mathbf{x}, k)$, которая имеет вид [3]:

$$\Delta \Phi(k) = \bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}} \Delta \mathbf{s}^*(k), \quad (8)$$

где $\Delta \Phi(k) = \Phi_R(k) - \Phi_L$;

$\bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}}$ – матрица-среднее матриц $\mathbf{C}_{Lx}^{(ij)}$ и $\mathbf{C}_{Rx}^{(ij)}$,

$\mathbf{C}_{Lx}^{(ij)} = [c_{Lx}^{(ij)} \ c_{Ly}^{(ij)}]$ – вектор-строка,

$$c_{L\alpha}^{(ij)} = N_{L\alpha}^{(ij)} (G_L)^{-0,5} - \Phi_L^{(ij)} (G_L)^{-1} \Sigma (N_L^{(ij)} N_{L\alpha}^{(ij)}),$$

$$N_{L\alpha}^{(ij)} = F_{L\alpha}^i - F_{L\alpha}^j, \ \alpha \in \{x, y\}; \ F_{L\alpha}^\beta = \iint_{D_L^\beta} K_\alpha^\beta(\mathbf{x}) E(\mathbf{x}) \, dx \, dy, \ \beta \in \{i, j\}.$$

$\mathbf{C}_{Rx}^{(ij)}$ вычисляется аналогично, но на текущем фрагменте изображения R .

Система ФС-уравнений (8) связывает измеримые характеристики совмещаемых изображений с текущей поправкой оценки относительного сдвига изображений \mathbf{s}^* .

Система (8) решается псевдообращением матрицы $\bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}}$:

$$\Delta \mathbf{s}^*(k) = (\bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}}^T \bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}})^{-1} \bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}}^T \Delta \Phi(k). \quad (9)$$

Условие существования и единственности решения системы (9) записывается в виде $\det(\bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}}^T \bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}}) \neq 0$. При конкретных вычислениях будем требовать «хорошей» обусловленности системы (9). С этой целью будем использовать критерий отделенности определителя от нуля в виде:

$$\bar{a}_{xy}^2 / (\bar{a}_{xx} \bar{a}_{yy}) < (1 - \delta), \quad (10)$$

где δ выбирается из некоторого диапазона, например $0,2 \geq \delta > 0$.

С использованием (9) строится итерационная процедура совмещения фрагментов изображений в виде:

$$\begin{aligned} \mathbf{s}^*(\mathbf{x}, k) &= \mathbf{s}^*(\mathbf{x}, k-1) - \lambda \Delta \mathbf{s}^*(k), \\ \Delta \mathbf{s}^*(k) &= (\bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}}^T \bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}})^{-1} \bar{\mathbf{C}}_{\mathbf{x}}^T \Delta \Phi(k), \end{aligned} \quad (11)$$

где λ – коэффициент обратной связи, $\lambda > 0$.

Использование критерия (10) позволяет отсеивать фрагменты, на которых вероятно проявление «апертурного» эффекта [1, 3].

Заключение. ФС-уравнения, использованные в рассмотренном методе, устанавливают связь между *измеримыми характеристиками* анализируемых изображений и параметрами векторного поля скоростей движения точек изображения (оптического потока) и при этом не требуют непосредственного вычисления пространственных производных от ФРО изображения. Как следствие, метод инвариантен к помехам, вызванным изменением освещенности анализируемой сцены, характеризуется робастностью и обладает пониженной чувствительностью к локальным экстремумам автокорреляционных функций анализируемых изображений. Экспериментальные исследования предложенного алгоритма, проведенные на реальных изображениях, полученных космическим аппаратом типа "Ресурс-П", показали, что погрешность совмещения изображений не превышает 0,3 пиксела (3σ) при изменении освещенности за кадровый период в 10 раз и более.



Литература

1. Кузнецов, П. К. Техническое зрение подвижных объектов. Метод анализа поля скоростей динамического изображения / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, В. И. Семавин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 1. С. 3 – 9.
2. Кузнецов, П. К. Техническое зрение подвижных объектов. Совмещение изображений как динамический процесс / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, В. И. Семавин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 2. С. 3 –10.
3. Кузнецов П.К., Мишин В.Ю., Семавин В.И. Определение скорости по характеристикам последовательности кадров телевизионного изображения// Изв. вузов. Приборостроение. 1997. Т. 40, №2. С. 58-61.
4. Кузнецов, П. К. Техническое зрение подвижных объектов. Методика совмещения изображений, полученных при наблюдении с подвижного основания /П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, А.В. Ращупкин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 3. С. 10 –17.

П.К. Кузнецов, Б.В. Мартемьянов, Р.В. Шестов

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ОДОМЕТРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

(Самарский государственный технический университет)

Введение

Рассматривается автономная мобильная платформа (АМП), на которой размещена система технического зрения, состоящая из изобразительной системы (ИС), оптико-электронного преобразователя (ОЭП), подсистемы преобразования получаемого ОЭП видеосигнала в оцифрованные видеоданные (кадры изображений) и бортового вычислителя. Предлагается решение задачи определения по изображениям подстилающей поверхности параметров поступательного движения АМП в условиях наличия заметных ускорений движения АМП.

Известны способы и реализующие эти способы системы определения параметров движения (СОПД) АМП по изображениям подстилающей поверхности. Эти способы основаны на анализе последовательности двух кадров видеоданных, получаемых либо с помощью кадровых камер, либо с помощью «двухстрочного» ОЭП, составленного из двух линейных (однострочных матриц) фотопреобразователей, установленных на фиксированном расстоянии друг за другом. В качестве однострочных фотопреобразователей, чаще всего, применяются однострочные матрицы фоточувствительных приборов с зарядовой связью – линейки ФПЗС. При использовании ФПЗС линеек кадры изображений формируются сканированием подстилающей поверхности методом "заметания".



Использование кадровых камер ограничивает сверху измеряемые скорости движения АМП, что связано с проблемой недопустимости перемещения наблюдаемого объекта за границы апертуры последующего кадра за время межкадрового периода. Поэтому ограничимся рассмотрением ОЭП на основе линеек ФПЗС, которые снимают ограничения, связанные с апертурной проблемой кадровой съемки.

Постановка задачи

Известны системы определения параметров движения АМП, построенные на основе двух линеек ФПЗС. В таких системах о скорости движения АМП судят по времени «пролета» изображения от одной ПЗС линейки до другой. Для определения времени пролета формируются два кадра видеоданных, получаемых от двух линеек ФПЗС. Под кадром здесь понимается формируемая одной линейкой последовательность строк изображений неограниченная по количеству строк. При этом о времени пролета изображения судят по разности номеров строк двух кадров, в которых отображены одни и те же объекты подстилающей поверхности. Поэтому задача вычисления параметров движения АМП предполагает поиск сопряженных фрагментов двух кадров. Сопряженными называются фрагменты (точки) двух кадров, отображающие один и тот же фрагмент (точку) наблюдаемой сцены.

При поиске сопряженных фрагментов фрагмент E_1 на одном кадре может быть назначен произвольно, тогда на втором кадре фрагмент E_2 , сопряженный с E_1 , должен быть найден. Такой поиск всегда организуется в виде итерационной процедуры, в которой на итерациях начально заданное положение $E_2(0)$ фрагмента E_2 корректируется в направлении приближения к искомому сопряженному фрагменту.

В работе [1] для тестового моночастотного изображения, сформированного из гармонических колебаний яркостей пикселей, показано, что для случая плоско-параллельного сдвига начального фрагмента $E_2(0)$ относительно искомого E_2 отклонение положения $E_2(0)$ от E_2 не должно превышать $1/(3\omega)$ периода гармонических колебаний, где ω - частота гармонических колебаний. Это означает, что для обеспечения сходимости итерационной процедуры начальный фрагмент $E_2(0)$ должен иметь достаточную площадь пересечения с искомым фрагментом E_2 .

При значительных, и особенно при знакопеременных, ускорениях АМП прогнозирование положения фрагмента E_2 затруднено. Требуется разработать систему, отличающуюся возможностью более точного прогнозирования начального положения $E_2(0)$ фрагмента E_2 .

Предлагаемое решение

Решением проблемы является построение алгоритма определения скорости АМП с учетом ускорений. Для обеспечения более точного задания положения фрагмента $E_2(0)$, предлагается использовать ОЭП с тремя линейками ФПЗС. При этом дополнительная третья линейка устанавливается между двумя исходными, причем значительно ближе к первой по направлению движения линейке.



Использование дополнительной линейки иллюстрируется рисунком 1.

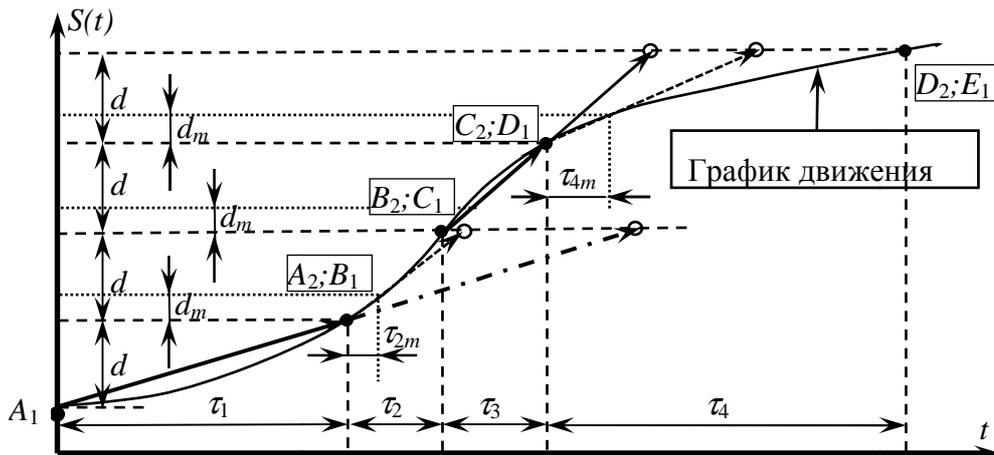


Рисунок 1 – Прогнозирование положения фрагмента E_2

На рисунке 1:

$S(t)$ – путь пройденный АМП в направлении перпендикулярном строке ячеек ФПЗС линейки;

d – расстояние между двумя исходными (первой и второй) линейками;

d_m – расстояние между первой и дополнительной, третьей, линейками;

τ_i – i -й интервал времени пролета изображения от первой линейки ФПЗС до второй, то есть пролета на расстояние d ;

τ_{im} – интервал времени пролета изображения на расстояние dm от первой линейки ФПЗС до дополнительной третьей линейки на i -ом интервале времени пролета изображения от первой линейки до второй;

A, B, C, D, E – некоторые точки (объекты) на подстилающей поверхности;

P_i – точка P подстилающей поверхности в момент попадания в поле зрения i -й линейки: $i \in \{1,2\}, P \in \{A, B, C, D, E\}$;

\dashrightarrow – прогноз длительности интервала пролета τ_{i+1} по средней скорости движения на интервале пролета τ_i ;

\dashrightarrow – прогноз длительности интервала пролета τ_i по средней скорости движения на интервале пролета τ_{im} ;

o – результат прогнозирования.

В момент времени t_0 точка A попадает в поле зрения первой линейки. В момент времени t_1 точка A – в поле зрения второй линейки, а точка B – в поле зрения первой линейки. В момент времени $t_1 + \tau_{2m}$ точка B – в поле зрения дополнительной линейки, и так далее.

Отношение d/τ_i определяет среднюю скорость V_i движения АМП на i -ом интервале времени пролета. Использование значения V_i в качестве ожидаемой скорости движения на очередном i -ом интервале времени пролета означает, что прогнозируемая длительность $\tau_{i+1,p}$ ($i+1$ -го интервала) равна τ_i . При движении со значительными ускорениями такой прогноз может породить недопустимо большую ошибку в задании положения фрагмента $E_2(0)$ относительно искомого фрагмента E_2 . Вычисление средней скорости V_{im} в начале очередного i -го



интервала пролета как $V_{im} = d_m / \tau_{im}$ позволяет вычислить прогнозируемую длительность τ_{ip} i -го интервала как

$$\tau_{ip} = d / V_{im} = d \tau_{im} / d_m.$$

Из рисунка 1 видно, что в случаях как положительных, так и отрицательных ускорений прогноз τ_{ip} значительно точнее, чем вариант прогноза по средней скорости за предыдущий интервал времени пролета.

Совмещение фрагментов

Собственно поиск фрагмента E_2 , сопряженного с заданным фрагментом E_1 , осуществляется с использованием метода функционализации параметров изображений (далее метод функционализации), который многократно [2-6] использовался для решения различных задач обработки изображений дистанционного зондирования Земли.

Достоинством алгоритмов и программ, получаемых на основе метода функционализации, состоят в том, что они не требуют вычисления пространственных производных от функций распределения освещенности изображения, и поэтому характеризуются робастностью, пониженной чувствительностью к локальным экстремумам корреляционных функций анализируемых изображений и инвариантностью к некоторым помехам в составе реального видеосигнала.

Литература

1. Кузнецов П.К., Чекотило Е.Ю., Мартемьянов Б.В. Исследование сходимости итерационной процедуры определения параметров движения изображений методом функционализации / П.К. Кузнецов, Е.Ю. Чекотило, Б.В. Мартемьянов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия Технические науки. – 2010. - №2(26). – С. 80-85.

2. Кузнецов, П. К. Техническое зрение подвижных объектов. Метод анализа поля скоростей динамического изображения / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, В. И. Семавин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 1. С. 3 – 9.

3. Кузнецов, П. К. Техническое зрение подвижных объектов. Совмещение изображений как динамический процесс / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, В. И. Семавин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 2. С. 3 –10.

4. Кузнецов, П. К. Техническое зрение подвижных объектов. Методика совмещения изображений, полученных при наблюдении с подвижного основания / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, А.В. Ращупкин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 3. С. 10 –17.

5. Мартемьянов, Б.В. Оценка качества алгоритма сшивки изображений, основанного на методе функционализации // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. – №3(25). – Самара, 2009, с. 88-95.

6. Кузнецов, П. К. Методика высокоточной сшивки изображений, получаемых при съемке обстановки многоматричным сканирующим оптико-электронным преобразователем / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, В.К.Скирмунт, В. И. Семавин // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. – №3(31). – Самара, 2011, с. 69-81.



И.А. Лёзин, С.П. Канабеев

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ МЕТОДОМ КОМБИНАЦИИ АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами является их способность к обучению. Обучение реализуется с помощью специально разработанных алгоритмов, и, технически, заключается в нахождении таких состояний весов нейронов, которые минимизируют выходную ошибку сети на обучающем и тестовом множествах. Задачи поиска оптимального состояния систем по минимуму или максимуму некоторой функции образуют отдельный класс и называются задачами оптимизации. В случае нейронной сети оптимизация ведется по функции ошибки, зависящей от состояния весов нейронов. Состояние системы, при котором обеспечивается минимум целевой функции (в данном случае — выходной ошибки сети), называется оптимальным. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. В случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искаженных данных. Для обучения нейронной сети не требуется никакой априорной информации о структуре искомой функциональной зависимости, нужна лишь обучающая выборка в виде экспериментальных пар <входы-выходы> [1].

В качестве нейронной сети для обучения был выбран многослойный персептрон с одним скрытым слоем. Многослойный персептрон широко используется для поиска закономерностей и классификации образов. Нейронные сети, которые содержат более чем один нейрон в скрытом слое, имеют не одно, а несколько оптимальных состояний, обусловленных наличием у функции ошибки нескольких минимумов. Однако истинно оптимальным состоянием является только одно, где обеспечивается *глобальный минимум*. Остальные минимумы функции ошибки называются *локальными*.

Для преодоления локального, а также для достижения глобального минимума целевой функции наиболее быстрым способом многослойный персептрон обучается параллельно несколькими алгоритмами. Фактически, обучаются несколько нейронных сетей с одинаковой структурой. Если обучение еще не завершено, и глобальный минимум еще не был достигнут, на определенных стадиях (достаточное приближение к необходимой ошибке, фиксированное количество эпох обучения, время обучение), происходит подстройка коэффициентов связей нейронов обучаемых сетей, к коэффициентам той сети, у которой ошибка на данном этапе минимальна. Каждая из сетей продолжает обучение, но уже с новыми весовыми коэффициентами связи нейронов. За счёт принудительного



изменения таких коэффициентов предотвращаются возможные остановки в локальных минимумах и достигается более оптимальный процесс обучения нейронной сети.

В работе были использованы следующие алгоритмы: обратного распространения ошибки, имитации отжига, генетический алгоритм. Алгоритм обратного распространения ошибки – это итеративный градиентный алгоритм, который используется с целью минимизации ошибки работы многослойного персептрона и получения желаемого выхода. Основу алгоритма составляет целевая функция, формулируемая в виде квадратичной суммы разностей между фактическими y и ожидаемыми d значениями выходных сигналов [1]:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (y_j - d_j)^2.$$

Алгоритм имитации отжига – общий алгоритмический метод решения задачи глобальной оптимизации, особенно дискретной и комбинаторной оптимизации.

Он основывается на имитации физического процесса, который происходит при кристаллизации вещества, в том числе при отжиге металлов. Предполагается, что атомы уже выстроились в кристаллическую решетку, но еще допустимы переходы отдельных атомов из одной ячейки в другую, и процесс протекает при постепенно понижающейся температуре. Переход атома из одной ячейки в другую происходит с некоторой вероятностью, причем вероятность уменьшается с понижением температуры. Устойчивая кристаллическая решетка соответствует минимуму энергии атомов, поэтому атом либо переходит в состояние с меньшим уровнем энергии, либо остается на месте [2].

$$p_a = \begin{cases} e^{-\frac{\Delta f}{T}}, & \Delta f > 0, \\ 1, & \Delta f < 0 \end{cases}$$

где $\Delta f = f(s_{new}) - f(s_{old})$, $T = f_T(T_0, n)$, а функция понижения температуры $f_T(T_0, n) = \frac{T_0}{1+n}$.

Генетический алгоритм – это стохастический алгоритм, используемый для оптимизации параметров сети путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомым параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе [3].

Исследования проводились на данных, взятых из репозитория UCI Калифорнийского университета, для задач классификации винных напитков [4].

По результатам проведенных исследований видно, что при подстройке весовых коэффициентов связей нейронов сетей к коэффициентам сети, у которой ошибка на выходе на данной итерации обучения наименьшая, ошибка на последующих итерациях обучения этих сетей уменьшается. Можно сделать вывод о пригодности обучения методом комбинации алгоритмов. Хотя такой способ требует больших вычислительных затрат, он позволяет избежать попадания в локальные минимумы целевой функции и в общем случае достичь глобального минимума за меньшее время.

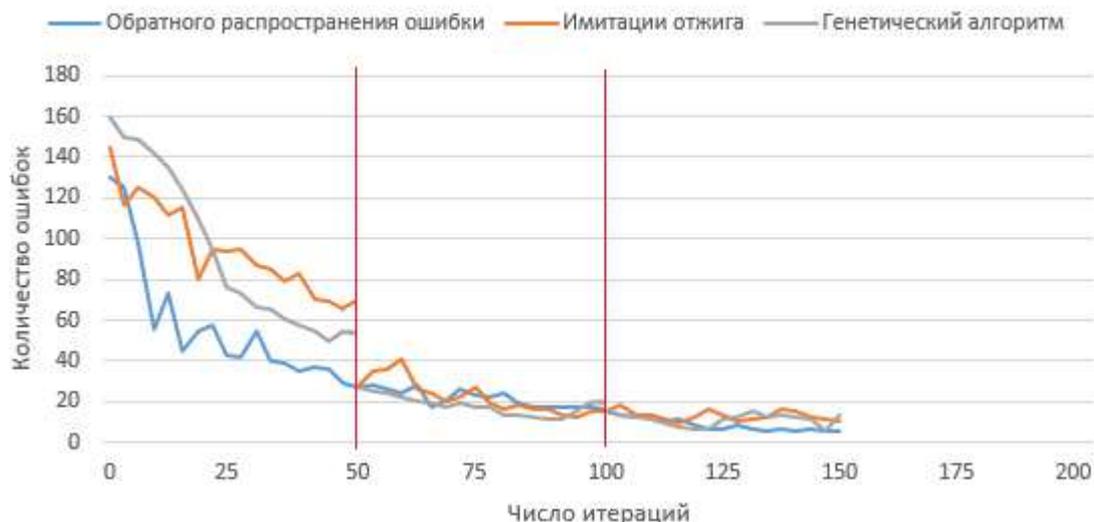


Рис. 1. Обучение нейронной сети методом комбинации алгоритмов обучения

Литература

- 1 Осовский С. Нейронные сети для обработки информации [пер. с польского И.Д.Рудинского] [Текст] –М.: издательский дом «Финансы и статистика», 2002. -344 с.
- 2 Алгоритм имитации отжига [Электронный ресурс]. – URL: <http://habrahabr.ru/post/112189> (Дата обращения: 11.10.2016)
- 3 Ротштейн, А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети [Текст] — Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 1999. -320 с.
- 4 .UCI Machine Learning Repository [Электронный ресурс]. – URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/> (Дата обращения: 14.11.2016)

Н.И. Лиманова, М.Н. Седов

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МЕТРИКИ ЛЕВЕНШТЕЙНА

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Введение

В связи с отсутствием единых реестров и баз данных о гражданах РФ на региональных и муниципальных уровнях различным уполномоченным учреждениям при обмене персональными данными приходится затрачивать дополнительные ресурсы на сопоставление одного набора данных другому. Сложность данной задачи прямо пропорционально зависит от количества записей в каждом из наборов, что в случае прямого и/или ручного сравнения приводит к невозможности решения данной проблемы с приемлемым уровнем качества. Для однозначного результата необходимо выполнять автоматизированный поиск рек-



визитов физического лица в базе-приёмнике, который должен учитывать множество факторов: и потенциальные ошибки при ручном вводе, и отсутствующие или устаревшие реквизиты и т.д. Подобный поиск целесообразно реализовать в виде метода автоматизированного поиска и основанного на нем специализированного программного обеспечения [1].

Известные методы автоматизированного нечеткого поиска строк

Рассмотрим существующие алгоритмы нечёткого поиска и проанализируем их. Начнём с разработанного Робертом Расселом (Robert C. Russel) и Маргарет Кинг Оделл (Margaret King Odell) алгоритма Soundex [2-3]. Это один из алгоритмов сравнения двух строк по их звучанию. Он устанавливает одинаковый индекс для строк, имеющих схожее звучание в языке согласно заданной таблице схожих по звучанию символов и их сочетаний. Однако он имеет существенный недостаток: данный алгоритм привязан к языку, на котором написаны анализируемые строки. Алгоритм используется в настоящее время в основном в англоговорящей среде, для которой подобная таблица уже существует.

Следующий из рассматриваемых алгоритмов — алгоритм расширения выборки [4]. Данный алгоритм часто применяется в системах проверки орфографии. Он основан на сведении задачи о нечетком поиске к задаче о точном поиске. Данный метод подразумевает построение наиболее вероятных «неправильных» вариантов поискового шаблона. Основное достоинство данного алгоритма заключается в легкости его модификации для генерации «ошибочных» вариантов по произвольным правилам. У алгоритма есть и недостатки, главный из которых — большое число проверок для слов существенной длины, поскольку из них можно получить много «ошибочных» слов.

Широко известен алгоритм на основе кода Хэмминга, который применяется при кодировании и декодировании данных. Линейные коды, как правило, хорошо справляются с редкими и большими опечатками. Однако, их эффективность при сравнении слов с частыми, но небольшими ошибками достаточно низкая. В данном алгоритме также присутствуют дополнительные затраты на кодирование информации.

Алгоритм Bitap (также известный как Shift-Or или Baeza-Yates-Gonnet) и различные его модификации наиболее часто используются для нечеткого поиска без индексации [5]. Впервые идею этого алгоритма предложили Ricardo Baeza-Yates и Gaston Gonnet, опубликовав соответствующую статью в 1992 году. Оригинальная версия алгоритма имеет дело только с заменами символов, и, фактически, вычисляет расстояние Хемминга. Но немного позже Sun Wu и Udi Manber предложили модификацию этого алгоритма для вычисления расстояния Левенштейна, т.е. привнесли поддержку вставок и удалений, и разработали на его основе первую версию утилиты Unix - *agrep*. Высокая скорость работы этого алгоритма обеспечивается за счет битового параллелизма вычислений - за одну операцию, возможно, провести вычисления над 32 и более битами одновременно. При этом его тривиальная реализация поддерживает поиск слов длиной не более 32 символов. Использование типов больших размерностей замедляет работу алгоритма.



Рассмотрим далее алгоритм Вагнера-Фишера [6], который позволяет для двух строк найти расстояние Левенштейна — минимальное количество операций вставки одного символа, удаления одного символа и замены одного символа на другой, необходимых для превращения одной строки в другую. Данный алгоритм имеет ряд значительных преимуществ перед всеми описанными выше, а именно: относительно невысокую сложность реализации, возможность качественного сравнения схожести более чем двух строк, несколько вариантов реализации, которые можно использовать в зависимости от конфигурации системы, универсальность для всевозможных алфавитов. Также у данного алгоритма существует одна интересная модификация, которая позволяет находить расстояние Дамерау-Левенштейна [7]. В нём к операциям вставки, удаления и замены символов, определенных в расстоянии Левенштейна, добавлена операция транспозиции (перестановки) символов. Фредерик Дамерау показал, что 80 % ошибок при наборе текста человеком являются транспозициями. Из приведенного выше анализа известных методов поиска строк становится ясным, почему именно метрика Левенштейна легла в основу разработанного авторами метода автоматизированного поиска персональных данных физических лиц.

Математическая модель

Известно несколько видов метрик, отражающих интуитивное понятие схожести строк. Наиболее распространены расстояния Хемминга, метрика Левенштейна и расстояние редактирования [8–9].

При использовании метрики Левенштейна для задач нечеткого поиска потребовалось модифицировать метрику таким образом, чтобы расстояние между строками зависело, в том числе, и от длины сравниваемых строк [8].

Теорема 1: Обозначим при помощи величины $p(s_1, s_2)$ метрику Левенштейна, а величиной $\|s_i\|$ — длину строки s_i . Тогда функция

$$r(s_1, s_2) = \frac{p(s_1, s_2)}{\max\{\|s_1\|, \|s_2\|\}} \quad (1)$$

является метрикой.

Доказательство: поскольку $p(s_1, s_2)$ — метрика, то имеем:

$$p(s_1, s_2) \geq 0, \quad p(s_1, s_2) = p(s_2, s_1), \quad p(s_1, s_2) + p(s_2, s_3) \geq p(s_1, s_3)$$

для любых строк s_1, s_2 и s_3 . Учитывая эти соотношения и равенство (1), приходим к выводу, что $r(s_1, s_2)$ удовлетворяет первым двум аксиомам, определяющим метрику. Остаётся доказать, что для любых строк s_1, s_2 и s_3 функция $r(s_1, s_2)$ удовлетворяет неравенству треугольника: $r(s_1, s_2) + r(s_2, s_3) \geq r(s_1, s_3)$.

Запишем это неравенство в виде:

$$\frac{p(s_1, s_2)}{\max\{\|s_1\|, \|s_2\|\}} + \frac{p(s_2, s_3)}{\max\{\|s_2\|, \|s_3\|\}} - \frac{p(s_1, s_3)}{\max\{\|s_1\|, \|s_3\|\}} \geq 0.$$

Возможны следующие случаи:

1. $\|s_1\| \leq \|s_2\| \leq \|s_3\|$
2. $\|s_2\| \leq \|s_3\| \leq \|s_1\|$
3. $\|s_3\| \leq \|s_1\| \leq \|s_2\|$
4. $\|s_2\| \leq \|s_1\| \leq \|s_3\|$
5. $\|s_1\| \leq \|s_3\| \leq \|s_2\|$
6. $\|s_3\| \leq \|s_2\| \leq \|s_1\|$



Рассмотрим первый случай. Имеем:

$$\frac{p(s_1, s_2)}{\max\{\|s_1\|, \|s_2\|\}} + \frac{p(s_2, s_3)}{\max\{\|s_2\|, \|s_3\|\}} - \frac{p(s_1, s_3)}{\max\{\|s_1\|, \|s_3\|\}} = \frac{p(s_1, s_2)}{\|s_2\|} + \frac{p(s_2, s_3)}{\|s_3\|} - \frac{p(s_1, s_3)}{\|s_3\|} \geq$$

$$\geq \frac{1}{\|s_3\|} (p(s_1, s_2) + p(s_2, s_3) - p(s_1, s_3)) \geq 0.$$

Таким образом, для первого случая неравенство треугольника выполняется. Поскольку второй случай аналогичен первому, на основании подобных выкладок делаем вывод, что для второго случая неравенство треугольника также выполняется. Перейдём к рассмотрению третьего случая. Итак, в третьем случае имеем:

$$r(s_1, s_2) + r(s_2, s_3) - r(s_1, s_3) = \frac{1}{\|s_2\|} (r(s_1, s_2) + r(s_2, s_3)) - \frac{1}{\|s_1\|} r(s_1, s_3). \quad (2)$$

Следовательно, в третьем случае для функции $r(s_1, s_3)$ также выполняется неравенство треугольника. Остальные случаи аналогичны рассмотренным. Таким образом, функция $r(s_1, s_2)$ является метрикой, заданной на множестве строк. Теорема доказана.

Замечание: функция $r(s_1, s_2)$ принадлежит отрезку $[0, 1]$ для любых строк s_1 и s_2 .

В предложенном алгоритме данная метрика применяется для работы со строковыми реквизитами физических лиц, к которым относятся ФИО, адрес, документ и т.д. В связи с этим построенная с использованием данной метрики лингвистическая переменная позволяет обрабатывать запросы поиска для человека, похожего на другого человека по реквизитам. Приняв от пользователя такой запрос, мы фактически получаем два значения: значение искомого реквизита и радиус поиска.

Алгоритм нечеткого поиска реквизитов физических лиц

Укрупненная блок-схема разработанного алгоритма автоматизированного поиска реквизитов физических лиц в базах данных представлена на рисунке 1.

В реализации алгоритма на языке PL-SQL СУБД Oracle 11g за предварительную выборку всех записей, отдаленно похожих на искомую, отвечает блок «Запрос количества идентичных людей в базе данных». Этот блок работает по алгоритму прямого частичного сравнения разных наборов реквизитов, например, имени, отчества и даты рождения, формируя, тем самым, рабочей набор данных для рассматриваемого алгоритма идентификации. Затем в работу вступает «Блок сравнения реквизитов», ключевые функции которого отводятся логически выделенным процедурам `COMPARISON_STRING` и `COMPARISON_NUMBER`, созданным на основе модифицированного метода вычисления метрики Левенштейна, которые позволяют проводить интеллектуальное сравнение двух похожих строк или чисел, с учетом возможных неточностей или ошибок ввода.

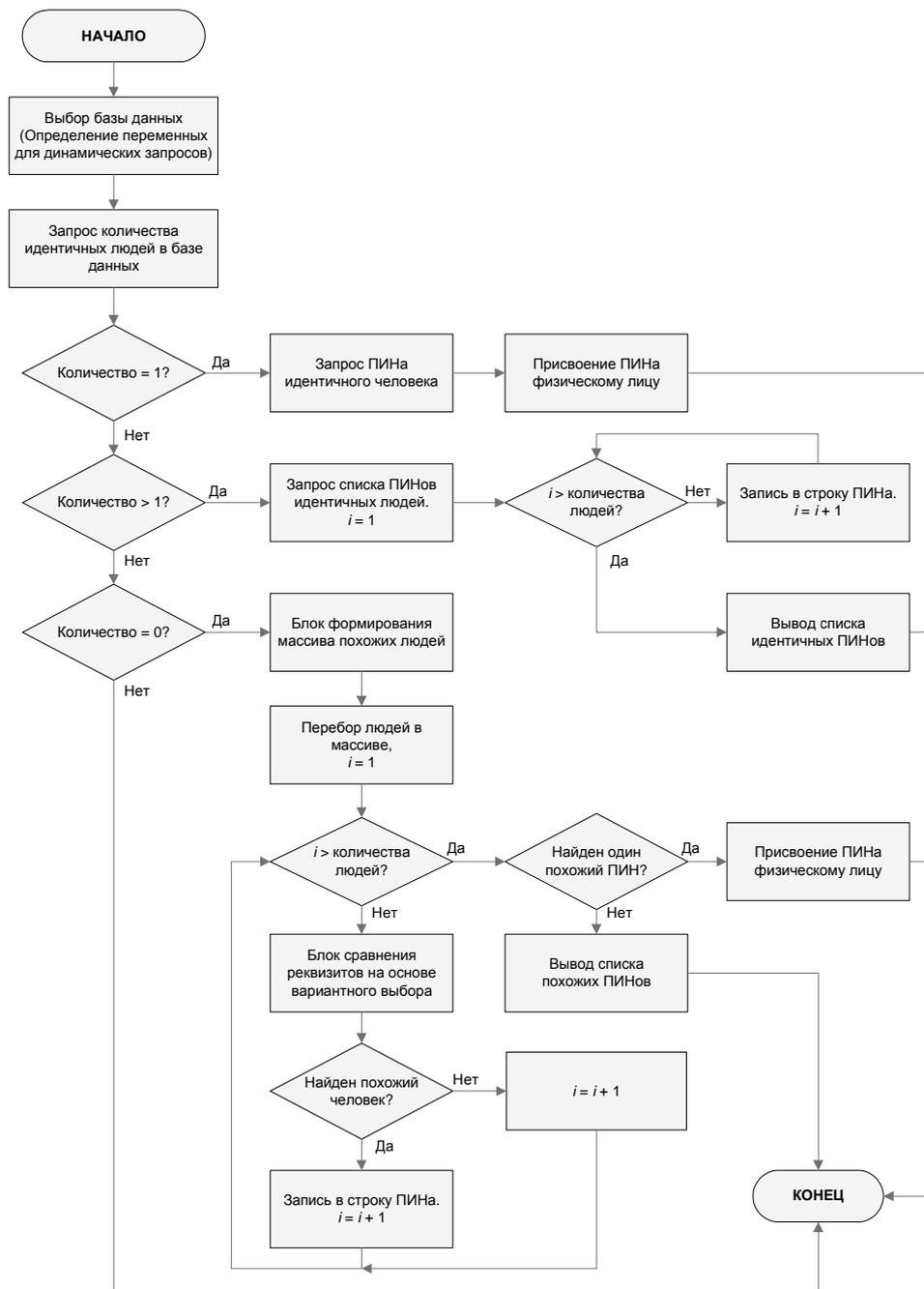


Рис. 1. Укрупненная блок-схема алгоритма автоматизированного поиска реквизитов физических лиц в базах данных

С помощью указанных процедур программа формирует набор совпадений, и, по результатам обработки предлагаемой и искомой записи, выносит решение об идентичности строк. Например, у человека совпадает имя, отчество, дата рождения, и номер паспорта, а в фамилии допущена ошибка в одну букву. В данном случае программа однозначно идентифицирует реквизиты. Данные процедуры могут применяться не только для идентификации реквизитов, но также везде, где требуется полнотекстовый поиск с нечетко заданными входными данными.

Алгоритм идентификации аккумулирует так называемый «опыт прошлых идентификаций» и записывает его в специально отведенное место в базе данных для использования в последующих идентификациях. Это позволяет сохра-



нить не только результаты автоматической работы программы, но и решения операторов после отработки ими оставшихся не найденных реквизитов.

Заключение

Рассмотренный метод нечеткого поиска персональных данных, позволяет быстро определять людей, используя данные ранее проведенного поиска. Встроенная система приоритета реквизитов позволяет идентифицировать человека в таких случаях, как смена фамилии, имени, переезд, ошибки при ручном вводе данных, а также при частично отсутствующих реквизитах.

В перспективе данный алгоритм обладает возможностью успешного внедрения в системы глобального объединения хранилищ государственных или коммерческих организаций, для ведения единой базы данных населения любой страны мира и т.д. Логическая структура разработанного алгоритма позволяет реализовать его на любом популярном языке программирования. Масштабируемость алгоритма дает возможность применять программные процедуры на его основе, как в малых организациях, так и в крупных корпорациях, везде, где ведется и актуализируется реестр данных физических лиц. Возможные примеры использования: портал госуслуг, медицинские электронные системы, кадровые и бухгалтерские системы учета служащих, банковские системы хранения данных о клиентах и т.п.

Алгоритм реализован на языке PL-SQL системы управления базами данных Oracle 11g. Разработанное программное обеспечение, реализующее метод нечеткого поиска персональных данных, внедрено и успешно функционирует с 2007 года в ряде муниципальных и государственных учреждений г. Тольятти Самарской области.

Литература

1. Международный фонд автоматической идентификации. Технологии автоматической идентификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fond-ai.ru/art1/art223.html>, свободный. Яз. рус. (дата обращения 28.01.2017).
2. Желудков А. В., Макаров Д. В., Фадеев П. В. Особенности алгоритмов нечёткого поиска. Москва, Инженерный вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – С. 502-503
3. Soundex метод нечёткого поиска, URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Soundex> (дата обращения 28.01.2017)
4. Харитоненков А.В. «Поиск на неточное соответствие: коды Хемминга», <http://www.jurnal.org/articles/2009/inf32.html> (дата обращения 28.01.2017)
5. Двоичный алгоритм поиска подстроки, URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Двоичный_алгоритм_поиска_подстроки (дата обращения 28.01.2017)
6. Задача о редакционном расстоянии, алгоритм Вагнера-Фишера, URL: http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Задача_о_редакционном_расстоянии,_алгоритм_Вагнера-Фишера (дата обращения 28.01.2017)



7. Расстояние Дамерау — Левенштейна, URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние_Дамерау_—_Левенштейна (дата обращения 28.01.2017)

8. Левенштейн В.И. Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов // Доклады Академии наук СССР. – 1965. – Т. 163. – № 4. – С. 845–848.

9. Бойцов Л.М. Анализ строк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://itman.narod.ru/articles/infoscope/string_search.1-3.html, свободный. Яз. рус. (дата обращения 28.01.2017).

И.А. Лёзин, Р.П. Селянко

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.

(Самарский университет)

Задача распознавания изображений имеет множество применений на практике: распознавание лиц, символов, и прочих объектов на каком либо фоне.

В данной статье рассматривается задача распознавания символов. В процессе решения будет создана и обучена нейросеть, распознающая рукописные символы, принимая их изображения на входе и активируя один из нескольких выходов, соответствующий правильной букве.

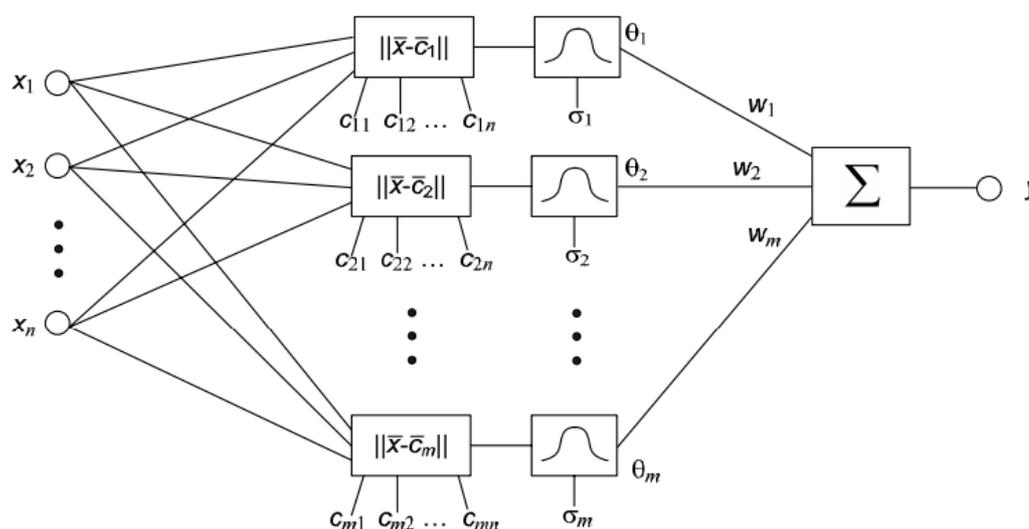


Рисунок 1 – Обобщенная структура классической нейросети

Рассмотрим решение задачи распознавания символов на примере классической нейросети. Под классическими нейросетями примем полносвязные нейронные сети прямого распространения с обратным распространением ошибки (ПНС). Как следует из названия, в такой сети каждый нейрон связан с каждым, сигнал идет только в направлении от входного слоя к выходному.



Сначала необходимо решить, как подавать данные на вход. Самое простое решение для ПНС — это выразить двумерную матрицу изображения в виде одномерного вектора. Далее будет необходимо установить количество нейронов в скрытом слое. Было установлено, что количество нейронов в скрытом слое должно быть хотя бы на порядок больше количества входов. Если принять во внимание что само по себе преобразование из изображения в индикатор класса довольно сложное и нелинейное, одним слоем тут не обойтись, и в слоях у нас будет до нескольких тысяч связей. Таким образом количество связей будет чрезмерно высокое.

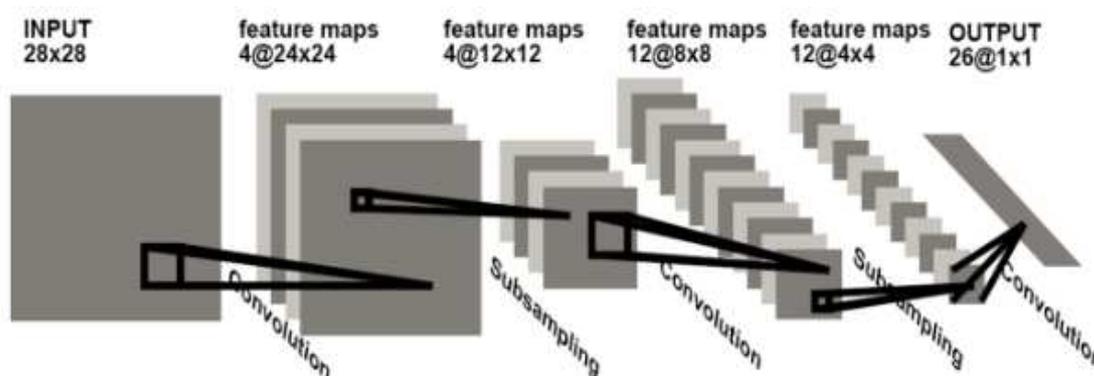


Рисунок 2 – Общий вид структуры сверточных нейронных сетей

Эта проблема была решена при помощи сверточных нейронных сетей. Идея сверточных нейронных сетей заключается в чередовании сверточных слоев, субдискретизирующих слоев (S-layers) и наличии полносвязных (F-layers) слоев на выходе.

Локальное восприятие подразумевает, что на вход одного нейрона подается не все изображение (или выходы предыдущего слоя), а лишь некоторая его область. Такой подход позволил сохранять топологию изображения от слоя к слою.

Концепция разделяемых весов предполагает, что для большого количества связей используется очень небольшой набор весов. Важно понимать, что самих наборов весов может быть много, но каждый из них будет применен ко всему изображению. Такие наборы часто называют ядрами. Нетрудно посчитать, что даже для 10 ядер размером 5x5 для входного изображения размерами 32x32 количество связей окажется равным примерно, а количество настраиваемых параметров всего 250.

В результате сравнения качества распознавания изображений с ПНС, было выяснено, что искусственно введенное ограничение на веса улучшает обобщающие свойства сети, что в итоге позитивно сказывается на способности сети находить инварианты в изображении и реагировать главным образом на них, не обращая внимания на прочий шум.

Суть субдискретизации и S-слоев заключается в уменьшении пространственной размерности изображения. Т.е. входное изображение грубо (усреднением) уменьшается в заданное количество раз. Чаще всего в 2 раза, хотя может



быть и не равномерное изменение, например, 2 по вертикали и 3 по горизонтали. Субдискретизация нужна для обеспечения отсутствия привязки к масштабу.

Литература

1. Солдатова, О.П. Курс лекций по дисциплине «Интеллектуальные системы» [Электронный ресурс]/О.П.Солдатова.– СГАУ, 2014. – 164 с.
2. Хайкин, С. «Нейронные сети»: полный курс, 2-е издание [Электронный ресурс]/Саймон Хайкин – Издательский дом Вильямс, 2008 – 1103 с.
3. Сиротенко, М.Ю. Применение нейросетей в распознавании изображений <https://geektimes.ru/post/74326>

В.Г. Литвинов, Д.Г. Черников, А.К. Яшкова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

(Самарский университет)

Технический прогресс в машиностроении требует постоянного совершенствования существующих и разработки новых технологических процессов, обеспечивающих повышение качества и надежности продукции. Одним из направлений решения этой задачи является использование высокоскоростных методов деформирования металлов, которые позволяют повысить производительность труда, снизить себестоимость продукции и улучшить ее качество, а также открывают путь новым решениям в области конструкции и технологии. Среди них наиболее активно внедряются в различные отрасли промышленности процессы магнитно-импульсной обработки металлов (МИОМ).

В основе метода лежит использование в качестве энергоносителя мощных импульсных магнитных полей высокой напряженности, которые обуславливают воздействие динамических электромеханических сил на проводящий материал, помещенный в магнитное поле. Под действием этих сил происходит разгон заготовки до высоких (100...500 м/с) скоростей. При соударении заготовки с матрицей или оправкой происходит заданное формообразование, а при соударении двух или более заготовок они свариваются или образуют неразъемное соединение.

МИОМ, характеризующаяся высокой точностью дозирования энергии, локальностью приложения нагрузки, отсутствием контакта инструмента с заготовкой, легкостью встраивания оборудования в технологические линии и экологической безопасностью, выгодно отличается от других высокоскоростных и традиционных методов обработки.

Технологические процессы МИОМ носят сложный электромеханический характер. Поэтому аналитические расчеты параметров этих процессов обычно



проводят на упрощенных моделях при допущениях, касающихся параметров разрядной цепи магнитно-импульсной установки (МИУ) и магнитного поля в изоляционном зазоре, в материале индуктора и заготовки, а также физических и механических свойств материалов индуктора и заготовки.

Практически во всех технологических расчетах считают, что индуктивность и сопротивление элементов МИУ в течение времени разряда батареи конденсаторов не изменяются. Довольно часто пренебрегают также изменением параметров разрядной цепи, вызванным нагревом и деформацией материала индуктора и заготовки [1]. Объемные электродинамические силы, действующие на заготовку, заменяют давлением магнитного поля, приложенным к ее поверхности [2]. При расчете параметров давления магнитного поля делают допущение о бесконечной проводимости материалов индуктора и заготовки, то есть полагают, что имеет место резко выраженный поверхностный эффект [3]. При анализе процессов МИОМ пренебрегают влиянием газовой среды на движение заготовки и материал заготовки представляют в виде идеальной несжимаемой жидкости, абсолютно жесткого тела, а также используют различные аппроксимации кривой упрочнения.

Наиболее широкое распространение получили две инженерные методики, разработанные сотрудниками Харьковского политехнического института [2] и Чувашского государственного университета [4].

Расчеты, выполненные по первой методике, носят скорее оценочный характер, т.к. практически не учитывают электрические параметры процессов МИОМ.

Вторая же методика расчета более полно учитывает электрические параметры процесса. Однако рекомендации авторов данной методики по выбору величины необходимого давления магнитного поля на заготовку носят самый общий характер и не учитывают специфику выполняемой операции. Кроме того, она позволяет рассчитывать параметры процессов деформирования плоских заготовок или труб по схеме обжима только с помощью индуктора, полностью прикрытого заготовкой, при минимальных перемещениях заготовки.

На базе последней методики была предложена новая методика расчета параметров процессов МИОМ [5], которая позволяет разработать технологические процессы магнитно-импульсной формовки, калибровки и сборки тонкостенных деталей, осуществлять подбор оборудования, определять оптимальные параметры инструмента-индуктора и рассчитывать необходимый режим обработки деталей. Данная методика является наиболее универсальной, и была взята за основу при разработке АИС.

Согласно данной методике, расчет параметров процесса МИОМ можно разделить на четыре этапа:

1. Расчет механических характеристик процесса позволяет определить специфические особенности выполняемой технологической операции. Под особенностями подразумевается: работа деформации заготовки; кинетическая энергия деформируемого участка заготовки; величина давле-



- ния импульсного магнитного поля (ИМП); связь амплитудного значения давления ИМП и частотой колебаний разрядного тока.
2. Выбор МИУ. На данном этапе производится выбор МИУ, которая имеет энергоемкость не меньше расчетной величины энергии разряда.
 3. Расчет параметров индукторной системы включает выбор шага и количества витков индуктора. Исходными данными для расчета являются длина индуктора, собственная индуктивность МИУ, размеры заготовки и удельная электропроводность материалов индуктора и заготовки.
 4. Расчет режима МИОМ заключается в определении энергии разряда МИУ.

На практике выполнение каждого этапа является трудоемкой вычислительной задачей, сложность алгоритмов расчета достаточно высока. В виду этого, расчет «вручную» занимает большое количество времени, при этом происходит накопление различных погрешностей и высока вероятность возникновения субъективных ошибок. Часто, для выбора оптимального (по определенным критериям) процесса, необходимо произвести несколько различных вариантов расчетов, это еще больше увеличивает вычислительную трудоемкость задачи. Создание автоматизированной информационной системы расчета параметров процессов МИОМ позволило сократить затрачиваемое на вычисления время, повысить точность решения и избежать возникновения ошибок расчета, что и являлось целью автоматизации.

Система разработана с применением объектно-ориентированного языка программирования Java SE 8 в среде NetBeans IDE 8.2. Причиной выбора данного языка программирования и IDE были высокая продуктивность разработки и кроссплатформенность. Система способна работать под управлением операционных систем Linux, Windows, Mac OS X и Solaris.

В процессе анализа предметной области была спроектирована база данных (БД), которая необходима для хранения параметров процессов и алгоритмов расчета (рисунок 1). В качестве системы управления БД (СУБД) была выбрана СУБД MySQL 5.5. Данная СУБД является мощной и свободно распространяется под лицензией GNU GPL.

На логической модели БД (рисунок 1) изображено пять сущностей. Такие как «Операция» зависящая от «ОперацияТип» и независимых друг от друга «Материал», «Установка» и «Константа».

В системе реализовано два различных интерфейса пользователя:

1. Пользователь. Данный интерфейс позволяет: выбрать тип операции; выбрать операцию; задать параметры заготовки; задать параметры индуктора (материал); выбрать модель МИУ; задать параметры процесса; рассчитать по заданным параметрам процесс; получить результат расчета.
2. Администратор. Данный интерфейс позволяет изменять наполнение БД. Доступ к данному интерфейсу ограничен паролем для обеспечения целостности и работоспособности системы.

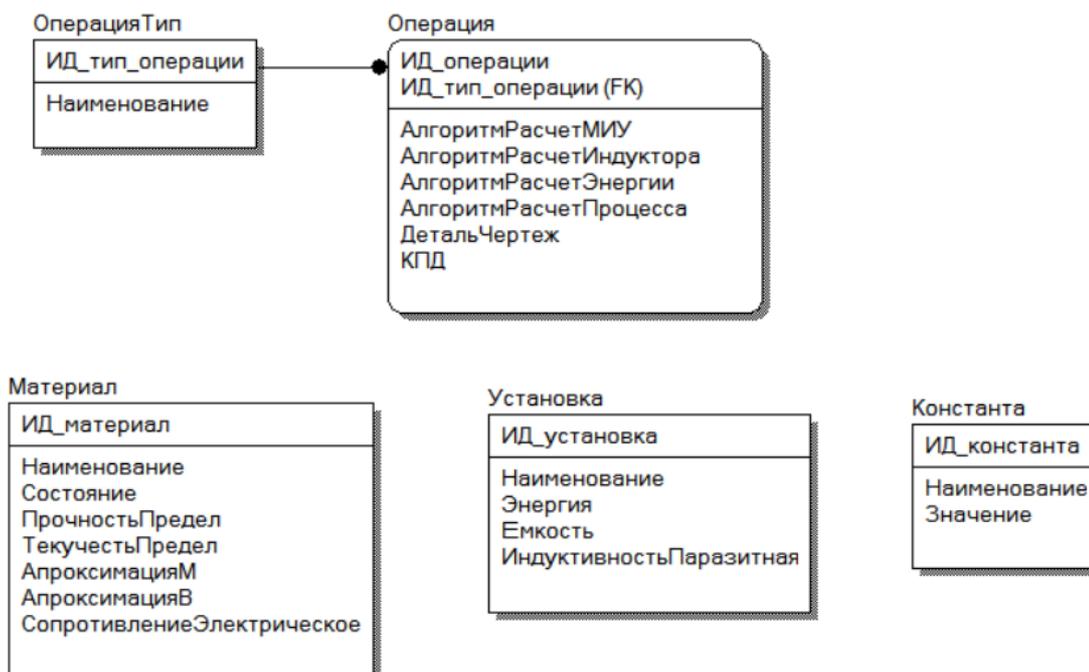


Рисунок 1 – Логическая модель БД

Разработанная АИС была апробирована на примере расчета параметров процесса формовки детали «Конус». В результате выполненного расчета величина энергии разряда МИУ-15 составила 1,75 кДж, что соответствует напряжению заряда 4,9 кВ. С целью проверки правильности расчета был спроектирован и изготовлен индуктор с технологической оснасткой (рисунок 2), выполнен эксперимент.



Рисунок 2 – Внешний вид экспериментальной оснастки

Эксперимент проводился на МИУ-15 при выборе ближайшего большего значения напряжения разряда равного $U=5\text{кВ}$. В результате была получена деталь «Конус» соответствующая всем предъявляемым к ней требованиям по точности.

Литература

1. Высокоэффективные технологические процессы изготовления трубопроводных и топливных систем летательных аппаратов [Текст] / В.А. Барвинок, А.Н. Кирилин, А.Д. Комаров и др. Под общей редакцией чл.-корр. РАН В.А. Барвинка. – М.: Наука и технологии, 2002. – 394 с. [8.2]



2. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов [Текст] / Белый И.В., Фертик С.М., Хищенко Л.Т. – Харьков: «Вища школа», 1977. – 168 с.
3. Шнеерсон Г.А. Поля и переходные процессы в аппаратуре сверхсильных токов. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 416 с
4. Расчет параметров магнитного молота. / Г.М. Лебедев, Ю.М. Овчинников, Ю.А. Попов и др. // Вопросы производства летательных аппаратов: Труды Куйбышевского авиационного института. – 1970. – Вып. 41. – С.18-22.
5. Глушечков В.А., Расчет процессов магнитно-импульсной обработки / В.А. Глушечков, В.Ф. Карпунин. – Самара: Изд-во Самар. Гос. аэрокосм. Ун-та, 2010.

Б.В. Мартемьянов

СШИВКА ПОЛОС ИЗОБРАЖЕНИЙ С УЧЕТОМ МЕЖМАТРИЧНЫХ ГОЛОНОМНЫХ СВЯЗЕЙ

(Самарский государственный технический университет)

Современные космические аппараты, предназначенные для дистанционного зондирования Земли, формируют изображения средствами оптико-электронных преобразователей (ОЭП), которые построены на основе матриц фоточувствительных приборов с зарядовой связью (ФПЗС).

Для обеспечения достаточной ширины полосы захвата в структуре ОЭП предусматривают десятки отдельных матриц ФПЗС. Такие ОЭП будем называть многоматричными (МОЭП). Матрицы в составе МОЭП выстраиваются вдоль двух параллельных прямых так, что каждая пара смежных матриц в области их смежных сторон «перекрывается» на некоторое количество ячеек ФПЗС, порождая взаимное перекрытие «полей зрения» этих матриц. В процессе съемки изображения маршрута каждая ФПЗС матрица порождает набор видеоданных, содержимое которого при визуализации порождает полосу изображения (далее - полосу). За счет взаимного перекрытия полей зрения смежных матриц полосы, порожденные этими матрицами, содержат вдоль своих смежных сторон изображения одних и тех же наблюдаемых объектов (рис. 1).



Рис. 1. Фрагменты смежных полос

Одна из задач первичной обработки полос изображений состоит в их сборке в единый кадр, в котором устранены повторения изображений одних и тех же фрагментов сцены. Задача решается путем наложения одной из полос на другую так, что повторяющиеся фрагменты изображений совмещаются. Такую задачу называют задачей «сшивки» полос.



Для реализации процедуры взаимного совмещения фрагментов изображений необходимо для каждой строки y изображения одной из смежных полос вычислить вектор $\mathbf{S}(y) = (s_x, s_y)$ ее сдвига относительно второй полосы. Далее этот вектор называется «параметр сшивки». Составляющая s_x параметра сшивки определяет локальную ширину зоны взаимного перекрытия полей зрения смежных матриц ФПЗС. Такую зону будем называть «швом», а параметр s_x – локальной шириной шва.

Задача сшивки изображений осложнена тем, что изображения имеют цифровую форму представления видеосигнала: дискретизированы по пространственным координатам (пикселям, порождаемым дискретными ПЗС-ячейками в структуре матриц ФПЗС), амплитуде (результат ограниченной длины разрядной сетки для представления цифрового кода яркости пиксела) и времени (результат экспозиции изображения на матрицы ФПЗС в течение некоторого интервала времени).

Задача сшивки решается в 2 этапа:

- с субпиксельной точностью [1] вычисляются локальные параметры сшивки для некоторого подмножества строк одной из полос. Совокупность этих параметров называется далее «протоколом сшивки»;
- в соответствии с протоколом сшивки смежные полосы «сшиваются» в единое изображение.

В докладе рассматриваются только вопросы, связанные с вычислением и взаимной коррекцией протоколов сшивки для группы из нескольких следующих друг за другом полос изображений.

Предлагается методика высокоточного решения задачи вычисления протоколов сшивки полос, в существенной мере учитывающая геометрические особенности (голономные связи) взаимного расположения ПЗС-матриц в составе МОЭП, которая:

- за счет отсутствия поисковых процедур отличается высокой производительностью в сравнении с методиками, основанными на анализе значений взаимно корреляционных функций (ВКФ) фрагментов изображений;
- слабо чувствительна к виду ВКФ совмещаемых изображений. Как следствие, используемые в рамках методики процедуры совмещения фрагментов изображений сходятся быстро и не застревают на локальных экстремумах ВКФ, расположенных в окрестности её глобального экстремума;
- не требует информации о параметрах внешней ориентации носителя изобразительной системы (ИС), то есть, ориентирована на обработку только собственно изображений.

Объявленные качества предлагаемой методики обеспечивает используемый в ней метод функционализации параметров изображений [2-4] (далее «метод функционализации»). Важным достоинством метода функционализации является возможность получения на его основе вполне надежных критериев близости (похожести) совмещенных фрагментов изображений.

Одна из проблем сшивки состоит в необходимости доопределения (интерполяции) протокола сшивки в тех координатах, где низка достоверность вы-



численных значений параметров сшивки. Причинами возможной низкой достоверности могут быть объективные свойства изображения, не позволяющие с высокой точностью совмещать фрагменты изображений. К ним относятся: малая вариация контраста изображения на фоне шума, например, на водных гладях, полях, крышах зданий, наличие облаков, а также протяженных линейных структур. Оказалось, что в данной задаче весьма продуктивно учитывать геометрические (голономные) связи между крайними ФПЗС ячейками одной и той же строки отдельной ФПЗС матрицы: увеличение ширины шва на одной стороне матрицы приводит к равному уменьшению ширины шва на ее противоположной стороне, и наоборот. В результате суммарная локальная ширина Δ двух швов, формирующихся на противоположных сторонах ФПЗС матрицы одновременно, является константой, индивидуальной для каждой отдельной матрицы в составе ОЭП. Вследствие указанных голономных связей знание локальной ширины одного шва в данный момент времени позволяет вычислить локальную ширину соседнего шва в этот же момент времени. Это позволяет корректно определять содержание протокола сшивки в тех местах, где параметр сшивки не может быть вычислен непосредственно по изображению по объективным причинам.

Для использования голономных связей необходимо точное знание взаимного положения матриц ФПЗС на картинной плоскости.

На рис. 2 представлены два набора диаграмм протоколов сшивки двух соседних швов. Ось ординат задает проекции векторов сшивки на оси X и Y в пикселах. Ось абсцисс задает номера строк изображения. Диаграммы $Y1$ и $Y2$ отображают составляющие s_y локальных векторов $S(y)$, а диаграммы $X1$ и $X2$ – составляющие s_x этих векторов.

На рис. 2а «пики», достигающие нулевых значений на диаграммах $X1$ и $X2$, означают, что программа вычисления протокола сшивки оценила вычисленные параметры векторов сшивки как не достаточно достоверные и вычисленные значения s_x компонент векторов были заменены значением 0. В результате взаимной коррекции протоколов сшивки двух соседних полос (рис. 2б) на основе голономных связей все такие «пики» были заменены достоверными значениями параметров сшивки полос.

Диаграммы $Y2$ для исключения их совмещения с диаграммами $Y1$ отображены с изменением знака всех вычисленных значений s_y составляющих векторов сшивки. При этом видна одинаковая динамика изменения у составляющих векторов сшивки в соседних швах: диаграммы симметричны относительно некоторой горизонтальной прямой, проходящей через точку пересечения этих диаграмм. Причем, эта точка пересечения, в данном случае, не совпадает с осью абсцисс, что говорит о перекосе взаимного положения смежных матриц ФПЗС.

Из сравнения двух наборов диаграмм (2а и 2б) можно заметить, что после коррекции уменьшилась амплитуда высокочастотных колебаний диаграмм $X1$ и $X2$ и исчезли ложные пики на диаграммах $Y1$ и $Y2$. Причем ложные пики на $Y1$



совпадают с искусственными пиками на X1, означающими, что соответствующий вектор сшивки полос был отмечен как недостаточно достоверный.

Учет голономных связей был успешно применен автором при решении задачи идентификации ОЭП, сформировавшего данные изображения [5]. Достоверность решения задачи близка к 100%. Задача была решена путем совмещения двух диаграмм голономных пар швов: одна диаграмма (повторяющаяся на рисунке 3) построена по результатам вычисления средних по маршруту векторов сшивки полос изображений, другая – по известной информации о точном (реальном) взаимном положении ФПЗС матриц в составе различных ОЭП.

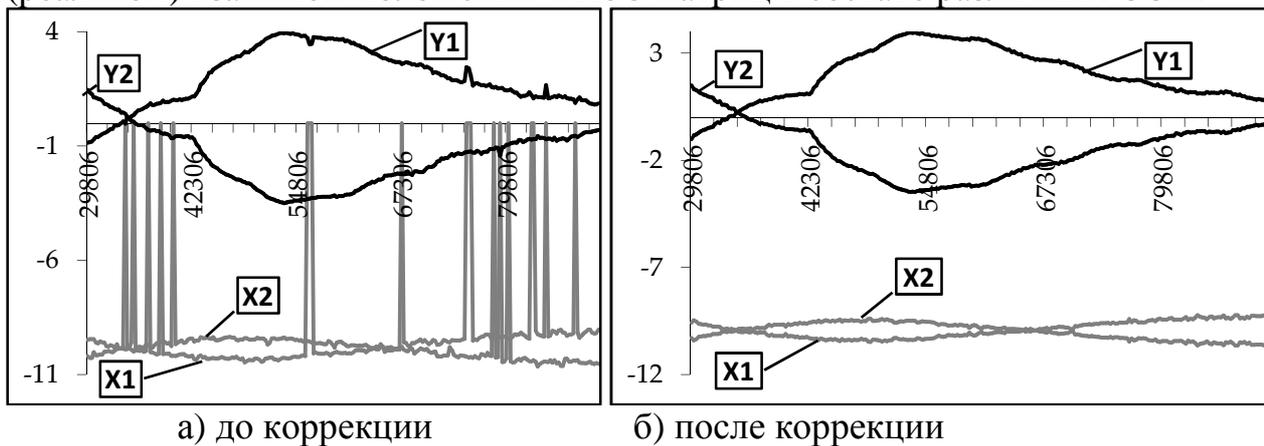


Рисунок 2 – Примеры диаграмм протокола сшивки

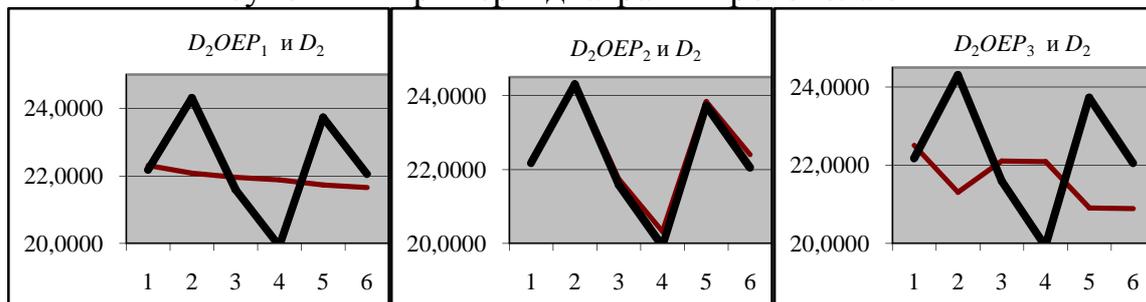


Рис. 3. Примеры совмещения диаграмм

Литература

1. Мартемьянов, Б.В. Оценка качества алгоритма сшивки изображений, основанного на методе функционализации // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. – №3(25). – Самара, 2009, с. 88-95.
2. Кузнецов, П. К. Техническое зрение подвижных объектов. Метод анализа поля скоростей динамического изображения / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, В. И. Семавин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 1. С. 3 – 9.
3. Кузнецов, П. К. Техническое зрение подвижных объектов. Совмещение изображений как динамический процесс / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, В. И. Семавин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 2. С. 3 –10.
4. Кузнецов, П. К. Техническое зрение подвижных объектов. Методика совмещения изображений, полученных при наблюдении с подвижного основа-



ния / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, А.В. Рашупкин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 3. С. 10 –17.

5. Мартемьянов, Б.В. Метод отождествления многоматричной видеокамеры с полученными ею снимками // Информационно-управляющие системы. №6 (55). – Санкт-Петербург, 2011. –с.11-15.

Д.С. Мудров

ИССЛЕДОВАНИЕ УДАЛЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ПРИМЕРЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ В СФЕРЕ РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В современном мире мы можем наблюдать катастрофическую нехватку времени. Темп жизни постоянно увеличивается, как и количество информации, которую необходимо обработать буквально на коленке становится все больше, актуальной становится проблема построения приложения с использованием удаленного взаимодействия.

Повсеместное распространение мобильного интернета и смартфонов позволило начать решать повседневные рутинные задачи новым способом. Человек больше не привязан к стационарному персональному компьютеру, ведь большинство задач можно выполнять в смартфоне, главное ограничение которого – недостаточная производительность. Удаленное взаимодействие приложений через сеть снимает это ограничение. Благодаря этому, часть наиболее требовательной к ресурсам логики теперь можно вынести на отдельный сервер приложений, с которым, по мере необходимости, взаимодействует установленный на смартфоне клиент [1].

Одной из самых распространенных моделей серверных приложений является трехзвенная архитектура (рис.1).

К преимуществам трехзвенной клиент-серверной архитектуры над другими относятся:

1. высокая степень гибкости и масштабируемости, т.к. изменения базы данных и расширение серверного приложения происходят на разных серверах;
2. более высокая безопасность, т.к. защиту можно определить для каждого сервиса или уровня;
3. высокая производительность, т.к. задачи распределены между серверами;
4. децентрализация, что увеличивает надежность.

К минусам относятся:

1. более сложная реализация;
2. стоимость владения серверов, а также затраты на внедрение и сопровождение ПО могут оказаться весьма высокими.

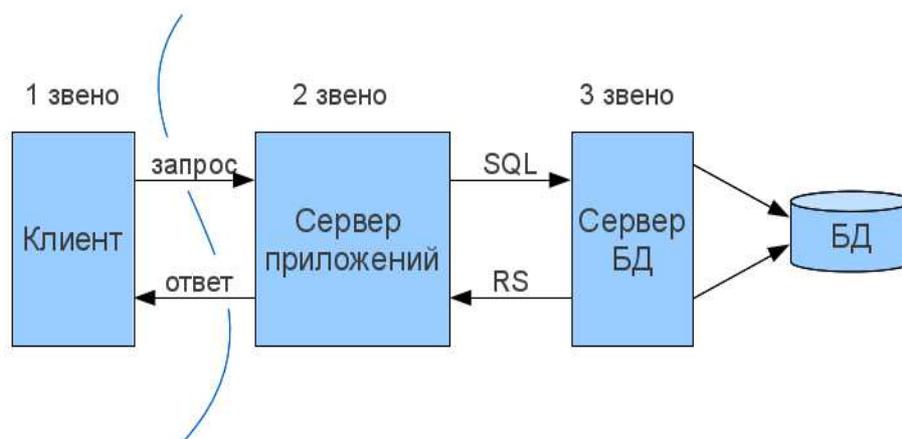


Рис. 1. Трехзвенная клиент-серверная архитектура

Основными звеньями данной клиент-серверной архитектуры являются клиент и сервер приложений.

Клиент – программа, посылающая запросы и принимающая ответы от сервера приложений.

Сервер приложений – это сервисная программа, которая обеспечивает доступ клиентов к прикладным программам, выполняющимся на сервере.

Запрос и ответ как правило представлены в формате JSON или XML.

Клиент и серверное приложение могут быть реализованы на разных языках программирования.

Основными преимуществами клиент-серверного приложения над локальным являются:

1. клиентская часть, благодаря урезанному функционалу, получается менее требовательной к ресурсам смартфона, а, следовательно, и к аккумулятору, что положительно сказывается на времени жизни от одного заряда;
2. для поддержки новых устройств нужно адаптировать только клиентскую часть, не затрагивая серверную;
3. изменения в программе выполняются на сервере приложений и распространяются на всех клиентов.

К основным минусам можно отнести:

1. при отсутствии доступа к сети клиент становится «бесполезным»;
2. «падение» сервера приведет к недоступности программ для всех клиентов;
3. данные, передаваемые по сети, возможно перехватить, что негативно сказывается на безопасности.

Приложения, построенные по данному принципу, позволяют пользователю управлять предприятием и принимать важные решения находясь в любой точке мира, имея при себе только смартфон с доступом в интернет [2].

На рынке развлекательных услуг представлена компания «Без паники». Данная компания является лидирующей в Самарской области и занимается постройкой высокотехнологичных логических квестов, а также проведением праздников и банкетов. Раньше бухгалтерия велась работниками предприятия вручную, но с активным ростом компании и открытием новых квестов после-



довала децентрализация предприятия, что вызвало резкую необходимость перевода всей бухгалтерии в электронный вид.

Было написано веб-приложение, где работники ведут учет движения денежных средств и расходных материалов, а также бронируют квесты и банкеты (рис. 2). Особенность заключается в том, что работники большую часть времени находятся в движении и использование ПК становится затруднительным. В свою очередь, данное приложение удобно в использовании только при работе на персональном компьютере, а оптимизация его под небольшие дисплеи смартфонов делает интерфейс очень запутанным и не эффективным. Представленные на рынке аналоги не поддерживают небольшие устройства и не имеют достаточного функционала, покрывающего все потребности данного предприятия.

Возникла проблема адаптации приложения под мобильные устройства, которую можно решить за счет написания клиентского мобильного приложения и RESTful api для сервера.

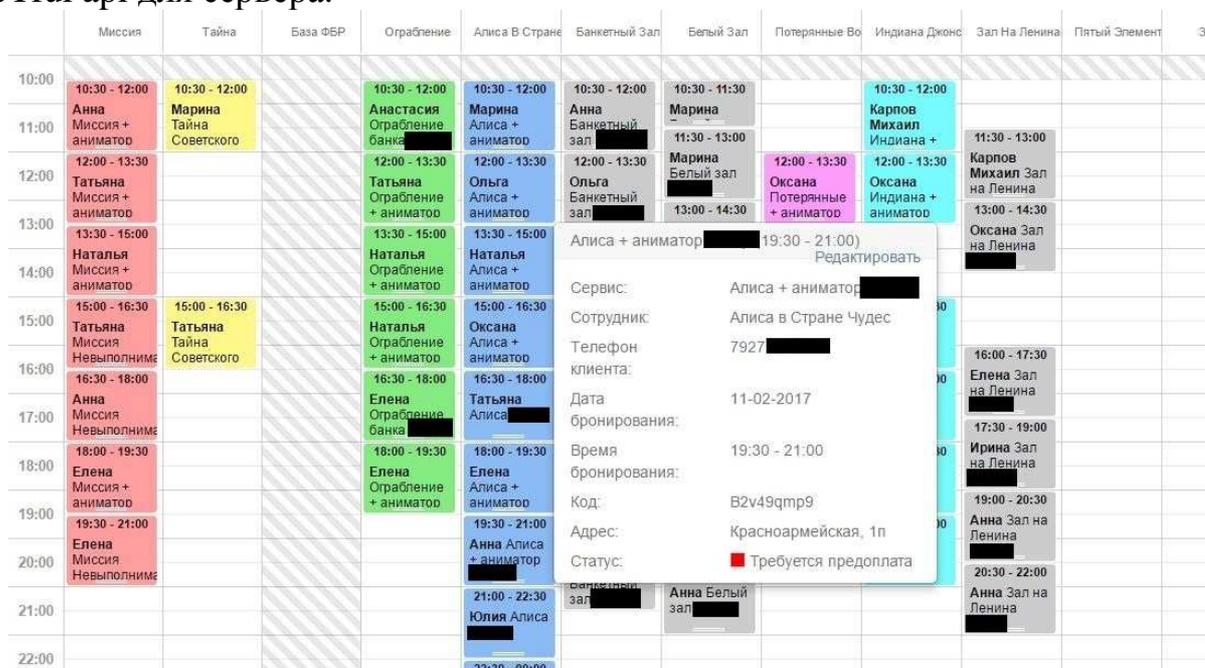


Рис. 2. Забронированные мероприятия

На данный момент, основные функции api для сервера реализованы:

4. создание/редактирование/удаление события;
5. поиск события;
6. авторизация пользователя;
7. получение всех событий по дате.

Необходимо реализовать клиентское мобильное приложение, поддерживающее выше описанное api. Набор данных функций является базовым для решения поставленной задачи и может быть расширен согласно специфики компании, оказывающей услугу, законодательным требованиям и прочим обстоятельствам.

В ходе данной работы были выявлены основные проблемы, с которыми сталкиваются работники предприятия. Внедрение мобильного приложения по-



зволит работникам сэкономить время, нужное для доступа к компьютеру, а компании высвободить часть ресурсов, за счет отказа от необходимости на каждом рабочем месте персонального компьютера.

Литература

1. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. – М.:Информ, 2006. – 283 с.
2. Вольфсон Б. Гибкое управление проектами и продуктами. – СПб.: Питер, 2015. — 256 с.

А.Д. Орлова¹, В.В. Жидченко¹

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ОБЛАЧНОГО PaaS-СЕРВИСА ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

(¹ Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Разработка качественного программного обеспечения (ПО) является одной из основных задач для современных разработчиков. Функции, которые должны быть выполнены системой, становятся сложнее, а их реализация требует больших затрат ресурсов и средств разработки, чем раньше. Поэтому появляется необходимость создания более удобной и инновационной технологии программирования.

Данная технология могла бы быть очень удобной, если бы к ее возможностям относилась автоматическая генерация корректного кода по некоторому описанию объекта программирования. Это могло бы значительно увеличить эффективность работы программы и упростить труд программиста.

Технология ГСП – технология проектирования и кодирования алгоритмов ПО, базирующаяся на графическом способе представления программ и преследующая цель полной или частичной автоматизации процессов проектирования, кодирования и тестирования программного обеспечения.

Два основополагающих принципа данной технологии [1]:

- визуальная, графическая форма представления алгоритмов программ и других компонент их спецификаций;
- принцип структурированного процедурного программирования.

Технология ГСП PGRAPH, созданная на кафедре программных систем СУ (Самарского Университета), является одним из способов наглядного представления алгоритмов программы в виде графа управления. Алгоритм описывается оргграфом состояний, *вершины* которого – вычислимые функции, а *дуги*, помеченные логическими функциями – переходы системы из состояния в состояние. Начальной вершиной объявляется одна из вершин графа, соответствующая начальному состоянию.



В качестве хранилища данных в PGRAPH используется СУБД (система управления базами данных) MySQL. Система PGRAPH разворачивается в облачном сервисе. PaaS (Platform as a service) – это облачный сервис, позволяющий производить облачные вычисления на некоторой платформе. А облачные вычисления – это концепция, обеспечивающая сетевой доступ к общим вычислительным ресурсам.

Граф-программа в системе PGRAPH представлена на рисунке 1.

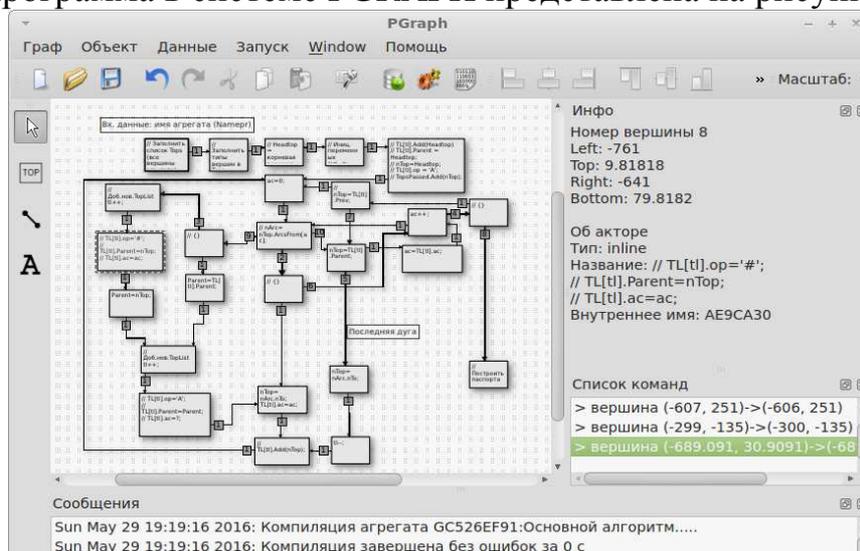


Рис. 1. Граф-программа в системе PGRAPH

Большим достоинством данной системы является возможность реализации одновременного доступа нескольких разработчиков к программе, создающейся с помощью визуального представления в рамках технологии ГСП. Таким образом появляется необходимость создания общего хранилища данных, удобного общения и документирования, контроля изменений, управления сборкой. А также тестирования, выпуска версий и формирования отчетов. Подход, включающий в себя вышеприведенные этапы, призван обеспечить устойчивость процесса разработки.

Для разработчика не менее важным аспектом является система контроля версий (СКВ), позволяющая регистрировать изменения в одном или нескольких файлах с тем, чтобы в дальнейшем была возможность вернуться к определённым старым версиям этих файлов[2]. СКВ даёт возможность возвращать отдельные файлы или весь проект к прежнему виду, просматривать происходящие со временем изменения, определять, кто и когда последним вносил изменения в конкретный модуль, создавать отдельные ветки проекта и многое другое.

Несмотря на многообразие направлений, платформ, технологий разработки программного обеспечения (ПО), СКВ успешно интегрируются в среды разработки. СКВ возможно адаптировать под работу с системами визуального программирования. Для этого необходимо создать технологию, позволяющую сохранять элементы графического редактора в файловой системе. Возможность хранения предыдущих вариантов акторов, предикатов, паспортов объектов и



дуг переходов из одного состояния в другое, а также хранение автора и времени изменения позволит увеличить эффективность разработки проекта.

Создание ветвей (branches) проекта позволит создавать различные версии проекта и на этапе слияния в главный проект определять актуальность и правильность каждой ветви. Однако при слиянии возможно возникновение конфликтов, которые будут решаться разработчиками в режиме online.

Таким образом подсистема взаимодействия с пользователем будет оповещать разработчика о конфликтах слияния. Возможность поэтапного хранения состояния графа и просмотра предыдущих версий может быть удобна в процессе обучения студентов для пошагового объяснения алгоритма создания проекта. Все эти меры позволят обеспечить совместную работу над часто меняющейся информацией, идентифицировать автора изменений, хранить полную историю изменения данных, возможность отката к любому моменту изменений данных, реализовать альтернативные, экспериментальные варианты проекта, оповестить других пользователей о произошедших изменениях, а также обеспечить высокое быстродействие при выполнении операция сохранения, получения, слияния версий.

Литература

1 Коварцев А.Н. Методы и средства визуального параллельного программирования. Автоматизация программирования.[Текст]/ А.Н. Коварцев, В.В. Жидченко : учебное пособие. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 168 с.

2 Системы контроля версий [Электронный ресурс]. – URL: <https://hgbook.bacher09.org/html/how-did-we-get-here.html> (дата обращения: 10.02.2017).

К.С. Пивкин

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКА R НА ПРИМЕРЕ РОЗНИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

(Удмуртский государственный университет)

Во многих сферах жизнедеятельности предсказание определенной целевой величины стало основой эффективных решений. В частности, в сферах бизнеса данными величинами являются основные показатели процессов, протекающих в них: например, в банковском деле – это вероятность заемщика не выплатить по своим обязательствам, в онлайн-бизнесе – вероятность отклика пользователя, в розничной торговле – величина покупательского спроса на тот или иной товар и т.п. Подобная востребованность в оценке будущих значений ключевых показателей породило массу новых решений и платформ, с помощью которых реализуются современные прогнозные системы [2]. Целью данной работы является описание современной системы прогнозирования, разработанной



с помощью языка программирования R, в приложении к торгово-розничному делу.

Язык R – мультипарадигмальный язык программирования для статистической обработки данных и визуализации. Язык R активно используется для исследований в академической среде и в последнее время получает все большую распространенность для решения бизнес-задач. Особенностью языка является удобство написания высокоуровневых решений на его основе. При этом освоение языка довольно быстро осуществляется и непродвинутым пользователем. Мощными инструментами для разработки приложений также обладают специальные функциональные расширения для языка R – пакеты, количество которых растет с каждым годом активного использования языка [3].

Система прогнозирования – это прежде всего система обработки и анализа данных, на выходе которой исследователь имеет результат в виде модели прогнозирования и предсказания целевой переменной. Подобный класс задач решает такая область методов как Data Mining [1]. В данном контексте разработанная система прогнозирования имеет следующие этапы:

1. Постановка задачи прогнозирования;
2. Сбор данных;
3. Подготовка (предобработка) данных;
4. Выбор подходящего типа модели прогнозирования (линейная регрессия, деревья решений, нейронные сети или т.п.);
5. Подбор метапараметров модели и алгоритма обучения;
6. Обучение модели на данных;
7. Анализ качества модели;
8. Вывод результата (предсказания) в систему поддержки принятия решений на предприятии.

Дополнительное введение последнего пункта связано с тем, что система прогнозирования является частью общей системы управления предприятием.

С точки зрения инструментов разработанного решения, архитектура системы прогнозирования выглядит следующим образом:

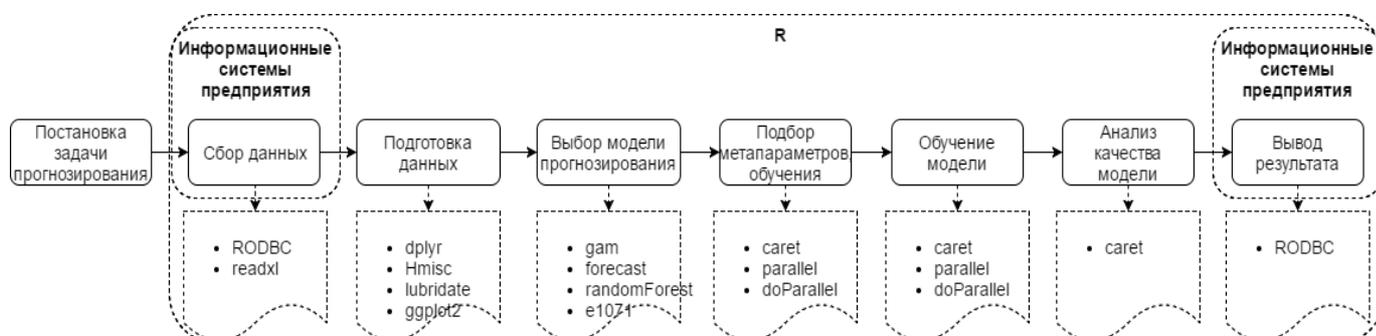


Рисунок 1 – Архитектура системы прогнозирования на языке R
(с указанием доп. пакетов)



Как видно, возможности языка R охватывают все этапы работы системы прогнозирования. При этом, при подготовке решения не обошлось без использования пакетных расширений, широко распространённых среди разработчиков в среде R. Условно их можно разделить на 4 группы:

- Пакеты, которые осуществляют функции интеграции для сбора данных: *RODBC* (для интеграции с SQL-базами данных), *readxl* (для сбора данных с внешних Excel-файлов).
- Пакеты, которые осуществляют функции обработки и подготовки данных к моделированию: *dplyr* (облегчает фильтрацию, агрегацию и иные манипуляции с данными), *lubridate* (облегчает работу с временными данными), *Hmisc* (обработка пропущенных значений), *ggplot2* (позволяет визуализировать необходимые связи в данных).
- Пакеты, которые отвечают за создание и оценку качества моделирования: *gam* (обобщенные аддитивные модели), *forecast* (модели временных рядов), *randomForest* (реализация метода «случайный лес»), *e1071* (реализация нескольких методов, в частности машины опорных векторов), *caret* (отвечает за организацию моделирования и оценку качества результата);
- Пакеты, которые отвечают за повышение эффективности реализуемого программного комплекса: *parallel*, *doParallel* (позволяет ускорить процедуры за счет параллелизации процессов).

Использование пакетов для языка R позволило сделать решение всеобъемлющим и гибким с точки зрения настройки возможных результатов.

Особенностью данного решения является использование не одной модели прогнозирования, а композиции (ансамбля) нескольких методов. При этом, сам выбор методов подтверждается выводами статистического и визуального анализа, который совершается средствами R. Также проводится процедура разделения выборки на обучающую (*train*) и тестовую (*test*), процедура перекрестной проверки (или кросс-валидации) для подбора метапараметров моделей и само их обучение. Все это позволяет совершить в эффективной высокоуровневой форме пакет *caret*.

Выбранные методы объединяются в ансамбль следующим образом:



Рисунок 2 – Конструкция ансамбля методов



Инструментально данный подход также реализуется с помощью R: для ускорения процедуры создания нескольких моделей используются пакеты для параллелизации вычислений (*parallel*, *doParallel*), а для создания ансамбля – тот же пакет *caret* и его расширение *caretEnsemble*, в котором реализованы функции предназначенные для создания и оценки требуемых композиций.

Следует отметить, что реализация системы прогнозирования на языке R позволяет заменить уже существующую на розничном предприятии. В качестве оценки результата двух систем используется среднеквадратичная ошибка:

$$MSE = \frac{1}{n} \times \sum_i^n (y_i - \hat{y}_i)^2,$$

где y_i – фактические значения целевой переменной (покупательского спроса), \hat{y}_i – оценка прогнозной величины, n – количество элементов в выборке. Для справедливости результата MSE оценивалась строго на результатах тестовой (проверочной) выборки. По этому показателю качество системы прогнозирования на предприятии улучшилось более чем на 20% по сравнению с существующей системой.

Полученная система прогнозирования спроса функционально интегрируется с глобальной информационной системой предприятия. В онлайн-режиме и статических отчетах результат прогноза используется для заказа товара у поставщика, планирования показателей продаж (количественных и стоимостных), проработки маркетинговых стратегий и многих других стратегических мероприятий.

На данный момент, для итогового внедрения системы прогнозирования требуются следующие действия по созданию документальной базы:

- создание спецификации модели с описанием используемых данных и их источников;
- создание технологической карты описанной системы прогнозирования;
- дополнительная структуризация самого скрипта для упрощения восприятия.

После документального описания система будет внедрена в промышленную эксплуатацию на одном из предприятий розничной торговли, а также с учетом универсальности системы – может быть внедрена и на других.

Проделанная работа позволяет сделать выводы, что использование языка R не накладывает какие-либо ограничения на работу системы принятия решений на розничном предприятии. Более того, из-за высокоуровневой и богатой системы пакетных расширений данный язык программирования становится более эффективным инструментом для решения экономико-математических задач, чем существующие. Ввиду использования языка программирования в качестве основы решения, создаются модульные структуры (согласно архитектуры на рис. 1), которые просто интерпретировать и отлаживать в будущем. Отмечено, что интеграция с информационной системой предприятия легко настраивается при соблюдении формальных правил по написанию запросов для настройки «вход-выход». В ходе разработки также было обнаружено, что в случае воз-



никновения проблемы обработки «больших данных» для языка R предоставлен программный интерфейс для популярного фреймворка Apache Spark. Это позволит с минимальными трудозатратами скорректировать архитектуру существующего решения, в случае появления нового массива данных, который будет влиять на качество решения поставленной задачи.

Литература

1. Паклин Н.Б. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+CD) [Текст] / Н.Б. Паклин, В.И. Орешков. – СПб. : Питер, 2013. – 704 с.: ил.
2. Чучуева, Ирина. Сравнение программных продуктов для анализа данных: R, MATLAB, SciPy, MS Excel, SAS, SPSS, Stata [Электронный ресурс] / И. Чучуева. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2012. – Режим доступа: <http://www.mbureau.ru/blog/sravnenie-programmnyh-produktov-dlya-analiza-dannyh-r-matlab-scipy-ms-excel-sas-spss-stata>, свободный.
3. De Vries, Andrie. On the growth of CRAN packages. [Электронный ресурс] / A. de Vries. – Электрон. текстовые дан. – USA, 2016. – Режим доступа: <https://www.r-bloggers.com/on-the-growth-of-cran-packages/>, свободный.

В.С. Плахов, А.В. Благов

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЁТА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ УНИВЕРСИТЕТА

(Самарский университет)

Введение

Университет представляет собой сложную с финансовой точки зрения систему, бюджет которой складывается из государственных субсидий выделяемых Министерством образования и науки Российской Федерации согласно существующим правилам [1,2], а также платных услуг (образовательных, научных, прочих). В состав университета, как правило, входят институты либо факультеты, имеющие определенную финансовую и управленческую самостоятельность, в которых ведется подготовка обучающихся по различным специальностям. При этом существует большое количество данных (стоимость той или иной группы специальностей, повышающие коэффициенты, количество победителей олимпиад и т.д.) влияющих на бюджет института (факультета), да и вуза в целом.

Актуальной является задача разработки информационной системы, учитывающей все параметры, определяемые установленными правилами, производящей расчёт финансового состояния, а также выносящей прогнозы и сценарии принятия решения.

1. Исследование основных параметров влияющих на финансовое состояние вуза

Для определения параметров разрабатываемой информационной системы рассмотрим подробнее предметную область.



Доходы университета состоят из следующих статей:

- доходов по образовательной деятельности,
- доходов по научной деятельности,
- доходов по прочим видам деятельности.

Доходы по образовательной деятельности складываются из финансирования каждого обучающегося в университете. При этом следует различать бюджетное финансирование, поступающее от министерства образования и науки на студентов, обучающихся за счет бюджет ассигнований, и внебюджетное финансирование, поступающее лично от обучающихся на платной основе. Бюджетное финансирование выделяется согласно документу по нормативам затрат, выпускающимся ежегодно министерством образования.

Так же в этих документах для любого из годов приведены перечни групп специальностей (направлений подготовки): 1, 2 и 3 группа для таких форм обучения как бакалавриат/специалитет, магистратура и аспирантура (отнесение направлений подготовки к той или иной группе остается неизменным на протяжении нескольких лет).

Также в документах по нормативам затрат приведены таблицы с итоговыми значениями базовых нормативных затрат по группам специальностей. В таблицах написаны затраты на такие составляющие как: оплата труда ППС, закупка материальных запасов, закупка литературы, затраты на коммунальные услуги по каждой из трех групп по категориям: бакалавры/специалисты, магистры и аспиранты. Помимо базовых значений затрат имеется еще ряд коэффициентов, оказывающих воздействие на величину базовых затрат по различным составляющим (коэффициент может действовать, например только на оплату труда, либо только на коммунальные услуги, действие коэффициентов приведено в таблицах применения коэффициентов).

Важные коэффициенты, которые имеют место в нашем университете:

- корректирующий коэффициент, учитывающий средний уровень заработной платы в регионе;
- корректирующий коэффициент, учитывающий государственное регулирование тарифов на коммунальные услуги в регионе;
- корректирующий коэффициент, отражающий право ведущего вуза самостоятельно разрабатывать и утверждать образовательные стандарты;
- корректирующие коэффициенты, отражающие достижения целевых показателей деятельности вузов – средний бал ЕГЭ применим для бакалавриата и специалитета, доля студентов, являющихся победителями олимпиад, научный потенциал организации.

Также обучающиеся могут обучаться по очной, очно-заочной (вечерней) и заочной формам обучения. При этом существуют корректирующие коэффициенты практически по всем уровням затрат для них:

- для очной – 1,
- для вечерней – 0,25,
- для заочной – 0,1.



Следуя описанным выше правилам, формируется бюджет вуза на календарный год.

По платным студентам стоимость определяется отдельным внутренним документом университета, стоимость по очной форме, как правило, немного ниже расчетной стоимости бюджетного студента после применения коэффициентов. Распределение по составляющим затрат может быть пропорционально бюджетным студентам той же группы и формы обучения.

Суммарный образовательный фонд института или факультета может формироваться исходя из направлений подготовки этого института или факультета и количества, обучающихся на этом институте или факультете.

Доходы по научной и прочим деятельности формируются из имеющихся научных проектов, которые являются либо внебюджетными, либо бюджетными, а также являются либо институтскими/факультетскими, либо общеузовскими.

Исходя из описания предметной области было сформировано следующее техническое задание:

Разработать информационную систему, рассчитывающую доход вуза, а также отдельно институтов/факультетов исходя из количества обучающихся их стоимости, количества научных и иных проектов. При этом помимо имеющихся коэффициентов предусмотреть наличие корректировочного коэффициента единого для составляющих затрат бюджетных и внебюджетных обучающихся.

Предусмотреть также следующие особенности:

- при установлении стоимости обучения для платных студентов выше стоимости обучения бюджетных студентов – формируется резервный фонд института/факультета;
- возможность установки накладных расходов университета из фонда института/факультета.

Распределение ролей осуществляется следующим образом: университетскому администратору доступна информация по бюджету всего вуза, институтскому/факультетскому – в рамках института факультета.

Приложение отображает количество средств, имеющихся на ту или иную деятельность: оплату труда, коммуналку и т.д.

При имеющихся данных по расходам на оплату труда, коммунальные услуги, оборудование и т.д. производится аналитика текущей ситуации: дефиците/профиците средств по тем или иным составляющим затрат.

Приложение также определяет финансовую устойчивость института/факультета, а также вуза в целом, строит прогнозы и рекомендации относительно набора обучающихся на будущий год, а также по сокращению персонала, площадей и т.д. Для этого необходим учет всех обучающимся по годам обучения: 1-4 курс бакалавриата, 1-5 специалитета, 1-2 магистратуры, 1-4 аспирантуры. [1,2]



2. Разработка программного комплекса

После проведенного анализа различных подходов к проектированию информационных систем, было принято решение, что в качестве основной архитектуры будет использоваться трехуровневая клиент-серверная архитектура.

Принципиальная схема архитектуры представлена на рисунке 1.

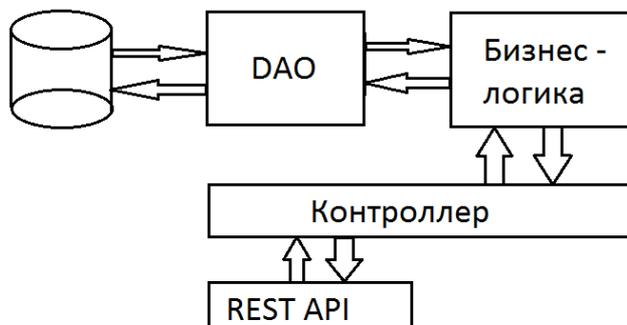


Рисунок 1 – Принципиальная схема архитектуры разрабатываемой информационной системы.

Реализация REST API позволит создать пользовательский интерфейс практически для любой системы, от приложения на рабочем компьютере до приложения в телефоне.

Так же в систему заложена возможность разграничения ролей пользователей, только ограниченный список сможет видеть всю информацию о университете.

Для разработки серверной части приложения был выбран стек технологий Java EE 7. Для представления данных для пользователей планируется использование java-script фреймворка Angular 2. В качестве СУБД была выбрана MySQL Community Server версии 5.6.32, в качестве сервера приложений был выбран WildFly версии 10.0.0.Final.

3. Ожидаемые результаты, модель прогнозирования

В результате работы планируется создание распределенной системы, позволяющей проведение расчетов финансового состояния, как институтов (факультетов), так и университета в целом.

Обладая данными по набору студентов по годам, предшествующим текущему, с помощью разработанного инструмента можно спрогнозировать качественное количество обучающихся по той или иной i -ой специальности, максимизирующее улучшение финансового состояния университета, см. формулу 1:

$$F = f(k_i, s_i, o_i) - r(k_i) \quad (1)$$

где k_i - количество студентов, принятых по i -ой специальности, s_i - средний балл ЕГЭ по i -ой специальности, o_i - количество олимпиадников по i -ой специальности, $r(k_i)$ - расходы на подготовку k студентов по i -ой специальности.

В итоге может быть разработана математическая модель, прогнозирующая финансовое состояние университета на тот или иной период, и даны реко-



мендации по характеристикам, оказывающим наибольшее, наименьшее и критическое влияние на состояние модели.

4. Заключение

В работе рассматривается предметная область, касающаяся формирования бюджета вуза на основе документов министерства образования, внутренних документов университета и состава обучающихся университета, выявляются параметры финансово-хозяйственного состояния и предлагается информационная система, учитывающая эти параметры, производящая расчёт финансового состояния университета, а также выносящая сценарии принятия решения и прогнозы.

Литература

[1] О значениях базовых нормативов затрат на оказание государственных услуг в сфере образования и науки, молодежной политики, опеки и попечительства несовершеннолетних граждан и значений отраслевых корректирующих коэффициентов к ним: приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 июля 2016 г.

[2] Перечень и состав стоимостных групп специальностей и направлений подготовки по государственным услугам по реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры, подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), ординатуры, ассистентуры-стажировки, и программ послевузовского профессионального образования в интернатуре, подготовке научных кадров в докторантуре, итоговые значения и величина составляющих базовых нормативов затрат по государственным услугам по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки, отраслевые и территориальные корректирующие коэффициенты на 2016 год: Министерство образования и науки Российской Федерации 1 декабря 2015 ш.

Д.С. Савельев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В РАБОТЕ ОРГАНОВ МУНИЦИПАЛЬНОЙ ВЛАСТИ

(Самарский государственный технический университет)

Введение

В настоящее время одним из важнейших ресурсов является информация, а информационные технологии стали одним из инструментов повышения эффективности функционирования органов государственного и муниципального управления. Наряду с природными ресурсами информация становится одним из ключевых экономических факторов, важнейшим национальным ресурсом, определяющим благосостояние государства.



Таким образом, разумное обращение с национальным информационным ресурсом является задачей, которая должна решаться на высших государственных уровнях.[1]

Функционирование органов государственной власти и муниципального управления связано с задачами обработки и анализа большого количества информации. Становится очевидна необходимость применения различных информационных технологий для решения этих задач. Без применения этих инструментов в такой сложной структуре, как современное общество, невозможно выстроить совместную работу и взаимодействие многочисленных составляющих органов власти между собой. Применение информационных технологий позволит, наряду с повышением эффективности работы, улучшить процесс выработки и принятия решений, снизить вероятность появления ошибок менеджмента.

Квалифицированная, продуманная интеграция информационных технологий в органы муниципальной власти позволит сохранять и обрабатывать большие объемы данных, находить закономерности в менеджменте муниципалитета, а также позволит простым людям быть вовлеченными в процесс управления. Все это позволит повысить качество управления, что будет отражено в оптимизации сроков решения проблем и повышении качества аудита и управления.

В современном капиталистическом обществе процесс муниципального управления, в том числе, решает задачи стабильного социально-экономического развития муниципалитета. Внедрение информационных технологий предоставит экономистам и управленцам всех уровней новые инструменты, использование которых поможет принимать верные управленческие решения на основе анализа экономической и социальной информации. Цель данной работы – исследование феномена информационных технологий в муниципальном управлении. Задача – определение методов применения информационных технологий в муниципальном управлении и перспектив развития программных комплексов, применяемых в муниципальном управлении.

Применение и перспективы развития информационных технологий в сфере муниципального управления

Развитие органов муниципального управления требует новых методов. Органы государственной власти и органы местного управления решают разные задачи, поэтому способы решения задач местного значения мало разработаны. Также сама структура органов муниципального управления мало соответствует решаемым задачам, что следует из относительной новизны института местного управления. В таких условиях становится очевидной задача формирования нового принципа менеджмента экономического развития муниципалитетов. В ходе формирования нового принципа управления бюрократический контроль работы органов муниципальной власти сменяется контролем демократическим – контролем со стороны потребителей услуг муниципального управления, осуществляющимся как непосредственно, так и с помощью СМИ и общественных организаций. Децентрализация диктует изменения контроля: он должен стано-



вится более тщательным и глобальным и должен охватывать конечных исполнителей.

На сегодняшний день эффективным видом управления является тот, который опирается на знания, как на основной ресурс. Он позволяет на всем процессе управления при минимальных издержках достигать максимальный социальный, менеджерский и экономический эффект, предопределяя развитие муниципалитета и повышение качества жизни населения. Естественно, такой тип управления должен реализовываться в определенном правовом поле. Эта необходимость была отмечена Президентом РФ Д. А. Медведевым на V Красноярском экономическом форуме: «важно последовательно работать над улучшением законодательства. Работать над тем, чтобы новые законы были адекватными состоянию российского общества. А также нашим перспективным планам. Чтобы они носили инновационный характер, то есть были рассчитаны на модернизацию».

Задача обеспечения органов местного самоуправления специализированным информационным обеспечением была отмечена на государственном уровне. Одним из первых шагов в решении этой задачи была реализация Федеральной целевой программы «Электронная Россия (2002-2010 годы)», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 28 января 2002 г. № 65. В рамках данной программы было разработано и внедрено типовое программное обеспечение поддержки работы органов муниципальной власти, а также разработка методической базы, включающей исчерпывающий набор технических и административных регламентов. Внедрение типового, единообразного программного обеспечения позволяет оптимизировать расходы на информатизацию органов муниципального управления. Также в некоторой степени унифицируются информационные средства в органах государственной и муниципальной власти, что сокращает разрыв между ними. Унификация программных средств в данном случае необходима, так как в большинстве своем существующие программные комплексы, используемые в информационно-технических центрах российских регионов, являются оригинальными проблемно-ориентированными продуктами.

Некоторые задачи муниципального и государственного менеджмента решаются с помощью средств поддержки принятия решений. Данные средства предназначены для решения следующего набора задач организационного планирования:

- определение основных параметров проекта, поверхностный анализ проекта;
- составление расписания выполнения проекта в условиях неограниченности ресурсов;
- составление расписания выполнения проекта в условиях ограниченности ресурсов;
- определение критического пути и резервов времени реализации стадий проекта;



- определение необходимых ресурсов для реализации проекта: оборудование, финансы, материалы;
- определение распределения во времени загрузки возобновляемых ресурсов;
- составление расписания выполнения проектов с учетом рисков, определение и анализ рисков;
- аудит хода выполнения проекта;
- анализ отклонений выполнения проекта от запланированного;

Муниципальная же информационная система должна представлять собой совокупность технических, программных и информационных сред, предназначенную для хранения, обработки и обмена информацией в рамках функционирования муниципальных органов власти. Муниципальная информационная система должна решать задачи информационной поддержки муниципального менеджмента и ее необходимо рассматривать, как объединение всех существующих в организации технологий обработки информации[2].

Определим задачи использования информационных технологий в деятельности органов муниципального управления. Во-первых, это обеспечение электронного документооборота. Во-вторых, обеспечение цифрового хранения и обработки информации. Муниципальные органы власти в процессе реализации функции управления должны получать своевременную информационную поддержку. Такая поддержка может быть предоставлена, во-первых, при внедрении системы обмена информацией между субъектами муниципального управления и, во-вторых, информационно-аналитической поддержкой управленческих решений. Выполнение этих условий позволит создать исчерпывающие условия для принятия решений по управлению муниципалитетом. Вышесказанное позволяет выделить следующие задачи внедрения муниципальной информационной системы[3]:

- сбор информации для эффективного менеджмента социальной инфраструктуры и оптимизации расходования бюджетных средств, направляемых на реализацию социальных программ;
- ведение единого кадастра для оптимизации строительства;
- ведение единого инженерного реестра для координации деятельности инженерных служб;
- ведение единого имущественного реестра для управления муниципальным имуществом;
- аудит бюджета для поддержки решений по управлению расходами, формирование единой базы закупок и контрактов;
- документальное и административно-правовое обеспечение органов управления для поддержки принимаемых решений;
- вовлечение и информирование населения о деятельности органов власти для обеспечения взаимодействия.

Итак, информационная система муниципального образования представляет собой комплекс сложных программных систем. Выше мы рассмотрели по-



нятие муниципальной информационной системы, виды и принципы построения информационной системы в государственном и муниципальном управлении, обобщенную структуру информационной системы.

Выводы

Информационное продвижение органов муниципального управления является неотъемлемым элементом функции развития и занимает в ней весьма значимое место. Оно представляет собой совокупность новейших информационно-технических средств и методов продвижения информатизации и предполагает достаточно широкий комплекс мероприятий. Эти мероприятия связаны с: планированием, мотивацией и контролем на всех уровнях информатизации, исходя из целей, потребностей и финансовых возможностей.

Актуальность вопроса внедрения информационных технологий в муниципальные органы сегодня трудно переоценить — удешевление технологий и тотальное проникновение Интернета вызвали устойчивый рост потребления информационных технологий в обществе. Это побуждает граждан требовать комфортных и удобных форм взаимодействия с государством, потребления публичных государственных данных, выражения гражданской позиции, участия во всех законотворческих процессах.

В процессе использования информационных технологий в муниципальном управлении возникает ряд значительных проблем таких, как организационные, финансовые, технико-технологические, и, связанные с нормативно-правовой базой, а также с подготовкой кадров к быстро меняющимся ИТ.

Для решения выявленных проблем в администрации необходим ряд следующих мероприятий: разработка системы подготовки специалистов по ИТ и повышение квалификации кадров в области информатизации: обучение работе с данными системы, с электронными документами, работе на аппаратно-программных средствах создания электронных документов; установка качественных и лицензионных программ; совершенствование и развитие нормативно-правовой базы в сфере ИТ и защиты информации; обеспечение бесперебойной сети Интернет в муниципальных образованиях.

В заключение следует отметить, что на сегодняшний день активное развитие и широкое применение ИТ в деятельности органов местного самоуправления - один из важных факторов повышения уровня социально-экономического развития муниципальных органов, эффективности муниципального управления.

Литература

1. Федеральная целевая программа «Электронная Россия (2002 - 2010 годы)», в редакции от 15 августа 2006 г. (постановление Правительства РФ № 502)
2. Систер В.Г. Информационные технологии на службе города//Информационное общество, 2003. - №1.



3. Шубин А.В., Есипов М.А., Кристальный Б.В. Единая государственная система управления и передачи данных (ЕГСУПД) и ее законодательное обеспечение («Электронная Россия 2002-2010 годы»)/Информационные ресурсы России. – 2002-№1.

О.П.Солдатова, О.С. Баранова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЙТИНГОВОГО АЛГОРИТМА ГЕНЕРАЦИИ БАЗЫ ПРАВИЛ ДЛЯ НЕЧЁТКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

Целью данной работы является сравнение эффективности применения рейтингового алгоритма генерации баз нечетких правил для двух моделей нейронных сетей: Такаги-Сугено-Канга (TSK) и Ванга-Менделя.

Для эмпирических числовых данных, используемых для генерации нечётких баз правил, необходима проверка их непротиворечивости. Используемый в данной работе алгоритм генерации является одним из наиболее используемых алгоритмов данного класса [1], однако публикации об использовании алгоритма для генерации баз правил для нечётких нейронных сетей практически отсутствуют.

В данной работе проведено исследование влияния использования рейтингового алгоритма для генерации баз нечётких правил для нейронных сетей Ванга-Менделя и TSK.

Ввиду схожести структуры и логики работы исследуемых сетей, приведем в качестве примера описание структуры и логики работы сети TSK. Сеть Ванга-Менделя может считаться частным случаем сети TSK, если многочлен первой степени в заключении правила вывода, представлен одним свободным членом [2].

Структура нечёткой сети TSK, представленная на рисунке 1, основана на системе нечёткого вывода Такаги-Сугэно-Канга и реализует функцию аппроксимации вида:

$$y(x) = \frac{1}{\sum_{i=1}^M [\prod_{j=1}^N \mu_A^{(i)}(x_j)]} \sum_{i=1}^M \left[\prod_{j=1}^N \mu_A^{(i)}(x_j) \right] \left[p_{i0} + \sum_{j=1}^N p_{ij} x_j \right]$$

Для обучения сетей использовался алгоритм обратного распространения ошибки, параметрами которого являлись коэффициент обучения η и количество итераций обучения. Значения этих параметров подбирались индивидуально для каждой сети, исходя из характера обучения.

Для генерации базы правил была использована модификация рейтингового алгоритма, предназначенная для генерации базы правил вывода без привязки к конкретной нейронной сети. Это позволило сходным образом включить алгоритм в логику работы обеих сетей и в дальнейшем предоставило основание для их сравнения.



В качестве входных данных была использована обучающая выборка ирисов Фишера [3], которая описывает три класса принадлежности ирисов по четырём входным признакам ($M=3, N=4$). В качестве показателя эффективности решения задачи рассчитывалась погрешность классификации $K = \frac{L_{нев}}{L_{общ}}$, где $L_{нев}$ - количество неверно распознанных векторов, $L_{общ}$ - общее количество векторов.

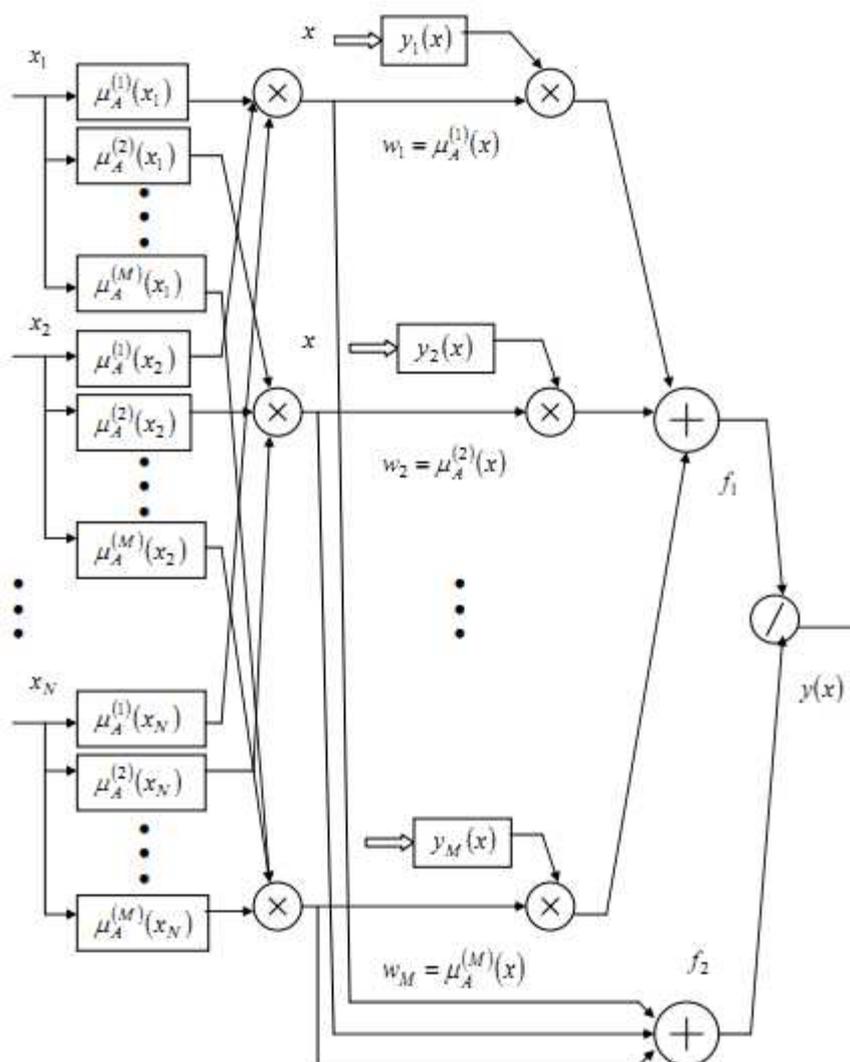


Рисунок 1 – Структура нечёткой сети TSK

Для сравнения этих показателей для двух сетей были получены зависимости погрешности классификации от размера входного вектора в выборке с применением рейтингового алгоритма и без него. В результате для выборки ирисов Фишера были получены погрешности классификации, представленные в таблицах 1 и 2 (для сетей Ванга-Менделя и TSK, соответственно).



Таблица 1. Погрешности классификации для сети Ванга-Менделя

Количество нечётких множеств / Количество классов	Без рейтинга	С рейтингом
4/3	0.050	0.033
3/3	0.074	0.050
4/2	0.025	0.025
3/2	0.050	0.025

Таблица 2. Погрешности классификации для сети TSK

Количество нечётких множеств/ Количество классов	Без рейтинга	С рейтингом
4/3	0.050	0.033
3/3	0.050	0.036
4/2	0.025	0.025
3/2	0.033	0.015

Также были построены графики для отображения результатов классификации обеих сетей после завершения обучения. Для наглядности в тех же осях изображены эталонные (ожидаемые) ответы (рисунки 2 и 3).

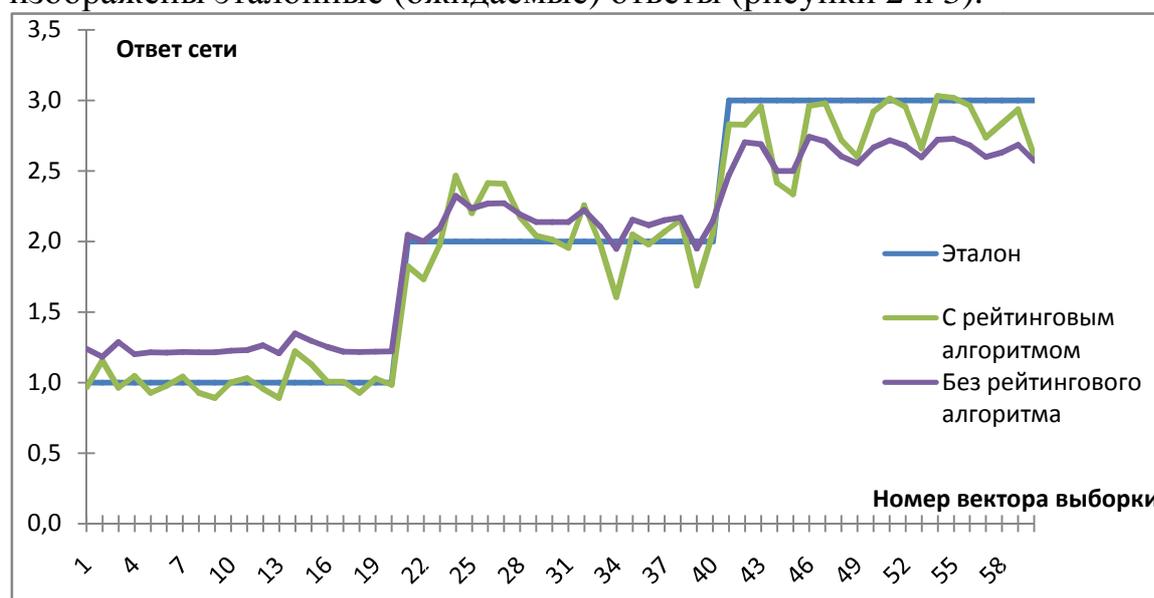


Рисунок 2–Результаты классификации сети Ванга-Менделя и эталонные ответы

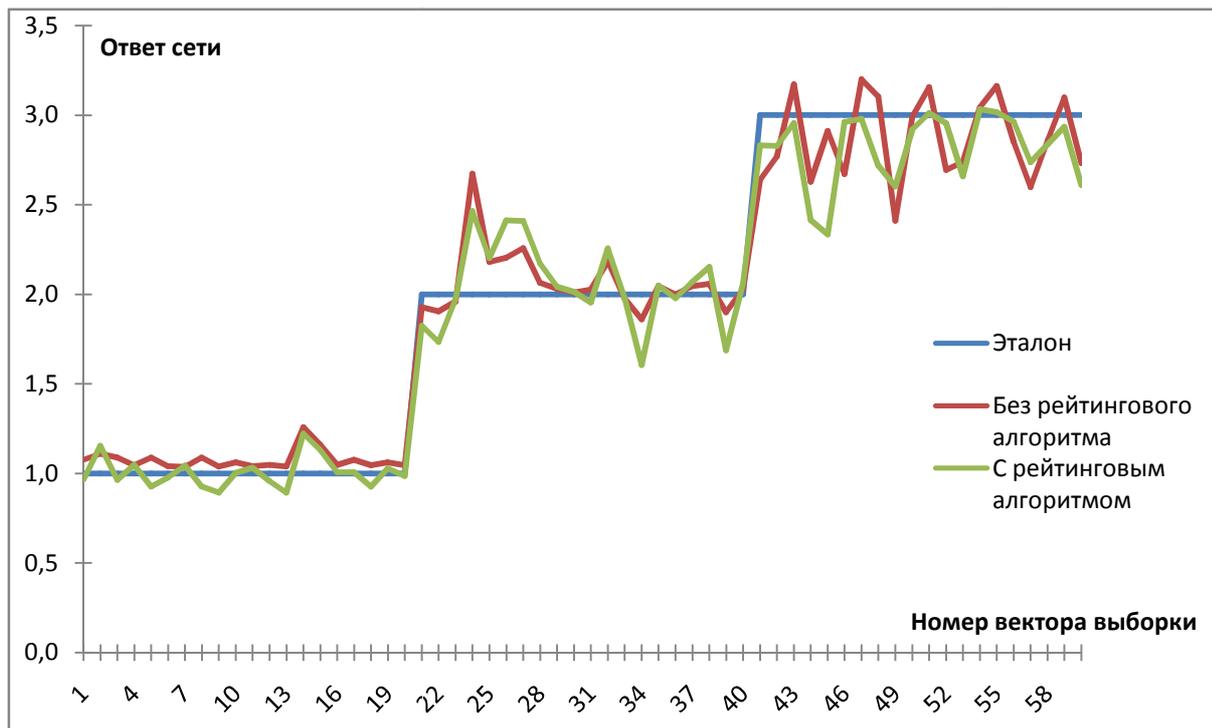


Рисунок 3 - Результаты классификации сети TSK и эталонные ответы

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы о проделанной работе:

1. Для обеих сетей применение рейтингового алгоритма позволяет снизить погрешность классификации.
2. Сеть TSK показала лучшие результаты классификации как с применением рейтингового алгоритма, так и без него. Таким образом, среди всех проведенных экспериментов на выборке ирисов Фишера, наилучшие результаты показала сеть TSK с применением рейтингового алгоритма.
3. Окончательный вывод о применимости рейтингового алгоритма генерации баз нечетких правил вывода для сетей Ванга-Менделя и TSK можно будет сделать в результате дальнейших исследований с использованием более широкого набора обучающих данных.

Литература

1. В. В. Борисов, Нечеткие модели и сети [Текст] / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А.С. Федулов. Научное издание, – 2007.
2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / С.Осовский // Учебно-справочное издание, – 2002.
3. Machine Learning Repository [Электронный ресурс]. – <https://archive.ics.uci.edu/ml/index.html>.



О.П. Солдатова, Д.З. Иваев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИБРИДНОГО НЕЙРОНЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ

(Самарский университет)

Целью данной работы является использование модели гибридного нейронечеткого классификатора для решения задачи классификации. Ввиду того, что в имеющихся публикациях [1] не приводятся соотношения для расчёта частных производных параметров выходного слоя и слоя фуззификации, в данной работе был сделан расчёт производных для алгоритма обратного распространения ошибки, используемого для обучения нейронной сети.

Традиционный подход к классификации образов основан на предварительной кластеризации обучающих примеров. Однако, существуют сложности и ограничения, обусловленные недостаточной эффективностью определения границ между кластерами. Нечёткая классификация допускает непрерывность границы между двумя соседними классами с наложением областей, в каждой из которых классифицируемый объект характеризуется своей степенью принадлежности.

Для гибридного нейронечеткого классификатора нечеткие правила классификации при заданных P образах в виде n -мерных четких векторов $x^{(t)} = (x_1^{(t)}, x_2^{(t)}, \dots, x_n^{(t)})$, $t = 1..P$, относящихся к K классам, имеют следующий вид: ЕСЛИ $x_1^{(t)}$ есть A_1 И $x_2^{(t)}$ есть A_2 И ... И $x_n^{(t)}$ есть A_n , ТО $x^{(t)} = (x_1^{(t)}, x_2^{(t)}, \dots, x_n^{(t)})$ принадлежит к классу C_{iu} , $i = 1..m, u = 1..K$ [2].

A_j – лингвистические термы, характеризующие соответствующие функции принадлежности компонентов входного вектора нечётким множествам.

Задача нечеткой классификации заключается в выполнении соответствующего нечеткого разделения признакового пространства.

На рисунке 1 представлена структура гибридного нейронечеткого классификатора.

Нейронечёткая сеть состоит из четырёх слоёв.

1. Элементы первого слоя реализуют операцию фуззификации:

$$\mu_{A_{ji}}(x'_j) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x'_j - c_{ij}}{\sigma_{ij}} \right)^2 \right], \quad (1)$$

где c_{ij} , σ_{ij} – параметры функции принадлежности колоколообразного типа.

2. Начальные значения этих параметров установлены таким образом, чтобы функции принадлежности удовлетворяли свойствам полноты, нормальности и выпуклости. Каждый элемент второго слоя является нечётким нейроном «И», выходной сигнал которого, представляет «силу» срабатывания нечёткого правила относительно классифицируемого объекта. Они выполняют агрегирование



степеней истинности предпосылок каждого правила базы в соответствии с интерпретацией операции Т-нормы по формуле (1):

$$\alpha_1 = \min\{\mu_{A_{11}}(x_1), \mu_{A_{12}}(x_2), \dots, \mu_{A_{1n}}(x_n)\};$$

$$\dots$$

$$\alpha_m = \min\{\mu_{A_{m1}}(x_1), \mu_{A_{m2}}(x_2), \dots, \mu_{A_{mn}}(x_n)\};$$
(2)

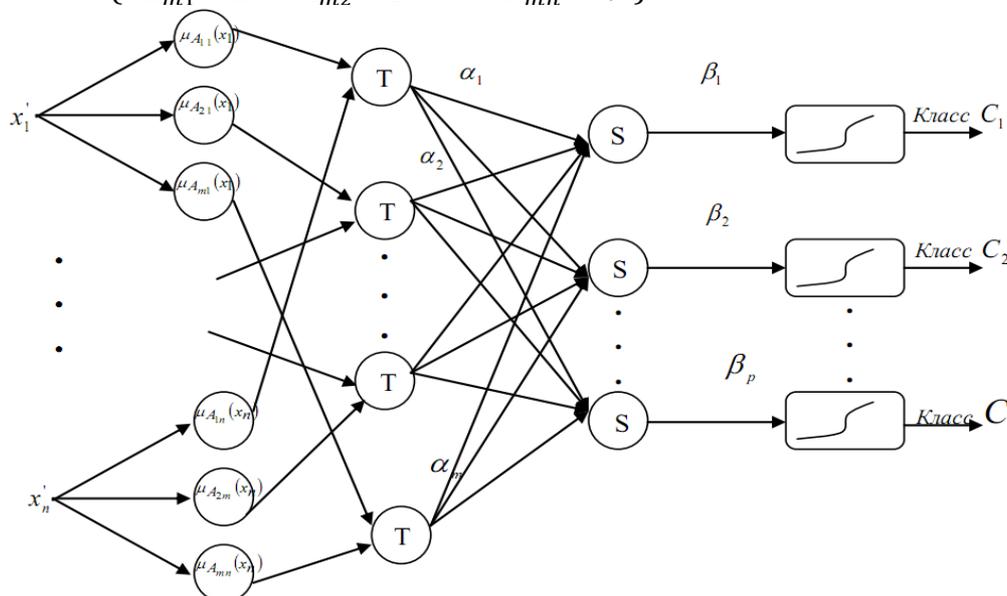


Рисунок 1 – Структура гибридного нейронечеткого классификатора

3. Элементы третьего слоя выполняют нормализацию и вычисляют следующие значения. Они выполняют агрегирование степеней истинности предпосылок правил базы в соответствии с операцией S-нормы по формулам:

$$\beta_1 = \sum_{i=1}^m \frac{\alpha_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m};$$

$$\dots$$

$$\beta_s = \sum_{i=1}^m \frac{\alpha_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m};$$
(3)

4. Элементы четвертого слоя вычисляют значения заключений по каждому правилу с использованием функций активации сигмоидного типа. Эти выходы трактуются как степени принадлежности предъявленного объекта к соответствующему классу:

$$y_1 = \frac{1}{1 + \exp(b_1(\beta_1 - a_1))};$$

$$\dots$$

$$y_s = \frac{1}{1 + \exp(b_s(\beta_s - a_s))};$$
(4)

где a_i , b_i – нелинейные параметры функций $\mu_{C_{iu}}(y)$ принадлежности нечетких множеств заключений.

Для обучения нейронечеткого классификатора можно использовать алгоритмы наискорейшего спуска и алгоритм обратного распространения ошибки.



Настраиваемыми параметрами для данной сети являются параметры c_{ij} , σ_{ij} функции принадлежности входных переменных нечётким множествам и параметры a_i , b_i функций принадлежности $\mu_{c_{iu}}(y)$ нечетких множеств заключений ($i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$).

Шаг 1. Для каждого примера из обучающей выборки по значениям входных переменных $x_1^{(t)}, x_2^{(t)}, \dots, x_n^{(t)}, t = 1..P$ нечёткая сеть рассчитывает значения выходных переменных $y_1^{(t)}, y_2^{(t)}, \dots, y_s^{(t)}$.

Шаг 2. Вычисляется функция ошибки для всех примеров обучающей выборки:

$$E^{(t)} = \frac{1}{2}(y^{(t)} - d^{(t)})^2, t = 1..P \quad (5)$$

Шаг 3. Корректируются значения c_{ij} , σ_{ij} , a_i , b_i по каждому примеру обучающей выборки по следующим формулам:

$$\begin{aligned} c_{ij}(t+1) &= c_{ij}(t) - \eta \frac{\partial E^{(t)}(t)}{\partial c_{ij}(t)}; \\ \sigma_{ij}(t+1) &= \sigma_{ij}(t) - \eta \frac{\partial E^{(t)}(t)}{\partial \sigma_{ij}(t)}; \\ a_i(t+1) &= a_i(t) - \eta \frac{\partial E^{(t)}(t)}{\partial a_i(t)}; \\ b_i(t+1) &= b_i(t) - \eta \frac{\partial E^{(t)}(t)}{\partial b_i(t)}; \end{aligned} \quad (6)$$

где t – номер итерации обучения, η – коэффициент обучения.

Шаги 1-3 повторяются до выполнения условий завершения: либо значение функции ошибки по каждому примеру обучающей выборки не превышает некоторого установленного порога: $E^{(t)} < \varepsilon, t = 1..P$; либо оценка средней суммарной погрешности по всем примерам обучения не превышает некоторого установленного порога: $E^{(t)} = \frac{1}{P} \sum_{t=1}^P (y^{(t)} - d^{(t)})^2 < \varepsilon$.

Для расчёта частных производных в формулах (6) были выведены следующие соотношения:

Выход нейронной сети вычисляется по формуле:

$$y_s = \frac{1}{1 + \exp(b_s(\beta_s - a_s))};$$

Функция ошибки для s -го выхода сети: $E_s = \frac{1}{2}(y_s - d_s)^2$, тогда

$$\frac{\partial E^{(t)}(t)}{\partial a_s(t)} = \frac{\partial E}{\partial y_s} \frac{\partial y_s}{\partial a_s} = (y_s - d_s) \frac{b_s \cdot e^{(-b_s(a_s - \beta_s))}}{(e^{(-b_s(a_s - \beta_s))} + 1)^2} \quad (7)$$

$$\frac{\partial E^{(t)}(t)}{\partial b_s(t)} = \frac{\partial E}{\partial y_s} \frac{\partial y_s}{\partial b_s} = (y_s - d_s) \frac{(a_s - b_s) \cdot e^{(-b_s(a_s - \beta_s))}}{(e^{(-b_s(a_s - \beta_s))} + 1)^2} \quad (8)$$

Выход 2-го слоя рассчитывается как

$\alpha_j = \min \{ \mu_{A_{j1}}(x_1), \mu_{A_{j2}}(x_2), \dots, \mu_{A_{jn}}(x_n) \}$ Функцию минимума дифференцируют



оставляя только ту связь с предыдущим слоем, по которой пришло минимальное значение. Частная производная будет равна 1, если по ветке i поступает на вход минимальное значение, а иначе равна 0.

$$\begin{aligned} \frac{\partial E^{(t)}(t)}{\partial \mu_{A_{ji}}(t)} &= \frac{\partial E}{\partial y_s} \frac{\partial y_s}{\partial \beta_s} \min_s \left(\frac{\partial \beta_s}{\partial \alpha_j} \right) \frac{\partial \alpha_j}{\partial \mu_{A_{ji}}} = \\ &= (y_s - d_s) \frac{-(b_s \cdot e^{(-b_s(a_s - \beta_s))})}{(e^{(-b_s(a_s - \beta_s))} + 1)^2} \\ &\cdot \min_s \left(\frac{w_{sj}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m} - \sum_{j=1}^m \frac{\alpha_j}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m} \cdot w_{sj} \right) \\ &\cdot (1 \vee 0) \end{aligned} \quad (9)$$

Выход 1-го слоя представлен в виде: $\mu_{A_{ji}}(x'_j) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x'_j - c_{ij}}{\sigma_{ij}} \right)^2 \right]$. Тогда

производные для параметров c_{ij} и σ_{ij} рассчитываются по формулам:

$$\frac{\partial E^{(t)}(t)}{\partial \mu_{A_{ji}}(t)} = \frac{\partial E}{\partial y_s} \frac{\partial y_s}{\partial \beta_s} \min_s \left(\frac{\partial \beta_s}{\partial \alpha_j} \right) \frac{\partial \alpha_j}{\partial \mu_{A_{ji}}} \frac{\partial \mu_{A_{ji}}}{\partial c_{ij}} \quad (10)$$

$$\frac{\partial E^{(t)}(t)}{\partial \mu_{A_{ji}}(t)} = \frac{\partial E}{\partial y_s} \frac{\partial y_s}{\partial \beta_s} \min_s \left(\frac{\partial \beta_s}{\partial \alpha_j} \right) \frac{\partial \alpha_j}{\partial \mu_{A_{ji}}} \frac{\partial \mu_{A_{ji}}}{\partial \sigma_{ij}} \quad (11)$$

Частные производные рассчитываются по формулам:

$$\frac{\partial \mu_{A_{ji}}}{\partial c_{ji}} = -e^{\left(\frac{c_{ji} - x_i}{2\sigma_{ji}} \right)} \cdot \frac{c_{ji} - x_i}{2\sigma_{ji}^2} \quad (12)$$

$$\frac{\partial \mu_{A_{ji}}}{\partial \sigma_{ji}} = -\frac{e^{\left(\frac{c_{ji} - x_i}{2\sigma_{ji}} \right)}}{2\sigma_{ji}} \quad (13)$$

Результатом работы является расчет формул частных производных для модели гибридного нейронечеткого классификатора и запрограммированная структура данной модели на языке C#. Дальнейшим этапом исследований нечеткой нейросети станет анализ эффективности работы классификатора на модельных и реальных данных.

Литература

1. Круглов, В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети [Текст]/В.В.Круглов. – М.: Наука, Физматлит, 2001. – 225 с.
2. Солдатова, О.П. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс]/О.П.Солдатова. – Самара: СГАУ, 2012. – 163 с.



О.П. Солдатова, Д.И. Кривякин

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТИ ANFIS

(Самарский университет)

Прогнозирование тех или иных явлений является важной задачей для человечества. Различают такие виды прогнозов, как прогноз погоды, предсказание хода болезни, научно-технический прогноз, прогноз рыночных котировок и т.д. Одним из возможных решений задачи прогнозирования является использование искусственных нейронных сетей. Целью данной работы является изучение возможностей сетей типа ANFIS при решении задачи прогнозирования.

В данной работе рассмотрена сеть ANFIS, основанная на модели вывода Цукамото. В этой модели в качестве функций заключения используются монотонные (возрастающие или убывающие) функции f^{-1} . Заключения правил формируются путём обратного преобразования этих функций по полученным значениям предпосылок данных правил:

*если x_1 это A_1 И x_2 это A_2 И...И x_N это A_N , то $y = f^{-1}(w)$,
где w – уровень срабатывания предпосылки правила [1].*

В качестве функций принадлежности принято использовать сигмоидальные функции вида:

$$F_j(x) = \frac{1}{e^{b_j(x-c_j)}} \quad (1)$$

Структура стандартной нейросети ANFIS состоит из 5 слоев (рисунок 1) [2]:

1. Выходы нейронов первого слоя представляют собой значения функций принадлежности при заданных значениях входов;
2. Выходами нейронов второго слоя, реализующим операцию Т-нормы, являются результаты агрегации условий (предпосылок) каждого нечёткого продукционного правила, вычисляемые как логическое произведение;
3. Нейроны третьего слоя вычисляют «долю» нейрона предыдущего слоя в совокупном выходе сети;
4. На четвертом слое вычисляются выходы нейронов по формуле:

$$y'_N = c_N + \frac{1}{b_N} \ln \frac{1-\alpha_N}{\alpha_N} \quad (2)$$

5. Единственный нейрон пятого слоя вычисляет суммарный выход сети:

$$y' = \beta_1 y'_1 + \dots + \beta_N y'_N \quad (3)$$

Для обучения сети ANFIS были использованы метод обратного распространения ошибки, а также алгоритм С-Means для подбора параметров функций принадлежности нейронов. Кроме того, для повышения эффективности обучения нейросети начальная инициализация параметров функций принадлежности была произведена с использованием алгоритма пикового группирования.

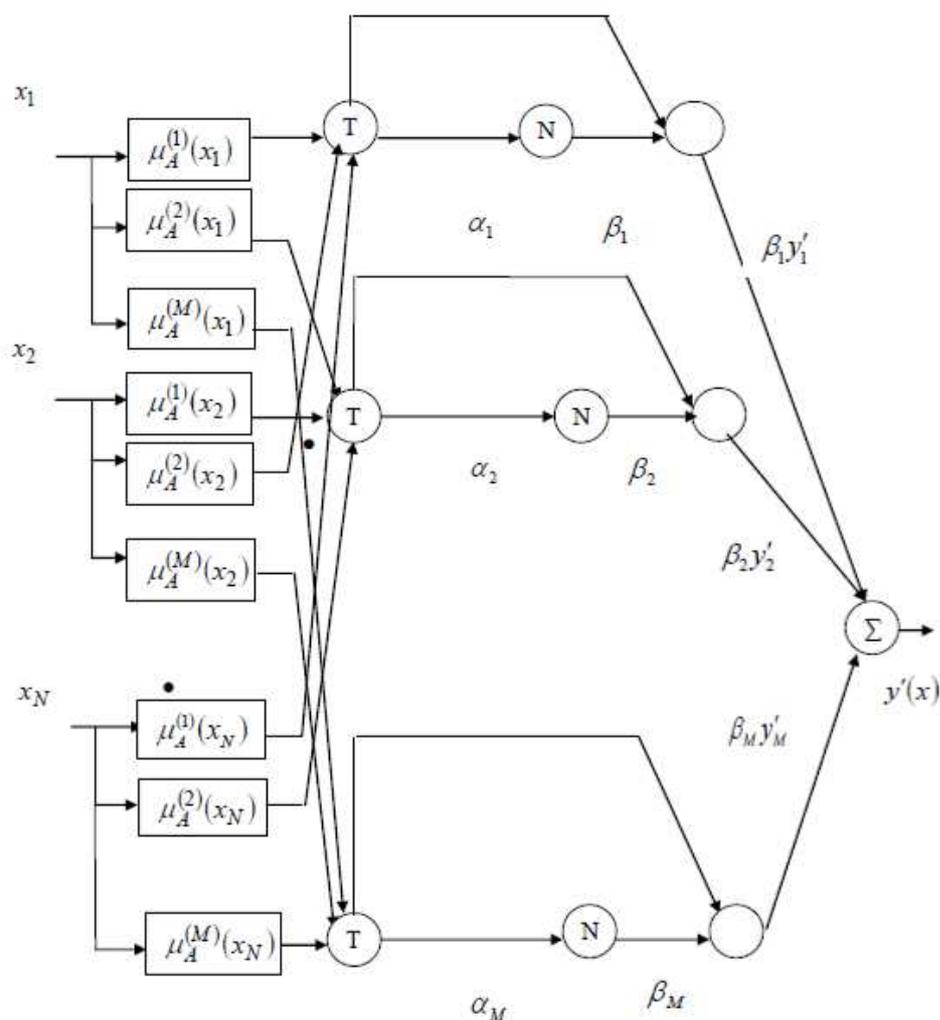


Рисунок 1 – Структура нейронной сети типа ANFIS

В рамках данной работы были проведены исследования разработанной модели нейронной сети для решения задачи прогнозирования. Для обучения и тестирования нейросети были взяты ежемесячные данные по ценам на нефть марки Brent за период 2005-2016 гг. – всего 120 обучающих и 20 тестовых векторов. При исследовании использовались следующие параметры обучения: коэффициент обучения – 0,075, количество циклов обучения – 1500. В таблицах 1 и 2 представлены данные о погрешности прогнозирования в зависимости от размерности входного вектора и количества правил вывода. В результате тестирования работы нейросети было определено, что наименьшая погрешность прогнозирования достигается у сети с 6 входами и 7 правилами вывода. При указанных параметрах среднее квадратическое отклонение прогнозирования сети составило 0,023, что говорит о высокой точности прогнозирования. В то же время, ввиду сложной структуры сети процесс ее обучения занимает продолжительное время и является затратным с точки зрения ресурсов.



Таблица 1 – Зависимость погрешности прогнозирования от размерности входного вектора

Размерность входного вектора	Погрешность прогнозирования
3	0,083
4	0,056
5	0,034
6	0,023
7	0,029
8	0,041

Таблица 2 – Зависимость погрешности прогнозирования от количества правил вывода

Количество правил вывода	Погрешность прогнозирования
4	0,057
5	0,037
6	0,024
7	0,023
8	0,031
9	0,029

Литература

1. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечёткие модели и сети. – М.: Горячая линия– Телеком, 2007. – 284 с.: ил.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы: Пер. с польск. И.Д.Рудинского, - М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 452 с.: ил.

С.В. Сильнова, В.В. Фаюршина

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ПОСТАВЩИКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ОСНОВАННЫЕ НА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Машиностроительная отрасль имеет большое значение в жизни страны. Продукция машиностроения разнообразна по назначению и принципу действия, поэтому от её развития зависят масштабы и темпы внедрения современного прогрессивного оборудования, уровень механизации и автоматизации других отраслей промышленности. Качество продукции машиностроения во многом определяется качеством поставляемых для ее изготовления материалов, полуфабрикатов, комплектующих, которые могут изготавливаться непосредственно на предприятии или закупаться у предприятий бизнес-партнеров. Основной



проблемой в закупочной деятельности крупного машиностроительного предприятия является взаимодействие с поставщиками - от них зависит ритмичность поставок, репутация организации перед клиентами и ее рентабельность. При этом одной из важнейших функций является оценивание поставщиков. При первоначальной оценке поставщиков, с которыми предприятие вступает во взаимоотношения впервые, необходимо выполнять анализ рисков, однако, обычно предприятие взаимодействует с поставщиками, осуществляющими поставки длительное время. В этом случае необходимо отслеживать динамику уровня качества закупаемой продукции. С этой целью на предприятии выполняют периодическую оценку поставщика

В данной работе рассматривается система поддержки принятия решений по комплексному оцениванию поставщиков при управлении производством с применением алгоритма поэтапного формирования качественных оценок. Такой подход предполагает формирование трехуровневой иерархии показателей, являющихся качественными оценками, за исключением показателей нижнего уровня, которые представляют собой количественные оценки управляемого объекта. Качественный характер показателей, определяющих содержание отдельных требований к поставщику, выражаемых в баллах, обуславливает применение при разработке алгоритма нечеткой логики.

На рисунке 1 в виде трехуровневой иерархии показателей представлена совокупность критериев оценки поставщиков, используемых для анализа взаимоотношений с поставщиками на ПАО «УМПО».

На верхнем уровне размещена комплексная оценка, на основании которой и выполняется формирование управленческих решений по взаимоотношениям с поставщиками. Промежуточный уровень представлен пятью блоками, которые характеризуют разные аспекты деятельности поставщиков: «Качество», «Финансы», «Технологии», «Исполнение контрактных обязательств» и «Оценка качества продукции поставщика», $E_i, i = \overline{1,5}$. В вершинах нижнего уровня размещены показатели, определяющие содержание отдельных требований к поставщику.

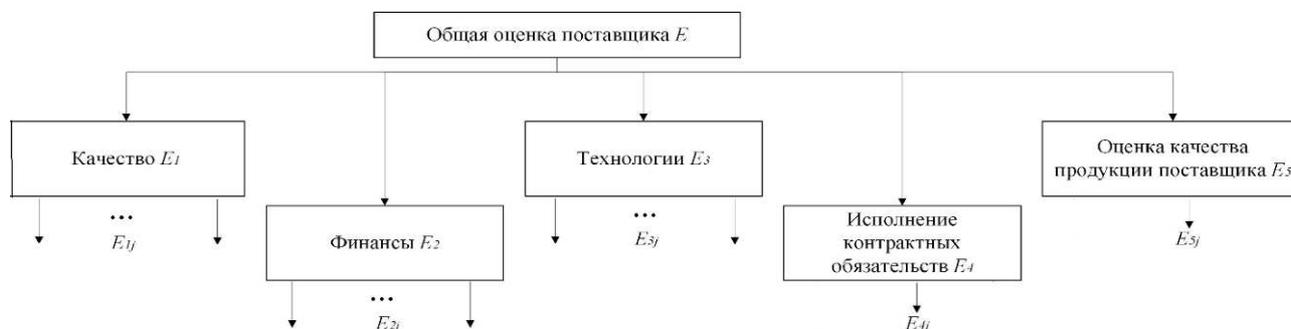


Рисунок 1 - Иерархия критериев оценки поставщиков



Оценка блока «Качество» E_1 может быть выполнена на основе следующих показателей, E_{1j} : Периодичность оценки качества закупаемой продукции E_{11} ; Срок действия лицензии E_{12} ; Количество рекламаций E_{13} ; Возможности АСУП E_{14} ; Работа по сертификации СМК E_{15} ; Время работы компании на рынке продукции E_{16} .

Для оценки блока «Финансы» E_2 используются показатели, E_{2j} : Возможность предоставления отсрочки платежа покупателю E_{21} ; Разработка мероприятий по уменьшению себестоимости E_{22} ; Градация заказчиков E_{23} ; Возможности АСУП E_{24} ; Возможность предоставления скидки на поставляемую продукцию E_{25} ;

Оценка блока «Технологии» E_3 может быть выполнена на основе следующих показателей, E_{3j} : Разработка результативных мероприятий E_{31} ; Периодичность проверки средств измерения, контроля и оснастки на предмет годности E_{32} ; Техническая возможность выполнения нормативной документации E_{33} ; Соответствие требованиям ОАО «УМПО» E_{34} ; Уровень технологий E_{35} ; Разработка мероприятий по модернизации производственных мощностей E_{36} ; Степень освоения выпуска продукции E_{37} ; Возможности реагирования на изменение спроса E_{38} .

По блоку «Исполнение контрактных обязательств» E_4 , оценка проводится по наличию срывов поставки в адрес ПАО «УМПО».

По блоку «Оценка качества продукции поставщика» E_5 оценка проводится по наличию поставленной в адрес ПАО «УМПО» бракованной продукции.

Нечеткие модели представлены в виде нечетких шкал показателей, характеризующих деятельность поставщика.

Для показателей нижнего уровня E_{ij} введены шкалы с тремя термами: плохо N , нормально Z и хорошо P . Пример нечеткой шкалы для показателя «Количество рекламаций» E_{13} блока «Качество» показан на рисунке 2.

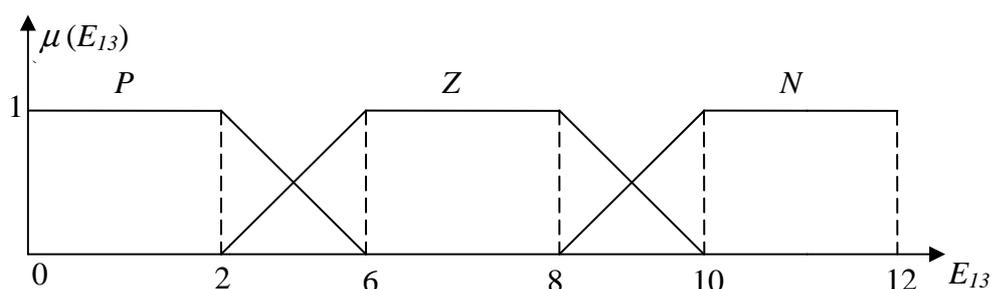


Рисунок 2 – Нечеткая шкала для показателя «Количество рекламаций»

Для оценки показателей промежуточного уровня E_i введена универсальная нечеткая шкала с равномерным распределением трех термов: плохо N , нормально Z и хорошо P . Нечеткие шкалы имеют трапециевидную форму термов. Пример шкалы для оценки промежуточного уровня приведен на рисунке 3.

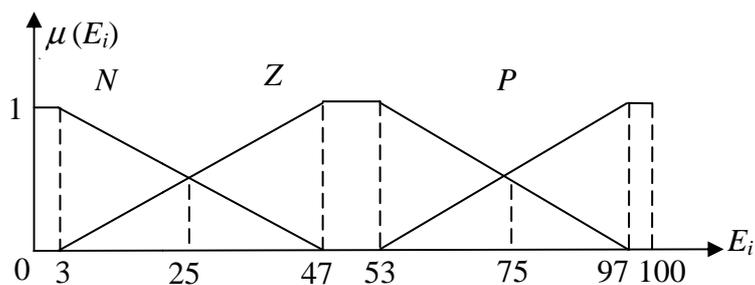


Рисунок 3 –Нечеткая шкала для показателей промежуточного уровня

Эти шкалы могут использоваться для дефаззификации нечетких значений E_i и получения четкой оценки от 0 до 100 баллов. Для общей оценки поставщика E введена шкала с равномерным распределением пяти термов: очень плохо LN , плохо N , нормально Z , хорошо P и очень хорошо LP (рисунок 4).

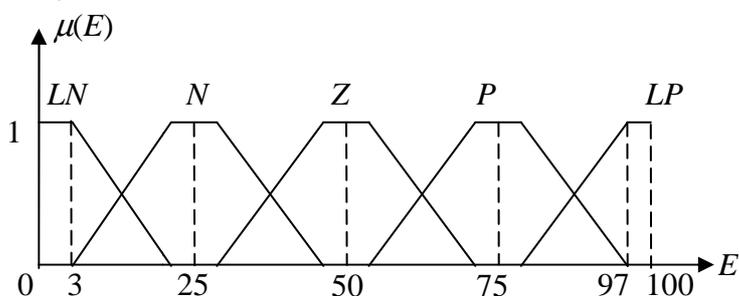


Рисунок 4 –Нечеткая шкала для показателей промежуточного уровня

Фаззификация нечеткого значения общей оценки поставщика по этой шкале позволяет получить оценку от 0 до 100 баллов. Введение на этой шкале дополнительных термов LN и LP обусловлено тем, что при таких значениях комплексной оценки поставщика требуется принятие качественно иных управленческих решений.

Предлагаемые нечеткие алгоритмы формирования оценок представляют собой совокупность правил для определения, во-первых, нечетких значений показателей промежуточного уровня E_i на основе фаззифицированных значений нижнего уровня E_{ij} , во-вторых, нечеткого значения верхнего уровня E с помощью полученных нечетких значений промежуточного уровня E_i . Дефаззификация E_i и E выполняется с использованием приведенных выше нечетких шкал.

Рассмотрим правила определения функций принадлежности для промежуточных показателей E_i . Сочетания нечетких значений соответствующих коэффициентов E_{ij} определяют группу текущих ситуаций. Идентификация каждой из них позволяет отнести значение E_i к тому или иному терму с определенной функцией принадлежности. Необходимо отметить, что значение функции принадлежности показателя E_i соответствующим термам ограничено α -уровнями, определяемыми исходя из значений функций принадлежности нечетких значений E_{ij} .



$$\mu_i^{\alpha Q} = \frac{\sum_{j=1}^J \mu_{ij}^Q}{J},$$

где $\mu_i^{\alpha Q}$ - значение функции принадлежности термов в соответствии с введенной выше нечеткой шкалой для четкого количественного значения показателя E_{ij} ;

Q – наименование термов нечетких шкал $\{N, Z, P\}$;

Таким образом, функцию принадлежности нечеткого значения E_i можно определить, как

$$\mu(E_i) = \max\{\min\{\mu_P, \mu_P^\alpha(E_i)\}; \min\{\mu_Z, \mu_Z^\alpha(E_i)\}; \min\{\mu_N, \mu_N^\alpha(E_i)\}\} \quad (1).$$

После этого можно выполнить дефаззификацию и получить четкое значение E_i .

Нечеткие шкалы промежуточного и верхнего уровня иерархии отличаются количеством термов, но не значениями диапазона шкал в баллах. Поэтому при выводе нечеткого значения комплексной оценки E , используют следующую процедуру. На нечетких шкалах показателей E_i отмечают участки, соответствующие термам шкалы E . На выделенных участках рассчитывают площади S_i^Q , $Q \in \{LN, N, Z, P, LP\}$, под кривыми функций принадлежности нечетких значений E_i . Затем, определяют среднее значение площади

$$S^Q = \frac{\sum_{i=1}^I S_i^Q}{I},$$

Далее, обращаются к шкале E и для соответствующих термов определяют α -уровни: выполняя срез α для термина Q , получают под линией среза фигуру с площадью равной S^Q . Значения функций принадлежности $\mu^{\alpha Q}$ используют для определения нечеткого значения комплексной оценки E

$\mu(E) =$

$$= \max\{\min\{\mu_{LP}, \mu_{LP}^\alpha(E); \min\{\mu_P, \mu_P^\alpha(E)\}; \min\{\mu_Z, \mu_Z^\alpha(E)\}; \min\{\mu_N, \mu_N^\alpha(E)\}; \min\{\mu_{LN}, \mu_{LN}^\alpha(E)\}\}.$$

После этого можно выполнить дефаззификацию и получить четкое значение E .

Использование предложенных моделей и алгоритмов комплексного оценивания поставщиков позволяет упростить процедуру и повысить объективность оценивания. Периодический анализ данных о качестве закупаемой продукции, включающий в себя оценку поставщика по ряду показателей, позволяет вовремя принять меры по предотвращению закупок некачественной продукции, такие как, снижение объема поставок; наложение штрафных санкций; аудита СМК поставщика; взыскание с продавца процентов на сумму долга, вплоть до прекращения закупок и расторжения договора, и занесение поставщика в черный список.



А.И. Таганов, А.Н. Колесенков

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ИНДЕКСАЦИИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

В процессе получения и использования современных средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) появляется вопрос доступности получаемых данных для пользователей [1]. Учитывая быстро растущие объемы и разнородность результатов ДЗЗ, актуальной является задача разработки геоинформационной системы (ГИС) индексации аэрокосмических снимков [2].

В его основе лежат алгоритмы, построенные на базе комплексного использования методов обработки структурированных и неструктурированных данных больших объемов [3], включая спектральный анализ [4] и методы нечеткой кластеризации данных [5,6].

Особенностью ГИС является возможность частным пользователям и организациям добавлять в систему свои снимки, сделанные с помощью профессиональных или любительских аппаратов, а также обработанные различными программными средствами.

Визуализацию и анализ данных осуществляется с использованием географического Интернет-портала (ГИП), работа с которыми не требует наличия у пользователей специализированного программного обеспечения и знаний [7]. Современные ГИС-технологии позволяют объединить на ГИП разнородные и разнотипные данные из различных источников, произведя их предварительную обработку. Система позволит передавать результаты аэрокосмических наблюдений и наблюдений за окружающей средой пользователям через глобальную сеть Интернет.

Структурная схема ГИС состоит из следующих модулей [1]:

1. «Индексация» - автоматический поиск доступных аэрокосмических снимков на различных серверах по заданным параметрам.
2. «Проверка оригинальности» - снимок сравнивается с ранее загруженными по ряду параметров и, если он не является копией уже сохраненных, то производится его запись в базу географических данных (БГД).
3. «База географических данных».
4. «Вывод» - выдача снимков по запросу пользователей.

Данные ДЗЗ, картографическая и атрибутивная информация может храниться в специализированной БГД. Поступающая новая информация предварительно обрабатывается, после чего происходит автоматическое обновление данных, дополнение архивов, а также генерация информационных продуктов различных форматов для конечных пользователей [8].

Перечень метаданных позволяет определить конкретный объект географических данных и произвести к нему непосредственное обращение. Хранилище метаданных размещается на выделенном или распределенном облачном



сервере. Это предоставляет удобный доступ к системе и данным каждому пользователю, имеющему подключение к сети Интернет [9].

Комплексное использование визуальных и инструментальных подходов совместно с эффективной высокоскоростной обработкой данных ДЗЗ позволит значительно расширить территорию мониторинга, увеличить ее периодичность, повысить оперативность обнаружения неблагоприятных факторов.

Учитывая разнородность информации, поступающей из различных источников, целесообразным является применение ГИС, позволяющих анализировать пространственное расположение объектов и территорий и проводить комплексную обработку информации [10]. Применение ГИС совместно с оперативной аэрокосмической информацией позволяет на порядок сократить время доступа, обработки и подготовки данных, что существенно повысит качество предоставляемой информации при решении задач прикладного характера.

Для реализации процесса каталогизации данных необходимо осуществлять привязку постигаемых в системы новых снимков к картографической основе. Для автоматизации этого процесса предлагается использовать алгоритм вычисления корреляционно-экстремальной функции двух снимков [4, 7].

В сервисе предлагается реализовать кластеризацию данных, что позволит осуществлять поиск снимков по критериям наличия на них определенных элементов. Для этого предлагается использовать метод кластеризации пикселей аэрокосмических снимков по уровням яркости на основе теории нечетких множеств [5]. Концепция частичной принадлежности, когда пиксель снимка может принадлежать одновременно нескольким кластерам, позволяет более точно вычислить элементы кластера и использовать это для дальнейшей обработки снимка.

Выделение различных элементов на аэрокосмическом снимке позволит расширить возможности поиска снимка в БГД, добавив такие параметры как «процент облачности», «дым», «пожар», «дорожная сеть», «лес» и др.

При добавлении в систему снимков частными пользователями будет осуществляться автоматическая или полуавтоматическая привязка снимка к картографической основе и первичная обработка снимка на основе представленной технологии [4,6].

Применение ГИС обеспечит легкий доступ к информации, распространяемой сотнями поставщиков. Оригинальное алгоритмическое, информационное и программное обеспечение позволит снизить стоимость доступа к аэрокосмическим снимкам для потребителей до 5 раз по сравнению с существующими аналогами.

Литература

1. Kolesenkov A. N., Kostrov B. V., Ruchkin V. N., Ruchkina E. V. Algorithms of fire seat detection, modelling their dynamics and observation of forest fires via communication technologies // 4th Mediterranean conference on embedded computing (MECO 2015), 2015, pp. 254-257.
2. Колесенков А.Н., Цегельник Д.В. Система каталогизации географиче-



ских данных и спутниковых снимков // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. Рязань, 2016. С. 289-290.

3. Конкин Ю.В., Колесенков А.Н. Распознавание изображений на основе текстурных признаков Харалика и искусственных нейронных сетей//Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 2. С. 117-123.

4. Злобин В.К., Колесенков А.Н., Костров Б.В. Корреляционно-экстремальные методы совмещения аэрокосмических изображений//Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2011. № 37.С. 12-17.

5. Агафонов А.М., Колесенков А.Н., Сарычев Н.А. Применение метода нечеткой кластеризации элементов аэрокосмических изображений для мониторинга территорий и опасных объектов//Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 томах. Том 10. Тамбов: Юком, 2015. С. 16-17.

6. Колесенков А.Н., Мелкова Д.А. Методы кластеризации данных в геоинформационных системах//Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2016: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 т. Т.2./под общ. ред. О.В. Миловзорова. -Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2016. С. 121-123.

7. Колесенков А.Н., Юрьев П.Н. Разработка алгоритма аэрокосмического ГИС-мониторинга экосистем //Актуальные проблемы математики и информатики: теория, методика, практика: сборник научных трудов. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2015. С. 143 -147.

8. Колесенков А.Н., Костров Б.В., Ручкин В.Н. Методика интеллектуального обнаружения, моделирования и сопровождения пожаров //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2015. № 5-2. С. 266-274.

9. Колесенков А.Н. Технология поддержки принятия управленческих решений на основе оперативного мониторинга пожарной обстановки // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 9. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. С. 157-163.

10. Babaev S., Baranchikov A., Grinchenko N., Loginov A., Kolesenkov A.N., The directions for collaborate usage of flight apparatus technical vision system information and electronic cartography // Proceedings - 2016 5rd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2016 PP. 153-157.



В.С. Фетисов, З.И. Харисова

ПОТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА СУСПЕНЗИЙ НА ОСНОВЕ ВИДЕОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Для реализации современных технологий в химической, лакокрасочной, пищевой, фармацевтической и других областях промышленности необходимо определение гранулометрического состава различных суспензий. Под гранулометрическим составом подразумевают процентное (долевое) распределение массы или числа частиц по их размерам (диапазонам размеров) [1]. Средства такого анализа должны работать в условиях поточного производства и обладать достаточным быстродействием для обеспечения нормального управления технологическими процессами.

Традиционными методами гранулометрического анализа являются кондуктометрический метод, разновидности ситовых и седиментационных методов и группа оптических методов (лазерная дифракция, нефелометрия, турбидиметрия, а также микроскопия). Наиболее простым и применимым для жидких дисперсных сред способом определения размеров частиц является микроскопический анализ с возможностью определения формы исследуемых частиц. При определении гранулометрического состава микроскопическими методами наряду с видеотехническими средствами часто применяются нейросетевые технологии [2], позволяющие обрабатывать снимки исследуемых образцов специальными нейросетевыми алгоритмами с целью классификации частиц по размерам и форме.

Представление результатов гранулометрического анализа в конечном итоге сводится к построению гистограмм распределений частиц по размерам, а также интегральных и дифференциальных кривых, наглядно описывающих дисперсный состав образцов. [3].

В лабораторных условиях получить результаты гранулометрического анализа не представляет особой проблемы, однако исследование дисперсности суспензий в условиях технологического потока требует специальных мер, обеспечивающих как достаточную метрологическую надежность, так и своевременность выдачи результата.

Предлагаемая система (рис. 1) состоит из следующих блоков: 1 – технологический резервуар с контролируемой суспензией; 2 – нормализатор концентрации; 3 – проточная измерительная камера со своими входным 4 и выходным 5 патрубками; 6 – лазерный излучатель с жестким световодом 7; 8 – световая ловушка; 9 – дренажная система; 10 – видеокамера; 11 – модуль выборки признаков; 12 – нейросетевой блок; 13 – индикатор результатов; 14 – блок объективного анализа; 15 – блок управления; 16 – управляемый клапан.

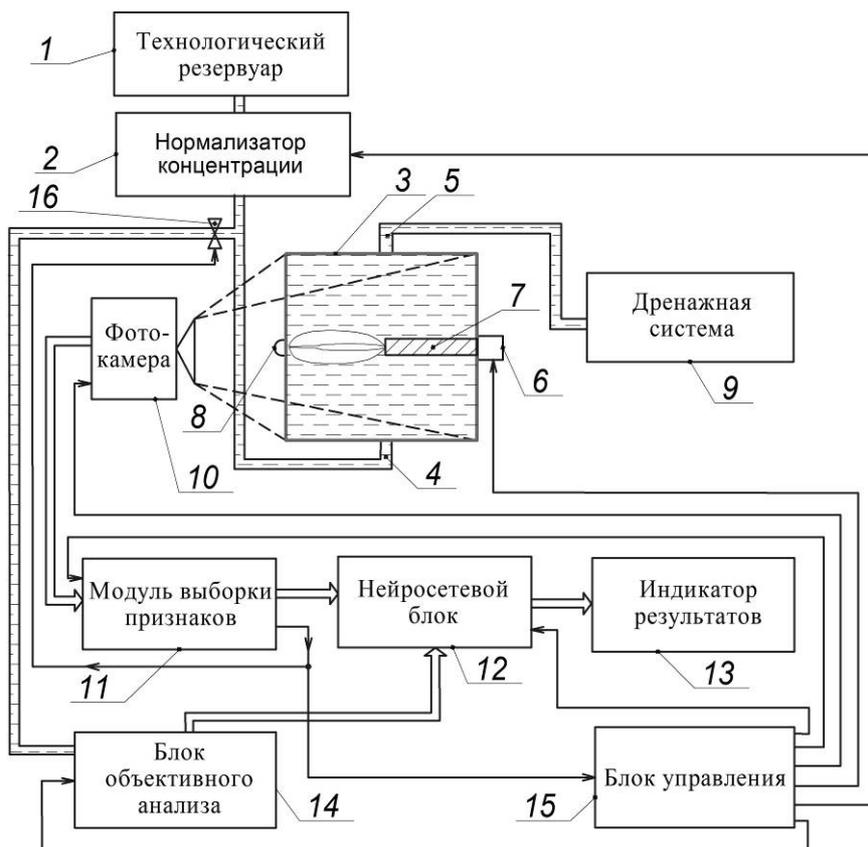


Рис.1 - Структура предлагаемой системы

В режиме предварительного обучения (базовой градуировки) из технологического резервуара 1 последовательно подается несколько жидких образцов с известным и сильно различающимся гранулометрическим составом. Каждый образец проходит через нормализатор концентрации 2, который по сигналу с блока управления 15 производит разбавление поступающей пробы и доведение ее концентрации до определенного стандартного значения. Затем суспензия поступает в камеру 3, а оттуда вытекает в дренажную систему 9. Под действием сигнала с блока управления лазер 6 просвечивает исследуемую среду лучом, рассеиваемым в разных направлениях. Прямой падающий луч попадает в световую ловушку 8, которая предотвращает отражение луча обратно в камеру от ее стенки. Картина рассеяния света снимается видеокамерой 10 и, по кадрам, в виде массивов значений яркости пикселей ее фотоматрицы поступает в модуль выборки признаков 11, который формирует набор наиболее характерных признаков изображения. Если модуль выборки признаков 11 обнаруживает набор признаков, сильно отличающихся от уже известных и хранящихся в его памяти, тогда открывается вентиль 16, который обеспечивает поступление анализируемой жидкости в блок объективного анализа 14 (в этом блоке реализуется микроскопический анализ в автоматическом, полуавтоматическом или даже ручном режиме). По завершении анализа числовые результаты, характеризующие распределение частиц по размерам, передаются в нейросетевой блок 12 для его обучения. Результаты поступают на индикатор результатов 13, где отображает-



ся диаграмма распределения частиц по размерам. После тренировки сети на всех базовых образцах цикл предварительного обучения заканчивается.

В основном режиме работы (режиме измерений) все описанные блоки работают аналогично, с той лишь разницей, что блок объективного анализа 14 большую часть времени находится в режиме ожидания, а нейросетевой блок 12 производит практически мгновенные преобразования вектора сигналов с модуля выбора признаков 11 в результат гранулометрического анализа посредством обученной ранее искусственной нейросети. И только в некоторые отдельные моменты времени, когда модуль выборки признаков 11 для поступающего на его вход изображения обнаруживает новый набор признаков, он формирует управляющий сигнал для проведения нового объективного анализа, после чего производится дообучение системы на новых образцах, что способствует постепенному увеличению точности и метрологической надежности гранулометрического анализа.

В экспериментах исследовались водные суспензии (с концентрацией частиц 1 гр./л) синтетических алмазных порошков (АСМ) различных фракций (от 0,5 до 40 мкм), частицы которых имеют округлую форму. Образцы с заданной концентрацией и размерами частиц поочередно исследовались в проточной измерительной камере. Для каждого из образцов были зафиксированы картины рассеяния, а также сделаны микроскопические снимки (Таблица 1). Микроскопический анализ выполнялся с помощью цифрового микроскопа и соответствующего программного обеспечения. Полученные снимки обрабатывались в программе NI Vision Assistant пакета LabView 2010 National Instruments (США). По снимкам производились подсчет количества и размеров частиц. По полученным данным строились гистограммы распределения частиц по размерам, а также дифференциальные кривые распределения частиц для каждого из образцов, аналитические функции плотности распределений частиц и геометрические параметры кривой распределения (мода, дисперсия и коэффициент асимметрии).

Полученные в экспериментальных исследованиях картины рассеяния излучения были обработаны специально разработанной в среде LabView программой, которая позволяет определять значения яркости пикселей в особых точках и сохранять их в специальном файле. Полученные значения яркости в особых точках являлись входными переменными для нейросети. Упомянутые параметры распределения - мода, дисперсия и коэффициент асимметрии являлись выходными переменными для нейросети. В качестве обработчика отснятых фотоснимков использовалась хорошо известная нейросеть типа MLP (многослойный персептрон), содержащая 180 нейронов во входном слое, 25 – в промежуточном и 3 – в выходном. Алгоритм обучения также был выбран классический – Back Propagation [4]. Необходимое количество переменных для анализа определялось генетическим алгоритмом, который идентифицирует «ключевые» переменные, вносящие наиболее важный вклад в обучение сети и способствует уменьшению ее размера. В конечном итоге получаемую картину рассеяния обученная на базовых образцах искусственная нейросеть преобразовы-

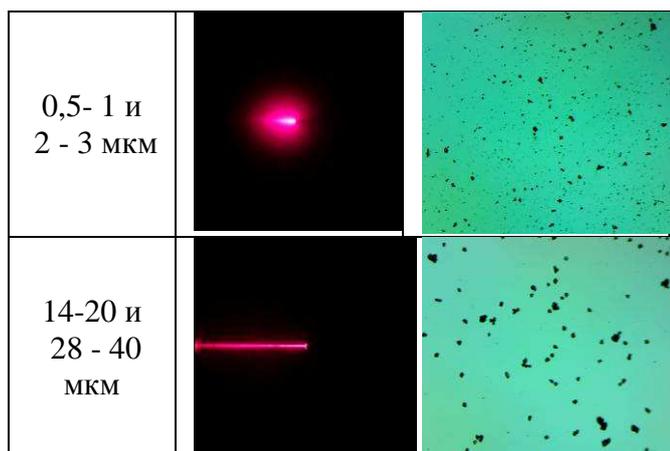


вала в результат гранулометрического анализа в виде трех параметров кривой распределения частиц по размерам: моды, дисперсии и коэффициента асимметрии.

Предлагаемые технические решения позволяют совместить преимущества нефелометрического и микроскопического методов, а также добиться приемлемого быстродействия и автоматического непрерывного поддержания метрологической надежности.

Таблица 1

Диапазон частиц	Картина рассеяния	Микроскопический снимок
0 - 0.5 мкм		
5 - 7 мкм		
2 - 3 мкм		
5 - 7 мкм		
Диапазон частиц	Картина рассеяния	Микроскопический снимок
14 - 28 мкм		
28 - 40 мкм		



Литература

1. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. – 3-е изд. – Л.: Химия, 1987. – 264 с., с.11.
2. Патент 20040208352 А1 США, МКИ G01N15/04 Determination of particle size by image analysis US; Damian Neuberger, Joseph Wong — N 20040208352 А1; заявлено 21.04.2003; опубликовано 21.10.2004.
3. Ходаков, Г. С. Основные методы дисперсионного анализа порошков / Г. С. Ходаков. - М. : Стройиздат, 1968. — 199 с., с.10
4. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей/ Р. Каллан. — Москва, Санкт-Петербург, Киев: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 287 с, с.15.

Н.А. Хэбе

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ АНАЛИЗА ПЕРВИЧНОГО СПИСКА КАНДИДАТОВ НА ДОЛЖНОСТЬ НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОГО РАБОТНИКА В СФЕРЕ ИННОВАЦИОННЫХ НАУКОЕМКИХ ПРОЕКТОВ

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

Инновационное развитие наукоемкого предприятия представляет собой сложную и многокритериальную управленческую задачу. Эффективное решение данной задачи позволит предприятию не только повысить свои качественные организационные, технические и экономические показатели, но и прочно закрепиться в мировом экономическом пространстве и поддерживать высокую конкурентоспособность в своей отрасли. Успешность наукоемкого предприятия напрямую зависит от грамотного и сбалансированного подбора научно-технического персонала, осуществляемого по актуальным для предприятия критериям. Учет данных критериев, личных данных потенциальных сотрудников и целей инновационного наукоемкого предприятия занимают интеллектуальные средства принятия решений.



Данные средства представляют собой различные инструменты и системы, реализуемые в компьютерной среде, которые на основе введенных данных и критериев отбирают наиболее вероятных кандидатов на должность научно-технического работника (далее НТР) и ранжируют их в зависимости от потенциальной профессиональной и личностной пригодности. Интеллектуальные средства принятия решений являются большой многоаспектной областью, имеющей сложное внутреннее деление в зависимости от конкретных методов и принципов, положенных в основу принятия решений. Одним из таких методов является метод генетических алгоритмов.

Метод генетических алгоритмов [1], являющийся одним из эволюционных методов, позволяет решать сложные многокритериальные задачи большой размерности, например, такие как анализ первичного списка кандидатов на должность НТР для выполнения инновационного проекта. В его основе лежат принципы биологического скрещивания, мутации и отбора, которые позволяют из доступного списка параметров, объединенных в группы параметров или особи, получить несколько поколений более подходящих для решения задачи новых особей, избегая, таким образом, простого перебора всех возможных вариантов. Данный метод позволяет снизить технические и временные затраты на поиск решения и повысить его качество.

Рассмотрим подробнее принцип применения генетического алгоритма для анализа первичного списка кандидатов на должность НТР.

Формирование научно-технического коллектива инновационного наукоемкого предприятия происходит в несколько этапов. Сначала формулируется *запрос на НТР* для осуществления конкретного инновационного проекта, в ходе которого осуществляется конкретизация требований, предъявляемых как к самому проекту, так и к потенциальному НТР, а также создается модель «идеального НТР». Затем осуществляется *поиск потенциальных НТР* по заданным на первом этапе характеристикам.

Предприятие размещает информацию о своем проекте и требованиях к кандидату на должность НТР, а затем собирает информацию о кандидатах, претендующих на заявленную должность. Таким образом, происходит формирование первоначального списка потенциальных НТР.

Затем сформированный список подвергается анализу и сравнению с моделью «идеального НТР». Именно на данном этапе принятия управленческого решения применение генетического алгоритма является наиболее эффективным.

Для решения поставленной задачи предлагается использование классического генетического алгоритма [2]. Одной из наиболее важных характеристик такого алгоритма является структура хромосомы. Структура хромосом определяет эффективность и сходимость алгоритма. В рассматриваемой задаче структура хромосом зависит от количества инновационных проектов и количества кандидатов на должность НТР (табл. 1).



Таблица 1

	Проект 1	Проект 2	...	Проект n
НТР 1	1	0	...	0
НТР 2	0	0	...	1
...
НТР n	0	1	...	0

По условиям задачи один научно-технический сотрудник может участвовать только в одном инновационном проекте; один инновационный проект может задействовать сразу несколько научно-технических сотрудников.

Количество хромосом каждой особи равно количеству инновационных проектов наукоемкого предприятия. Каждый столбец табл. 1 представляет собой закодированную в двоичной системе счисления хромосому, где 0 обозначает, что НТР не участвует в проекте, а 1 – что участвует. При данном подходе генетический алгоритм обрабатывает слишком большое количество хромосом, что снижает его быстродействие, повышает его вычислительную сложность и уменьшает сходимость. Этого позволяет избежать операция свертывание всех хромосом особи в одну, используя переход от двоичного кодирования к десятичному. Использование десятичной системы счисления позволяет представить хромосому в виде ряда десятичных чисел, в котором сами числа указывают на номер инновационного проекта, а их позиция – на номер научно-технического сотрудника.

Предложенный метод решения задачи анализа первичного списка кандидатов на должность научно-технического работника в сфере инновационных наукоемких проектов позволяет за минимальный отрезок времени найти квази-оптимальное решение, что является достаточным условием на данном этапе формирования научно-технического коллектива инновационного наукоемкого предприятия.

Литература

1. Аверченков, В.И. Эволюционное моделирование и его применение [Текст]: монография / В.И. Аверченков, П.В. Казаков. – Брянск: БГТУ, 2009. – 200 с.
2. Рутковский, Л. Методы и технологии искусственного интеллекта [Текст] / Л. Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 520 с.



О.И.Христодуло, В.Е.Гвоздев, Д.В.Блинова, А.А.Набиева

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОЧЕТАНИЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (на примере пожарной безопасности Республики Башкортостан)

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Введение

Анализ текущего и оценка прогнозного состояния территориальной системы является важной частью информационного обеспечения управления состоянием территориальных систем.

Территориальная система (ТС) представляет собой открытую динамическую многокомпонентную систему, ограниченную в пространстве административными границами, обладающую диалектическим единством компонентов (природных, технических, социальных, экономических и т.п.), территориальной разнородностью природной среды, особенностью техногенного воздействия, экономическим потенциалом, политических устройств, уровнем и особенностями жизни населения. Состояние ТС изменяется под влиянием природных процессов, деятельностью людей, проживающих на исследуемой территории, в результате воздействия внешних факторов (таких, например, как поступление загрязняющих веществ из других регионов). В зависимости от целей управления состояние ТС характеризуется разными наборами признаков.

Применение геоинформационного моделирования в разных областях, связанных с разноаспектным анализом территориальных особенностей характеристик состояния ТС создает основу выработки обоснованных управленческих решений [1]. Основу комплексной обработки данных составляет разноаспектный анализ различных тематических слоев, построенных на основе данных получаемых из различных источников [2].

Комплексный анализ дает представление о тенденции изменения показателя состояния, к числу которых относятся характеристики пожарной безопасности на территории республики и отдельных муниципальных образований [3].

В настоящей работе рассматриваются подходы к комплексному анализу состояния техногенной безопасности территориальных систем по совокупности разнотипных признаков на основе системного сочетания методов геоинформационного и аппарата статистических индексов [4].

Комплексный анализ состояния ТС на основе статистических индексов

Комплексный анализ состояния ТС на основе статистических индексов обеспечивает информационную поддержку управления состоянием ТС, во-первых, в случае недостаточной изученности механизмов протекающих в ТС, во-вторых, использование статистических индексов позволяет получить ком-



плексную оценку состояния за счет преобразования исходных данных в безразмерную форму.

Рассмотрим в качестве примера комплексного анализа состояния ТС задачу анализа территориальных особенностей пожарной безопасности на территории Республики Башкортостан.

Первым шагом анализа является обеспечение сопоставимости различных характеристик состояния пожарной безопасности, а также построение на их основе радарных диаграмм [5].

Рассмотрим содержание процедуры комплексного анализа техногенной безопасности на основе сочетаний геоинформационного и математического моделирования на примере состояния пожарной безопасности Республики Башкортостан.

Данные официальной отчетности о состоянии пожарной безопасности географических объектов по Республике Башкортостан группируются по трем классам: «город», «район» и «город и район». Для удобства содержательного анализа наименование географических объектов упорядочиваются в алфавитном порядке. Алгоритм построения радарных диаграмм по каждому из классов имеет вид:

шаг 1: Признаки предварительно преобразовываются к сопоставимому виду, например, «число погибших (пострадавших) на один пожар». В массиве географических объектов, отнесенных к одному классу, находятся наибольшее и наименьшее значение анализируемого признака.

$$\begin{aligned} \Pi_{max}^{(k),(j)} &= \max_l \{ \Pi_l^{(k),(j)} \}, \\ \Pi_{min}^{(k),(j)} &= \min_l \{ \Pi_l^{(k),(j)} \}, \end{aligned}$$

где $\Pi_{max}^{(k),(j)}$ – максимальное значение j -го признака, соотнесенного с географическими объектами, принадлежащими k -му классу.

$\Pi_{min}^{(k),(j)}$ – минимальное значение j -го признака, соотнесенного с географическими объектами, принадлежащими k -му классу.

l – идентификатор географического объекта, соотнесенного в k -м классом ($l=1; M_k$).

M_k – число географических объектов, соотнесенных с k -м классом.

Преобразуем значение j -го признака, соотнесенное с l -м объектом в k -ом классе к виду статистического индекса по правилу:

$$I_l^{(k),(j)} = \frac{\Pi_l^{(k),(j)} - \Pi_{min}^{(k),(j)}}{\Pi_{max}^{(k),(j)} - \Pi_{min}^{(k),(j)}}$$

На основе статистического индекса $I_l^{(k),(j)} \in [0, 1]$ формируем балльную оценку:

$$R_l^{(k),(j)} = I_l^{(k),(j)} \times 10,$$

где $R_l^{(k),(j)} \in [0; 10]$.

В качестве примера приведем радарную диаграмму, соответствующую



совокупности показателей пожарной безопасности для географических объектов, относящихся к классу «город» (Рисунок 1).

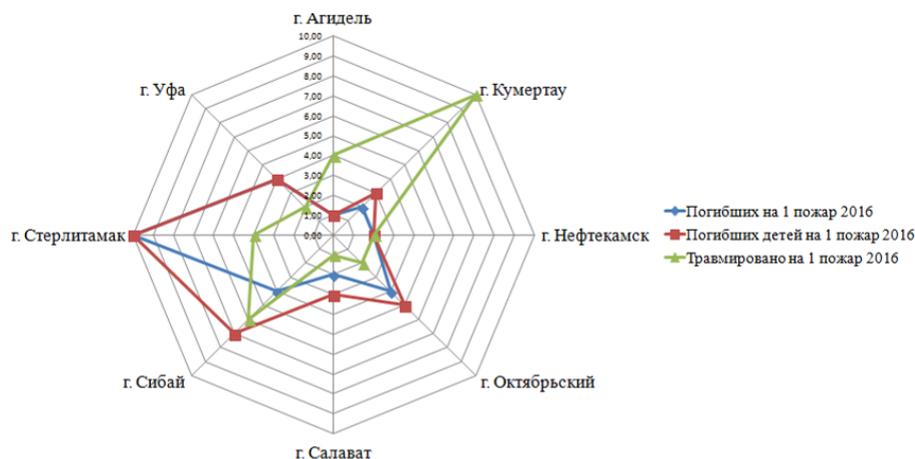


Рисунок 1 – Радарная диаграмма для группы «город»

Используя полученные диаграммы можно построить картографические модели [6]. Пример модели для географических объектов, относящихся к классу «город» по данным 2016 года, представлены на рисунке 2.

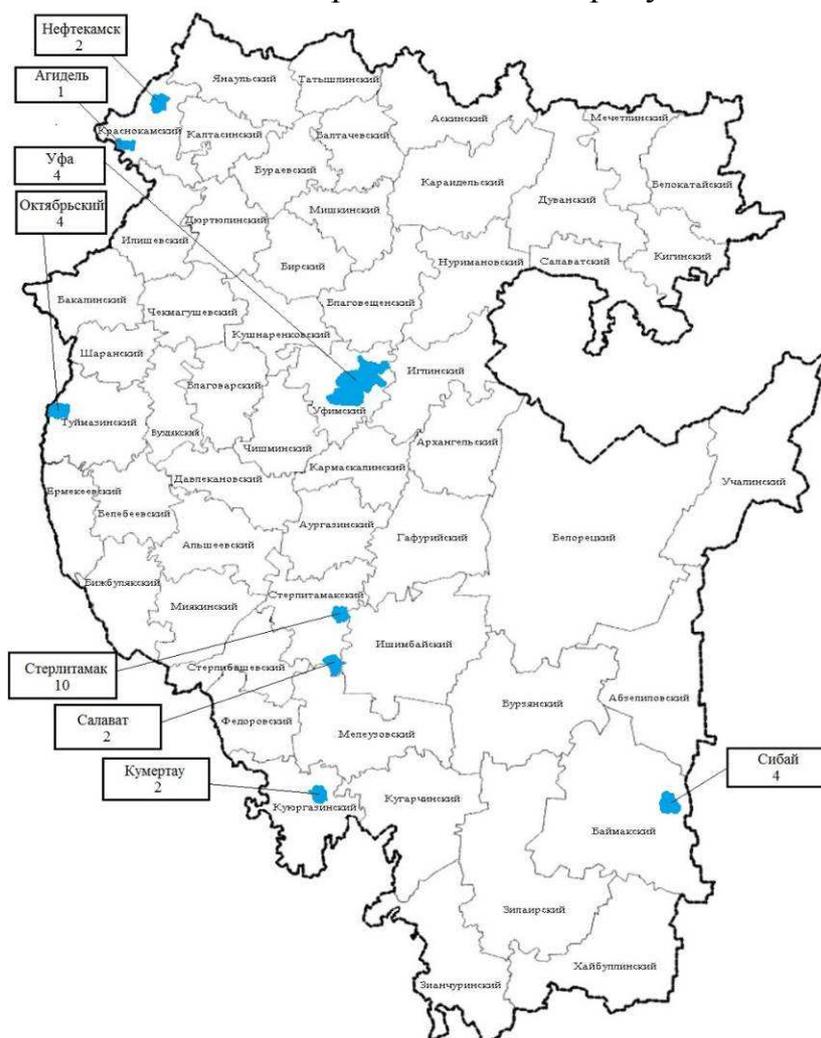


Рисунок 2 – Территориальные особенности состояния пожарной безопасности на территории Республики Башкортостан (число погибших на 1 пожар)



Заключение

Использование системного сочетания аппарата статистических индексов создает основу для комплексного разноаспектного анализа ТС по совокупности разнотипных признаков. Использование технологий геоинформационного моделирования позволяет изучить пространственные характеристики ТС. Системное сочетание аппарата статистических индексов и технологий геоинформационного моделирования основа для информационной поддержки управления техногенной безопасностью на уровне субъектов Российской Федерации.

Благодарности. Работа поддержана грантом 15-08-01758 «Методологические и методические основы анализа техногенной безопасности в условиях неопределенности состояния объектов управления».

Литература

1. Khristodulo O., Gvozdev V., Blinova D. Information Support of Technogenic Safety Management on the Basis of Mathematical Modeling and GIS Technologies //2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Челябинск, 2016. pp. 1-4.
2. Семенов (Блинова), Д.В. Комплексный анализ состояния территориальных систем на основе статистических индексов [Текст] / Д.В. Семенов (Блинова) // Актуальные проблемы в науке и технике: Сб. тр. 4-й всерос. зимн. шк.-сем. асп. и мол. Ученых. – Уфа, 2009. – С. 458-468
3. Статистическое исследование территориальных систем [Текст]: монография / В.Е. Гвоздев, М.Б. Гузаиров, Б. Г. Ильясов, А.Е. Колоденкова. - Москва: Машиностроение, 2008. – 187 с.
4. Палий И.А Прикладная статистика [Текст]: учебное пособие / Омск: Издательство СибАДИ, 2003. – 79с.
5. Андерсон Бьерн Анализ основной причины. Упрощенные инструменты и методы [Текст] / Андерсон Бьерн, Том Фагерхоуд. - Милуоки, Висконсин: ASQ Quality Press, 1999. – 156 с.
6. Khristodulo O., Davletbakova Z., Gvozdev V. Spatial Information Processing for Decision-making Support of Siting Sources of Technogenic Hazards Using Computer Technologies //2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Челябинск, 2016. pp. 1-5.



Н.С. Черный, Е.В. Сопченко

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАКРОПРОГРАММ ИНТЕГРАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королёва)

В настоящее время космические аппараты имеют множественное применение, будь то метеорологическая, военная, навигационная, научно-исследовательская и другие сферы деятельности. Функционирование космического аппарата невозможно представить без использования вычислительной техники. Компьютеры осуществляют расчеты и контроль заданных параметров по множеству контуров управления, расчеты прочности, решают задачи навигации, баллистики и многие другие. Перечисленные операции выполняются с помощью нескольких ЭВМ, объединяемых в бортовую вычислительную систему. В памяти бортовой системы размещаются специальные программы, осуществляющие управление отдельными приборами и системами, входящими в комплекс бортовой аппаратуры. Данные управляющие программы (макропрограммы автономного интегрального управления) являются одной из ключевых составляющих комплекса бортового программного обеспечения. Написание макропрограмм зачастую осуществляется программистами, полагающимися на подготовленные специалистами (проектантами) материалы по логике управления бортовой аппаратурой, на языках ассемблерного уровня. Такая практика чревата большими затратами средств и времени, связанными как со сложностью написания, так и с возможным недопониманием между разработчиком и проектантом.

В связи с указанными выше проблемами, а также в связи с возрастающей необходимостью в разработке переносимого бортового программного обеспечения (по ряду экономических, технических и политических причин) и возрастающей сложностью изделий и логики их функционирования, актуальной становится задача о проведении комплекса работ по созданию методов и средств интеллектуальной поддержки процессов проектирования и верифицирования макропрограмм интегрального управления (СИПР МП).

На рисунке 1 представлена структурная схема СИПР МП.

Данные хранятся в текстовых файлах со строго заданной структурой, интерпретируемой средой программного управления для выдачи команд на необходимые устройства бортового комплекса. *Средства визуализации* используются для графического отображения макропрограмм в виде ДРАКОН-схем. *Средства генерации тестов* позволяют получать для макропрограмм наборы отладочных заданий, покрывающих все возможные пути на управляющем графе программы. *Средства документирования* позволяют организовать автоматизированное документирование макропрограмм в формате MS Word.



Рис. 1. Структурная схема СИПР МП

Остановимся подробнее на средствах табличного проектирования макропрограмм.

Средства табличного проектирования предоставляют возможность проектанту работать с макропрограммами в удобном и понятном для него табличном виде. Данный модуль получает на вход адрес проекта базы данных, и в соответствии с выбранным типом макропрограмм отображает необходимые проектанту формы, позволяя модифицировать текущий проект и сохранять изменения в базе данных. Таким образом, после сохранения работы, проект может быть передан в другие модули для генерации покрывающих тестов, графической визуализации или создания документации.

Перед началом работы с модулем, проектанту необходимо выбрать тип управляющих программ, с которыми он будет работать. Макропрограммы типа СЕАНС используются для организации автономного управления бортовыми системами путем формирования и выдачи временной последовательности команд управления, определяемой выданной макрокомандой, и значениями ряда параметров, характеризующих текущее состояние изделия или отдельной системы. Макрокомандой является любая команда, включающая в себя программные действия по определению группы логических последовательностей, которые необходимо обработать программе СЕАНС для формирования набора выдаваемых команд. На рисунке 2 представлена визуализация алгоритма группы логических последовательностей управляющей программы СЕАНС.



The screenshot shows the 'СИПР МП. Редактор СЕАНС. Проект: ТестоваяБД' window. It features a menu bar with 'Выбор БД', 'Просмотр БД', and 'Новый проект'. Below the menu is a tabbed interface with 'Проекты "СЕАНС"', 'Условия', and 'Группы - ЛПГ'. The main area is divided into two tables. The left table lists groups with columns: 'Номер группы', 'Задача', 'Номер команды', and 'Наименование...'. The right table lists LPPs with columns: 'Имя ЛПГ' and 'Описание'. Below these tables are buttons for 'Новая группа', 'Изменить группу', 'Удалить группу', 'Новая ЛПГ', 'Изменить ЛПГ', and 'Удалить ЛПГ'. At the bottom, the 'Алгоритм группы:' section contains a detailed table of logic conditions and actions.

№ гр...	Кол. ЛП...	Условие, Реко...	Время, с	Код команды	Значение, Контроль	Название команды
№ 01	7					Выбор резервного ДУС2
0162	00	У04(4)			ФКПРОЖ=1	Признак конца прожиг
		У04(6)			1НПРОЖ=0	Начало прожиг
		У05(6)			1КПРОЖ=0	Конец прожиг
		У08(6)			РБП1-2=0	Раскрытие боковых панелей БС
		У09(6)			РБП3-2=0	Раскрытие боковых панелей БС
		У11(6)			РБП1-4=0	Раскрытие боковых панелей БС
		У12(6)			РБП3-4=0	Раскрытие боковых панелей БС
		У00(7)			call(123)	
		У06(3)			6<=ТРАБ2А<=9	ток разряда АБ2 измеренный основным датчиком (А)
		КТ,РИ+	0.0	С2471	Вкл ВИП1 ДУ	Включение ВИП1 ДУ
			1.0	К5635	Заявка ПРОЖИГ	Заявка ПРОЖИГ
			481.0	С1003	Контроль прожиг (гр.1)	Контроль прожиг (ГРУППА 1)
01		У04(4)			ФКПРОЖ=1	Признак конца прожиг

Рис. 2. Алгоритм группы логических последовательностей макропрограммы СЕАНС

Макропрограммы типа ДКД (дежурный контроль и диагностика) обеспечивают функции автономного контроля и управления системами изделия. Программы дежурного контроля следят за значениями аналоговых и сигнальных параметров устройств, выбранных в качестве дежурных. В случае выхода хотя бы одного значения за допустимые пределы, программы контроля немедленно запускают диагностику и отключаются. Программа диагностики осуществляет снятие значений аналоговых и сигнальных каналов, формирует векторы текущих состояний, отчетную информацию, а также, в случае необходимости, выполняет отработку заданных рекомендаций для аномальных ситуаций. На рисунке 3 представлен процесс заполнения массива диагностических границ для выбранного параметра телеметрии управляющей программы ДКД.

Макропрограммы типа ФОТИ предназначены для сбора и накопления заданной информации в отчетном поле. Данные программы при каждом включении формируют информацию о состоянии одной группы параметров, которые задаются для каждой подсистемы или прибора, характеризуя ее. Программа ФОТИ считывает адрес набора данных, содержащего информацию о группе параметров и паспорте отчетного поля, и проверяет ее. В случае корректности заданных данных, формируется вектор информации, содержащий снятые значения, номер группы, текущее время в секундах и длину вектора. В противном случае длина вектора обнуляется, и формируется фраза о некорректных входных данных. На рисунке 4 представлена визуализация макропрограммы ФОТИ с хранимой ею информацией.

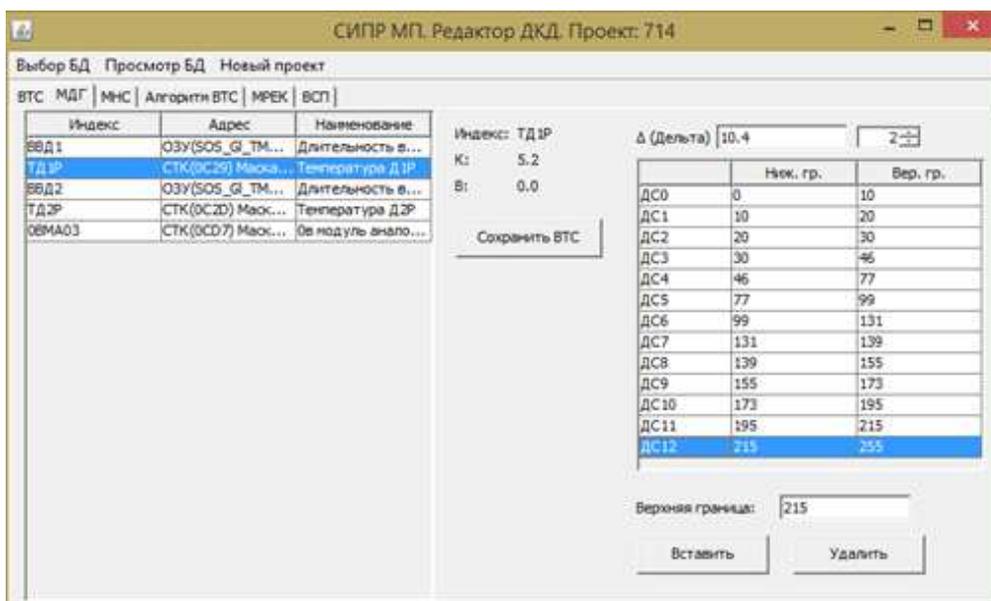


Рис. 3. Заполнение массива диагностических границ телеметрии макропрограммы ДКД

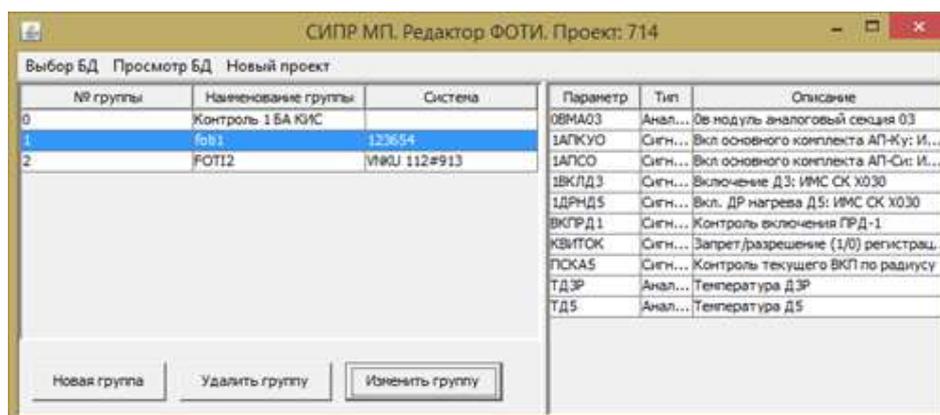


Рис. 4. Визуализация макропрограммы ФОТИ

Таким образом, разработанные табличные средства генерирования управляющих программ интегрального управления позволяют полностью исключить программистов из процесса формирования управляющих алгоритмов для бортовых вычислительных систем.

Ввиду требования переносимости разрабатываемого программного обеспечения, при разработке использовался язык программирования Java, а также среда разработки с открытым исходным кодом NetBeans IDE версии 8.1.

Данная система успешно внедрена и эксплуатируется в составе опытного образца средств интеллектуальной поддержки процессов проектирования и верифицирования макропрограмм интегрального управления в АО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнёва».



Р.А. Шаталин, П.Е. Овчинников, В.Р. Фидельман

МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ НЕХАРАКТЕРНОГО ПОВЕДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

За последние годы множество алгоритмов для обнаружения конкретных нештатных ситуаций было предложено и реализовано на основе строгих правил [1]. Их применение ограничено особыми требованиями к сцене или типам обнаруживаемых аномалий. Для устранения этих недостатков было предложено несколько статистических подходов к задаче видеонаблюдения. Одним из них является обнаружение нехарактерного поведения как отклонения от модели, сформированной на основе примеров нормального поведения.

В различных областях применения было предложено множество статистических методов для обнаружения подобных аномалий [2]. Одним из распространенных среди них является метод опорных векторов с одним классом [3]. Другим распространенным подходом к обнаружению аномалий является оценка характерных взаимозависимостей между признаками с помощью метода главных компонент [4].

В данной работе предложен метод обнаружения нехарактерного поведения, создающий модель нормального поведения путем вычисления главных компонент для набора векторов характеристик примеров. Для обнаружения аномального поведения используется невязка при проекции и обратной проекции вектора признаков на неполный набор векторов главных компонент.

Метод

Предлагаемый метод был реализован в виде алгоритма оценки аномальности поведения на видеоизображениях, который состоит из следующих этапов. Для каждого кадра видеопоследовательности объекты отделяются от фона сцены с помощью самоорганизующейся искусственной нейронной сети, предложенной в работе [5]. Параметры сети были выбраны с помощью критерия качества выделения фона на основе морфологических операторов [6]. Для каждого пикселя, принадлежащего объекту, оценивается скорость движения с помощью метода оценки оптического потока. Для компенсации влияния перспективной проекции методом плоской гомографии [7] рассчитываются вектора смещения – проекции векторов оптического потока на плоскость пола. В качестве вектора характеристик движения берется последовательность значений модулей векторов смещения для каждого пикселя на изображении.

Данный способ извлечения признаков поведения используется в предлагаемом методе следующим образом. На стадии обучения оператор указывает кадры, которые содержат только «нормальное» поведение. Для этих кадров извлекаются векторы признаков поведения и для полученного набора векторов находятся главные компоненты. Ортонормированный набор из векторов главных компонент представляет собой модель нормального поведения. На стадии



анализа поведения в сцене текущий вектор характеристик поведения \vec{F} проецируются на ортонормированный набор векторов главных компонент и проецируются обратно. Поскольку в общем случае такой набор векторов является неполным и не представляет собой базиса, то при таком преобразовании может быть потеряна некоторая составляющая вектора \vec{F} . Далее эта составляющая называется вектором невязки и её можно вычислить из следующего выражения:

$$\vec{R} = \vec{F} - \vec{P} \quad (1)$$

где \vec{R} – вектор невязки, \vec{F} – текущий вектор характеристик, \vec{P} – вектор характеристик, полученный после проекции \vec{F} на набор векторов главных компонент и проецирования обратно.

Одной из возможных оценок аномальности на основе вектора невязки \vec{R} является относительная невязка, которая определяется следующим выражением:

$$r = \frac{|\vec{R}|}{|\vec{F}|} \quad (2)$$

где r – относительная невязка, $|\vec{R}|$ – норма вектора невязки, $|\vec{F}|$ – норма вектора характеристик поведения.

Другой возможной оценкой является максимальная невязка, которая представляет собой максимальное значение среди модулей компонент вектора \vec{R} . Хотя такая оценка аномальности является размерной и подвержена влиянию шума, она позволяет учесть только наибольшее отклонение от модели нормального поведения.

Для тестирования предлагаемого метода был также реализован алгоритм, где для обнаружения нехарактерного поведения используется метод опорных векторов с одним классом. При этом в качестве оценки аномальности текущего вектора характеристик поведения использовалось значение функции принятия решения [3].

Результаты экспериментов

Работа алгоритмов была проверена, как на видеозаписях лаборатории университета Калифорнии в Сан Диего (UCSD) [8], так и на экспериментально полученных видео. Видеозапись «Работа и ремонт» была сделана в компьютерном классе ННГУ. На нем в качестве нормального поведения была взята работа за компьютером, а в качестве нештатного – манипуляции с задней панелью системного блока. Видеозапись лаборатории UCSD содержит пешеходную улицу, обычная ходьба по которой была взята за нормальное поведение, а проезд транспортных средств – за нештатное. Из каждого видео бралось ограниченное число примеров нормального поведения, на которых обучались алгоритмы. Затем вычислялись значения оценок аномальности для всех кадров с нормальным и нештатным поведением из выбранного видео, на основе которых рассчитывались равные уровни ошибок. Параметры метода опорных векторов с одним классом были подобраны таким образом, чтобы минимизировать равный уровень ошибок.



Значения равных уровней ошибок для алгоритмов при разном количестве обучающих примеров приведены в таб. 1. Из табл. 1 видно, что для видео «Работа и ремонт» наименьший равный уровень ошибок был достигнут при использовании относительной невязки и составил около 2 процентов. При этом для видео лаборатории UCSD наилучший результат был достигнут при использовании максимальной невязки. Этот факт можно объяснить следующим образом. Для максимальной эффективности в сценах с большим количеством людей оценка аномальности должна учитывать только наибольшее отклонение от нормального поведения. Тем не менее, максимальная невязка чувствительна к шуму, что делает относительную невязку более надежной в простых сценах. Из этого следует, что выбор между двумя оценками зависит от количества объектов в сцене.

Таблица 1

Равные уровни ошибок для алгоритмов обнаружения нехарактерного поведения для видео «Работа и ремонт» и видео лаборатории UCSD

Название видео	Количество обучающих примеров	Метод опорных векторов с одним классом	Относительная невязка	Максимальная невязка
Работа и ремонт	3	9,9%	5,1%	8,6%
Работа и ремонт	5	4,1%	4,0%	8,4%
Работа и ремонт	7	3,1	1,8%	7,1%
UCSD	5	22,6%	49,6%	22,5%
UCSD	10	23,5%	52,6%	25,4%
UCSD	15	24,2%	49,1%	25,5%
UCSD	20	27,4%	50,6%	26,2%
UCSD	25	26,9%	48,8%	24,5%

Из табл. 1 видно, что равный уровень ошибок для метода опорных векторов с одним классом незначительно отличается от минимальных значений, причем оптимальные параметры данного метода были одинаковы для обеих видеозаписей. Из этого следует, что зависимость эффективности относительной и максимальной оценок от количества объектов в сцене является недостатком предлагаемого метода.

Из табл. 1 видно, что для видео лаборатории UCSD с ростом количества обучающих примеров наблюдается слабая тенденция к снижению равного уровня ошибок для максимальной невязки. Этот результат можно объяснить большим количеством движущихся объектов, что приводит к существенной вариации значения максимальной невязки между кадрами и неэффективности относительной невязки. При этом для видео «Работа и ремонт» с одним человеком увеличение количества обучающих примеров уменьшает равный уровень ошибок для максимальной и относительной невязки. На основе этого можно сделать вывод о способности предложенного алгоритма к обучению.



Выводы

В данной работе предложен метод обнаружений нехарактерного поведения на основе метода главных компонент. Метод составляет модель нормального поведения на основе примеров, что позволяет применить его в широком диапазоне условий. Для тестирования были реализованы алгоритмы оценки аномальности поведения в сцене на основе предложенного метода и метода опорных векторов с одним классом. Результаты экспериментов при разном количестве обучающих примеров свидетельствуют о способности предлагаемого метода к обучению. Показатели точности обоих методов в проведенных экспериментах совпадают в пределах величины. При этом наибольшей эффективностью для сцен с большим количеством движущихся объектов обладает максимальная невязка, а для простых сцен – относительная невязка. Данная зависимость от сложности сцены является недостатком предложенного метода в сравнении с методом опорных векторов. Дальнейшие исследования будут направлены на создание единой оценки аномальности.

Литература

1. Popoola, O. Video-Based Abnormal Human Behavior Recognition — A Review / O. Popoola, K. Wang // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, 2009, V. 39(5), P. 489-504.
2. Chandola, V. Anomaly detection: A survey / V. Chandola, A. Banerjee, V. Kumar // ACM Computing Surveys (CSUR), 2009, V. 41(3), 72 p.
3. Schölkopf, B. Estimating the support of a high-dimensional distribution / B. Schölkopf, J. Platt, J. Shawe-Taylor, A. Smola, R. Williamson // Neural computation, 2001, V. 13(7), P. 1443-1471.
4. Jolliffe, I. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistics / I. Jolliffe // NY: Springer, 2002, 488 p.
5. Maddalena L. A Self-Organizing Approach to Background Subtraction for Visual Surveillance Application / L. Maddalena, A. Petrosino // IEEE Transactions on Image Processing, 2008, V. 17(7), P. 1168-1177.
6. Шаталин, Р.А. Критерий качества выделения фона с использованием морфологических операторов для задач обнаружения нестандартных ситуаций / Р.А. Шаталин, П.Е. Овчинников // Системы управления и информационные технологии, 2014, Т. 56(2), С. 190-194.
7. Antonakaki, P. Detecting Abnormal Human behavior using Multiple Cameras / P. Antonakaki, D. Kosmopoulos, S. Perantonis // Signal Processing, 2009, V. 89(9), P. 1723-1738.
8. Mahadevan, V. Anomaly Detection and Localization in Crowded Scenes / V. Mahadevan, W. Li, V. Bhalodia, N. Vasconcelos // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2014, V. 36(1), P. 18-31.



М. А. Широбокова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СКОРИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ БАНКОВСКОГО КРЕДИТНОГО РИСКА

(Удмуртский государственный университет)

В условиях повышения уровня неопределенности на рынке, а также в соответствии с Базель II [1,2] управление кредитным риском становится одним из приоритетных направлений в банковской сфере. Одним из наиболее популярных подходов в оценке кредитоспособности заемщиков выступает построение индивидуальной скоринговой системы. Скоринговая система представляет собой систему принятия решения, базой которой является математическая модель присвоения рейтинга заемщикам на основе ключевых характеристик клиента. [7] Если ранее построение скоринговой системы основывалось преимущественно на экспертном подходе, то сейчас большие обороты набирает построение индивидуальной скоринговой системы на основе внутренних данных отдельных банков. Такой подход позволяет провести анализ кредитного портфеля и оценить его риски в соответствии с особенностями деятельности каждого банка в отдельности.

Вопрос выбора метода построения индивидуальной скоринговой системы остается открытым. В условиях общего уровня развития информационной среды с каждым годом происходит увеличение объема информации, улучшаются существующие возможности ее хранения, дорабатываются и появляются новые методы быстрой и качественной обработки данных. Информационные системы банковского сектора также набирают обороты: на основе собранной информации банки начинают использовать все более продвинутые методы анализа, в том числе методы машинного обучения, которые ранее немислимо было применить в финансовой сфере. Так потенциально возможными для использования методами построения моделей могут выступать логистическая регрессия, дерево решений, метод случайного леса (Random Forest), метод опорных векторов, нейронная сеть, бустинг.

Выбор метода построения модели одновременно зависит от исходных данных, которые зачастую не имеют явно выраженной зависимости (на разных участках данных лучше может работать тот или иной метод), их влияния на целевую функцию и поставленной задачи перед бизнесом. Если данные описываются некоторой линейной зависимостью (рис. 1а), то линейная модель или метод опорных векторов будут более качественными по сравнению с деревом (деревьями) решений. Если же данные невозможно описать в виде некоторой линейной зависимости в явном виде (рис. 1б), то возникает обратная ситуация, и в данном случае дерево решений будет предоставлять более качественное решение. [6]

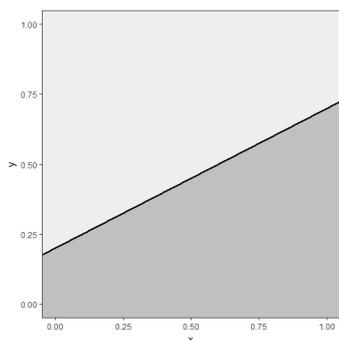


Рис. 1а

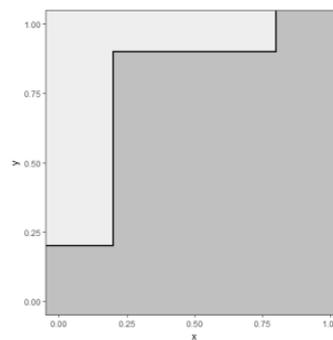


Рис. 1б

На основе имеющихся данных по договорам и дефолтам построим скоринговую модель следующими методами: с помощью метода логистической регрессии, дерева решений, метода «случайного леса», метода опорных векторов. Результирующим вектором (целевой функцией) является вероятность того, что клиент выйдет в дефолт.

Для логистической регрессии предсказанные вероятности основываются на вычислении логарифмов отношения шансов «хорошего» (не дефолтного) и «плохого» (дефолтного) кредитов на основе обучающей выборки. Формула расчета вероятности того, что клиент выйдет в дефолт, следующая:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (1)$$

$$\text{где } z = b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_n \cdot x_n + a, \quad (2)$$

где x_1, x_2, \dots, x_n — значения атрибутов значимых характеристик,

b_1, b_2, \dots, b_n — коэффициенты модели,

a — некоторая константа.

Дерево решений представляет собой совокупность правил вида «если..., то...» в иерархической структуре, где каждому объекту соответствует единственный узел, дающий решение. [8]

Метод «случайного леса» на основе построения большого числа деревьев решений, каждое из которых строится не по всей, а по случайной выборке исходных данных, выбирает усредненный результат. Т.е. общая оценка регрессии — это усреднение оценок регрессии всех деревьев решений. [6]

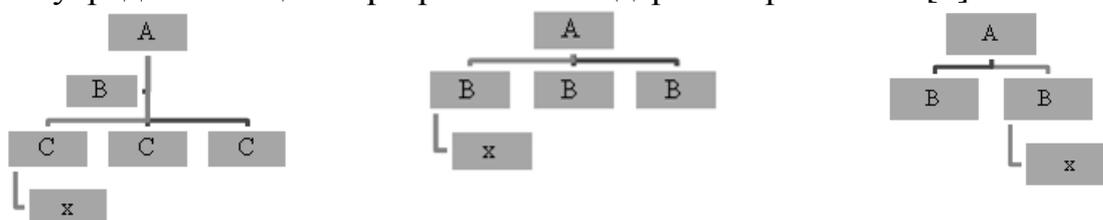


Рис. 3

Метод опорных векторов позволяет разделить данные на гиперплоскости таким образом, чтобы условно называемые все точки одного класса лежали по одну сторону от этой прямой, а все точки другого класса были на противоположной стороне. Для примера с двумя параметрами выглядит следующим образом:

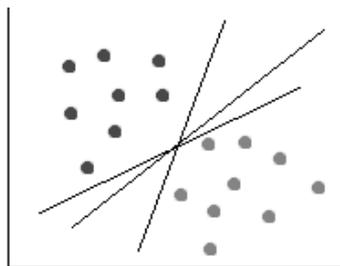


Рис. 4

Построив модели описанными методами, сравним их качество с помощью построения ROC-кривой и расчета коэффициента Gini для тестовой выборки.

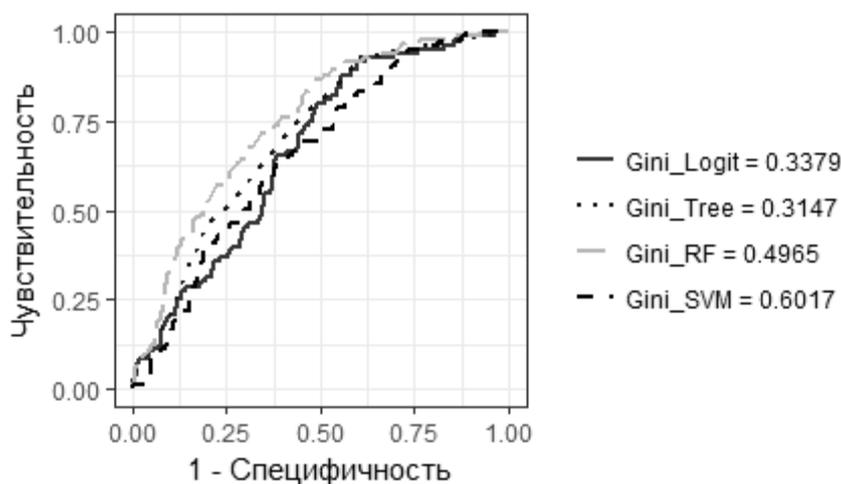


Рис. 4

Получаем, что для используемых данных по договорам и дефолтам метод опорных векторов является наиболее оптимальным, что обусловлено их структурой. В то время как базовые методы построения скоринговой модели — логистическая регрессия и дерево решений — дают результат хуже, отметим, что при использовании иных данных ситуация может быть и обратной. Стоит также обратить внимание, что с одной стороны более сложные методы построения модели позволяют увеличить точность предсказания скоринговой системы и за счет чего повысить экономическую эффективность банка. С другой стороны нельзя забывать о трудностях практической реализации модели, увеличению времени обработки информации и повышению сложности интерпретируемости результатов модели, которая становится «черным ящиком» при использовании все более сложного метода построения.

Литература

1. Алескерев, Ф. Т. Анализ математических моделей Базель II / Ф. Т. Алескерев, И. К. Андриевская, Г. И. Пеникас, В. М. Солодков — 2-е изд., испр. — М.: ФИЗМАТЛИТ. 2013. — 296 с.
2. Международная конвергенция измерения капитала и стандартов капитала: Уточненные рамочные подходы / Базельский комитет по банковскому надзору. — Банк международных расчетов. 2004. — 266 с.



3. Джеймс Г., Уиттон Д., Хастис Т., Тибширани Р. Введение в статистическое обучение с примерами на языке R (пер. с англ. С. Э. Мастицкого). — М.: ДМК Пресс, 2016. — 460 с.
4. Чистяков С. П. Случайные леса: обзор / С. П. Чистяков. — Труды Карельского научного центра РАН, 2013. . — №1. . — С. 117 – 136.
5. Широбокова М. А. Построение скоринговой карты с использованием модели логистической регрессии / М. А. Широбокова ; науч. рук. А. В. Лётчиков. — Итоговая студенческая научная конференция (44; Апрель, 2016) XLIV итоговая студенческая научная конференция: материалы конф., Ижевск: [Удмуртский университет]. 2016. — С. 97-99.
6. Широбокова, М. А. Совмещение методов построения скоринговой модели: логистическая регрессия и метод «случайного леса» / М. А. Широбокова — Математические методы и интеллектуальные системы в экономике и образовании: Материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции / УдГУ/ под. ред. А. В. Лётчикова. — Ижевск, 2016.
7. Siddiqi N. Credit risk scorecards: developing and implementing intelligent credit scoring. Canada: John Wiley & Sons, Inc. 1969. 196 с.
8. BaseGroup Labs — Режим доступа: <http://www.basegroup.ru/> — [Электронный ресурс].



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

N.V. Myasnikova, M.P. Beresten, B.V. Tsy-pin, M.G. Myasnikova

APPLICATION OF EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION ON THE BASIS OF DIFFERENTIATION AND INTEGRATION TO INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEMS

(Penza State University)

Abstract. The method of empirical mode decomposition, both in ascending and descending order of their frequencies, is substantiated. The method is based on suppression of high-frequency components at integration and on accentuation of high-frequency components at differentiation.

Key words: alternated components, empirical modes decomposition

Recently the interest to empirical modes decomposition has been growing. The authors apply such decomposition as a signal preliminary processing, which allows increasing the signal/interference ratio, simplifying the algorithm of parametrical analysis due to transformation of a complex task of evaluation of the parameters of p model order into simple tasks of evaluation of components of first and second order, significantly reducing the period of analysis.

The preliminary decomposition has been applied by the authors to measure the variables of complex shape signals and to compress and restore signals in the distributed information measurement systems [1-3]. The most known EMD (empirical mode decomposition) and decomposition on the basis of extreme filtration have been considered (EF) [4-6]. Today new decomposition methods on the basis of differentiation-integration are proposed [7, 8]. These new methods allow carrying the empirical mode decomposition both in descending and ascending order of their frequencies. This factor is essential as often the low-frequency components are factual.

The method proposed is based on suppression of high-frequency components at integration and on their accentuation at differentiation:

To extract the modes in ascending order of their frequencies multiple integration of signal is executed in order to suppress high-frequency components, till the termination of altering of number of extrema, i.e. only one (of the lowest frequency) component remains; the modes are extracted from integrated sequences by differentiation, subtraction of extracted component from integrated sequences of lower order, repetition of the same actions with an already withdrawn low-frequency component with the sequences integrated, starting with the previous one; the components ex-



tracted from the integrated sequences are to be differentiated in accordance with Lanczos scheme as many times as the sequence has been integrated;

To extract the modes in the descending order of their frequencies multiple differentiation is executed to accentuate high-frequency components, till the sequence with alternating extrema is extracted; the modes are extracted from differentiated sequences by integration, subtraction of the extracted component from differentiated sequences of lower-order, repetition of the same actions with an already withdrawn high-frequency component with differentiated sequences, starting with the previous one; the components extracted from the differentiated sequences are to be integrated with application of weighting as many times as the sequence has been differentiated.

Figures 1 and 2 show the examples of decomposition in ascending order of their frequencies (on the basis of integration-differentiation) and in descending order (on the basis of differentiation-integration), respectively.

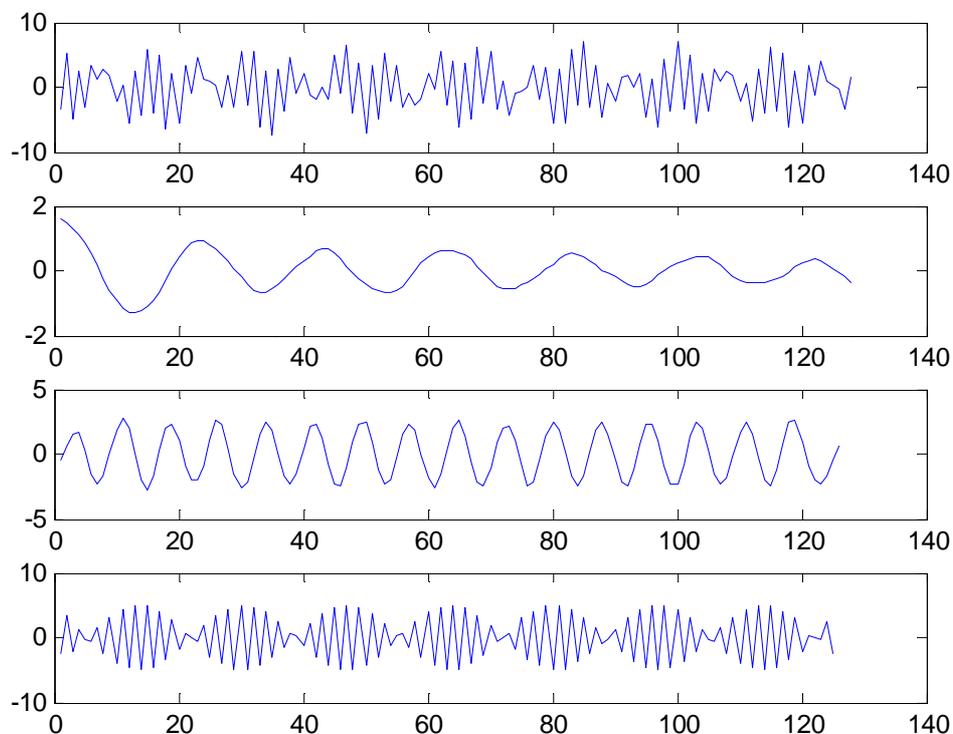


Figure 1 – Empirical mode decomposition in ascending order of mode frequencies on the basis of integration – differentiation

A weak link in the decomposition method in ascending order of mode frequencies is, presumably, the application of differentiation on the basis of integration, especially in case of multiple application: the application is not effective for a narrow display field and for a wider display field the signal is being smoothed to the extreme extent. It is possible, in case the signal restoring is not required, not to differentiate the extracted modes, and the components of that type do not alter their shape at differentiation: only the amplitudes do alter due to division by Δt at every step, as well as phases. The latter ones, as a rule, are not the informative variables and required only



when signal restoring is needed. This is why the components extracted can be only standardized: the amplitude is multiplied by $(2\pi f_c)^n$, where f_c - is evaluation of components' frequency, and n - is the number of differentiations to restore a signal, the phase shall be changed by the value $n\frac{\pi}{2}$.

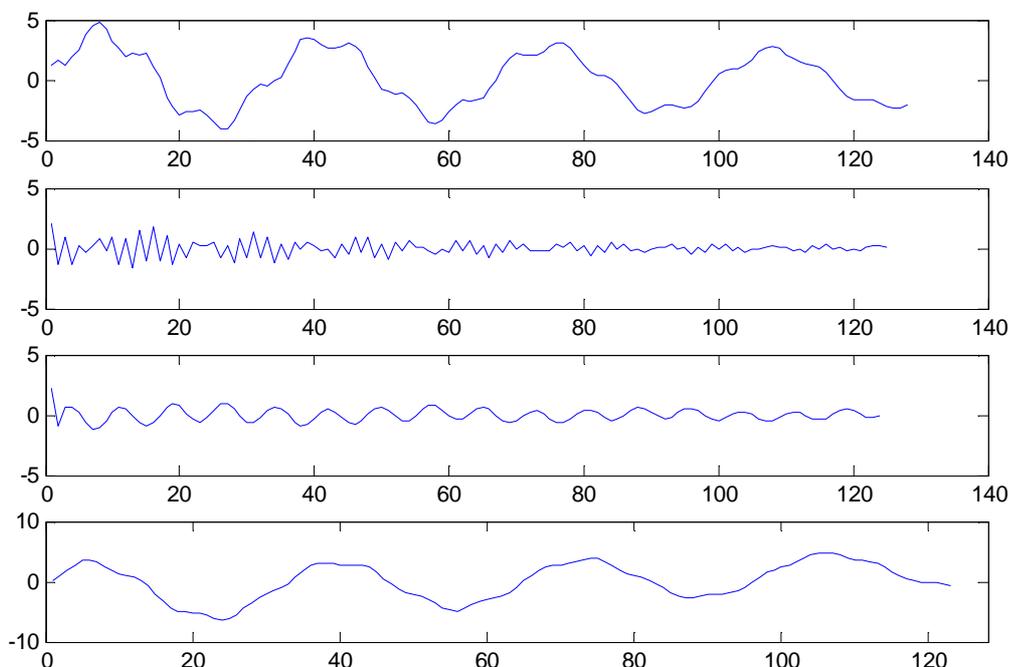


Figure 2 – Empirical mode decomposition in descending order of mode frequencies on the basis of differentiation – integration

Accordingly, it is possible to clear off the integration by weighting. It is possible to standardize the components extracted: the amplitude is multiplied by $\left(\frac{1}{2\pi f_c}\right)^n$, where f_c - is evaluation of component's frequency and n – is the number of integrations to restore a signal, the phase shall be altered by the value $-n\frac{\pi}{2}$.

The authors have already applied the mode decomposition for parametrical analysis. Within application of EMD-decomposition the spline-approximation of envelopes «pollutes» a component, but at application of the extreme filtration all the information can be restored only in accordance with the process extrema on the basis of approximation by bell-shaped functions. I.e., the both cases provide approximation, and the shape of approximating function is convenient in terms of mathematics but does not comply with description of physical processes inside the technical devices. The approximation, preferably, shall be in a shape of sum of vibrational and inertial components

$$\hat{y}(t) = \sum_{i=1}^p U_i e^{\alpha_i |t|} \cdot e^{j(2\pi f_i t + \varphi_i)} \quad (1)$$



The real-valued process is modeled by a complex-conjugate $e^{j(2\pi f_i t + \varphi_i)}$ and $e^{-j(2\pi f_i t + \varphi_i)}$, where p - is the model's order; U_i , α_i , f_i , φ_i - are the variables of oscillatory link (accordingly, the amplitude of natural oscillations, attenuation rate, natural frequency and delay). The difference of the approach proposed is that the variables of a complex shape signal are identified in accordance with the modes.

In case the high precision is not required and time limits are of higher preference, the variables of signal's components (amplitudes and attenuation) can be identified by the extrema points $\ln(x_{sp}) = \ln(|U|) - \alpha_{sp}$, and the frequency, as mentioned above, is identified in accordance with the number of extrema. One more variable (phase φ_i) is identified by the first extremum for the each component. Thus, all variables of model can be identified (1).

It is supposed that the decomposition proposed is more natural - as integration and differentiation do not distort the structure, do not change the frequency variables of components, and amplitudes and phases can be restored in accordance with one of the algorithms described above.

Currently the algorithm metrological analysis is being conducted, the application guidelines are being developed.

References

1. Myasnikova, N. V. Empirical modes decomposition application as the problem of signals digital processing / N. V. Myasnikova, L.A.Dolgikh, M.G.Myasnikova. // Sensors and systems. – 2011. – № 5. – page 8–10.
2. Lomtev E.A., Improvement of algorithms of compression-restoring of signals for systems of telemetry/ E.A. Lomtev, M.G. Myasnikova, N.V. Myasnikov, B.V. Tsylin // Measurement techniques. 2015. № 3. Pages 11-15.
3. Myasnikova N.V. Empirical modes decomposition on the basis of extreme filtration // Myasnikova N.V., Beresten M.P. Digital signal processing. 2014. № 4. Pages 13-17.
4. Myasnikova, N. V. Extreme filtration and its applications / N. V. Myasnikova, M. P. Beresten // Sensors and systems. – 2004. – № 4. – Pages 8–11.
5. Myasnikova, N.V. Signals decomposition methods on the basis of extreme filtration // Sensors and systems. – 2011. – № 2. – Pages 8–12.
6. Myasnikova N.V., Improvement of the model of high-frequency processes and algorithm of express-analysis / N.V. Myasnikova, M. P. Beresten, L. A. Dolgikh // Sensors and systems. 2014. № 10. Pages 22-26.
7. Myasnikova, N.V. Empirical modes decomposition on the basis of differentiation and integration / N.V. Myasnikova, M.P. Beresten / Collected articles: Perspective information technologies (PIT 2015) The works of International scientific and technical conference. Samara State Aerospace University. Samara, 2015. – Pages 101-105.
8. Myasnikova, N.V. Empirical modes decomposition on the basis of differentiation and integration / N. V. Myasnikova, M. P. Beresten // Digital signals processing. 2016. №1, - Page. 13-17.



DEVELOPMENT OF THE ELECTRONIC GOVERNMENT IN UZBEKISTAN

(TUIT Fergana branch, Uzbekistan)

The concept "electronic government" appeared in the early nineties, but into the practical plane actually started passing only in recent years.

The electronic government — this is the government in which all set both "internal", and "external" communications and processes are supported and provided with the appropriate information and communication technologies. Therefore, the creation of "the electronic government" means not only creation of electronic document flow, internal information networks and databases in bodies and establishments of public administration that allows to improve interaction between various public authorities, but also granting to the population of possibility of access to services of public institutions and public sector through information networks. The USA, England, and also Italy, Norway, Singapore, Australia and some other countries were engaged in development of the electronic government first of all.

The international experiment on introduction of the electronic government testifies that:

Strategy of creation of the electronic government in England is rather system and covers practically all fields of activities of government officials. It is really supported at the highest government level and it defines its effectiveness. Three main objectives of strategy, first of all release of public servants from routine, unproductive work, elimination of unjustified, intermediate links in information chain of interaction of government structures. The action program of the government in this area is based on provisions of "The white book on modernization of the government" and is calculated on performance generally until 2008.

In France, also there is a government program in the field of information technologies — "About preparation of France for the accession to information society". The program provides a number of measures for information of the ministries and departments. Their main objective — providing a wide range of information exchange of governmental bodies with representatives of business, with citizens, being base for transition to working hours of the electronic government.

Singapore - one of the advanced states on introduction of information technologies, including in such the most conservative and the least subject to changes public institute as public administration and interaction of authorities with ordinary citizens. Singapore became the first country of the world where in 1999 the large government eCitizen Centre portal (www.ecitizen.gov.sg) on which citizens of Singapore can not only receive information on this or that state department was created, but also make a number of actions for the sake of which it should descend in concrete public institution earlier.

Apparently, the above-stated data connected with creation of the electronic government testifies to the close attention paid to this problem in the different countries.



The President Islam Karimov at the cabinet council of Ministers of the Republic of Uzbekistan devoted to results of social and economic development of the country in 2012 and to the most important priority directions of the economic program for 2013 emphasized importance of formation of system "electronic government", including improvement of processes of rendering interactive state services to the population and business.

Taking into account these important tasks the standard and legal and methodological base allowing government bodies, citizens and the organizations is developed to function in the conditions of information society. For what uniform standards of information service, which will provide high level of information security of resources, databases and information systems take root.

The Comprehensive program of development of National information and communication system of the Republic of Uzbekistan for 2013-2020, approved by the resolution of the President Islam Karimov "About measures for further development of National information and communication system of the Republic of Uzbekistan" of June 27, 2013 became one of the major standard and legal documents directed on formation and broad use of system "the electronic government" in our country. It includes the solution of such tasks, as providing the population with opportunity to carry out relationship with public authorities in an electronic form, principle introduction "a uniform window" in system of public administration. In the program actions for creation of complexes of information systems and system databases "the electronic government" are also defined.

The purpose of adoption of this program - further development and widespread introduction in all branches of economy and spheres of life of our country of modern information and communication technologies, ensuring the accelerated development of information resources, systems and networks, and also stimulation of expansion of a range and improvement of rendered interactive state services to subjects of business and the population.

The e-government of Uzbekistan is a main objective increase of efficiency of activity of government bodies of the power and management on the basis of wide use of ICT, and also a raising of relationship of the state with society and citizens on new qualitative level.

Implementation of these projects provided by the program, will allow creating modern hi-tech infrastructure of information and communication and telecommunication technologies for providing a necessary level of quality of rendered services and creating favorable conditions for development of interactive services to all segments of consumers.

During the state visit of the President Islam Karimov to the Republic of Korea in September 2012, the memorandum of mutual understanding of cooperation in the sphere of information was signed. Today at full speed there is an implementation of this memorandum.

The Republic of Korea is one of the leaders of a world rating in the field of introduction of the "electronic government" made each two years of the UN. In the Republic of Korea strategy, "the clever government" is realized now.



According to the vice-chairman of the State committee of communication, information and telecommunication technologies of the Republic of Uzbekistan, the consultant for ICT Kim Nam Cuoka, Uzbekistan achieves powerful success in development of information and communication technologies. Everything without exception government bodies of our country recognize importance of introduction of "the electronic government" that is already a big step forward. Transfer of the state services to online mode not only considerably will facilitate their receiving by citizens, but also will lead to reduction of time and many expenses. From the administrative point of view, "the electronic government" will accelerate decision-making processes and will increase efficiency of functioning of government.

Summing up the results it should be noted that at the Tashkent University of Information Technologies the center for the electronic government is created. In this training center the vice rector of university provided educational trainings on the e-government. Also educational seminars were held from highly qualification experts. Then and in branches of the Tashkent university of information technologies educational trainings are provided. Today, the faculty of the Fergana branch holds just the same seminars first of all for experts of information and communication technologies of various enterprises.

Meanwhile, in the sphere full transition to system "electronic government" introductions and also understanding of the e-government are felt sharp jumps.

Taken measures will promote further ensuring transparency, openness and reliability of activity of government bodies of the power and management will increase efficiency of their interaction with the country's population.

References

1. nc.gov.ua/menu/publications/doc/koncepts_Uzbekistan.doc
2. <http://iite.unesco.org/pics/publications/ru/files/3214639.pdf>

К.К. Абдулхаликова, Ф.Х. Вахитов, Д.И. Кузнецов

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СВЧ ПОДЛОЖЕК, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им.А.Н.Туполева – КАИ)

Аннотация. Разработана новая перспективная технология СВЧ подложек для использования в устройствах высокопроизводительных вычислений. Дорогостоящие поликоровые подложки заменены на сравнительно дешевые кварцевые. Технология изготовления устройств полностью совместима с обычной технологией изготовления СВЧ плат и не требует переналадки технологических процессов производства. Технология патентно защищена.



Annotation. A new perspective technology of microwave substrates for industrial electronics was realized. The very expensive Al_2O_3 -substrates were changed on the rather cheap SiO_2 -substrates. This technology is completely compatible with common microwave technology and do not required the changeover of production.

Современная электроника нуждается в недорогих СВЧ подложках. *Актуальность* проблемы связана с тем, что современные информационные потоки настолько велики, что могут передаваться только с помощью СВЧ и КВЧ технологий, причем объем информации постоянно возрастает, что вынуждает использовать все более высокочастотные устройства. Если использовать стандартные поликоровые СВЧ подложки, то себестоимость устройства будет заведомо неприемлемой. Низкочастотные стеклотекстолитовые подложки дают недопустимый уровень потерь, кроме того, шероховатость поверхности не дает возможность получить хорошую разрешающую способность. Поэтому даже на предприятиях, традиционно работающих с поликором Al_2O_3 , вынуждены переходить на более дешевые подложки из полированного кварца SiO_2 . Оптическая прозрачность и гладкость поверхности таких подложек впечатляет, но именно из-за отсутствие шероховатостей (даже мельчайшие шероховатости убираются химической полировкой плавиковой кислотой HF) возникает *проблема* с адгезией. Пробные образцы, изготовленные по стандартной технологии напыления, имеют столь низкую адгезию, что отрыв проводников происходит даже при обычном прикосновении, что абсолютно неприемлемо.

При решении данной проблемы были заведомо исключены возможности повышения адгезии за счет увеличения площади поверхности искусственно нанесенными шероховатостями, так как это снижает разрешающую способность технологического процесса. Оказалось, что проблема лежит не в физической, а в химической области. На поверхности подложки из-за водородных связей образуется практически мономолекулярный слой из гидроксильных OH -групп и ионов фтора, препятствующих осаждению напыляемого вещества на поверхность подложки. Обычный этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ нежелателен по многим причинам, в том числе не связанных с технологическим процессом, кроме того он не столь химически активен, чтобы разорвать водородные связи гидроксогрупп и очистить поверхность. Предлагается использовать изопропиловый спирт $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3$. Центральное положение OH -группы делает данный спирт более химически активным в реакциях замещения. Естественно, необходима и пассивация для сохранения поверхности перед следующей технологической стадией. Предлагаемый метод пассивации подложек использует в качестве пассивирующего покрытия раствор канифоли в изопропиловом спирте. Данное пассивирующее покрытие стабильно в течении нескольких часов и высоко стабильно к внешним воздействиям, что позволяет использовать его в процессе изготовления вычислительных устройств.

В итоге, удалось перевести технологический процесс вычислительной электроники изготовления СВЧ и КВЧ плат с дорогостоящих поликоровых подложек на сравнительно дешевые кварцевые без существенного изменения



самого технологического процесса и закупки нового дорогостоящего оборудования.

Технология изготовления устройств полностью совместима с обычной технологией изготовления СВЧ плат и не требует переналадки технологических процессов производства. Технология патентно защищена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Предложено новое, патентно чистое технологическое решение перехода технологического процесса промышленной электроники изготовления СВЧ и КВЧ плат с дорогостоящих поликоровых подложен на сравнительно дешевые кварцевые без существенного изменения самого технологического процесса и закупки нового дорогостоящего оборудования.

Технология изготовления устройств полностью совместима с обычной технологией изготовления СВЧ плат и не требует переналадки технологических процессов производства. Технология патентно защищена.

Литература

1. Химия: учебник для 9 класса общеобразовательных учреждений [Текст] /И.И. Новошинский, Н.С. Новашинская. -6- е изд. – М.: ООО « Русское слово- учебник» , 2011. – 256 с.: ил.
2. Химия: учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений [Текст] /И.И. Новошинский, Н.С. Новашинская. -6- е изд. – М.: ООО « Русское слово- учебник» , 2011. – 256 с.: ил.
3. Общая и неорганическая химия [Текст] / проф. А. Г. Кульман. - 5-е изд., перераб. - Москва : Сельхозгиз, 1952. - 424 с. : ил.; 27 см.

О.Г. Анохин, И.В. Ротенштейн

РЕАЛЬНАЯ НАГРУЗКА НА ОБОРУДОВАНИЕ ПРОВАЙДЕРА СВЯЗИ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Доступ в Интернет сегодня упоминается в списках базовых человеческих потребностей. Пользователи проводят в сети значительное время, потребляя всё больше трафика день ото дня. Интернет давно закрепился в бизнесе, транспорте, государственных услугах и проще уже назвать те области, которые обходятся без него, чем перечислить им затронутые. Проведя всероссийский опрос населения, компания «GfK» 26 января 2017 года предоставила доклад, в котором говорится, что 70% людей в возрасте от 16 лет пользуются Интернетом [1]. Другая компания, «J'son & Partners Consulting», в февраля 2016 года в своём исследовании отметила такие тенденции рынка ШПД в России, как увеличение числа тарифов на 100 Мбит/с и более, рост темпов проникновения оптических технологий и широкое разнообразие оконечных пользовательских устройств [2]. Чтобы рассмотреть ситуацию, сложившуюся сегодня у провайдеров связи, можно оценить общий объем трафика через их оборудование.



Такую возможность предоставляет множество прикладных программ, одна из которых носит название Zabbix. Он завоевала свою популярность во многом благодаря двум основным своим качествам: открытый код и бесплатное распространение. Программа предназначена для мониторинга состояния различного оборудования. Путём редактирование логики самой программы и написания некоторых триггеров, администратор получает нужную ему информацию в удобной для себя форме. В том числе, программа позволяет настраивать гибкую систему оповещения о событиях. Например, уведомлять об итогах некоторой запланированной проверки в определённые моменты или сообщать об изменениях только по некоторым критериям. Так, возможно предотвратить явление постоянных уведомлений о чередующихся возвращениях к пороговому критерию (флаппинг) путём написания триггера, определяющего выход из состояния только после достижения более глубокого состояния критерия. С помощью Zabbix был получен график нагрузки на коммутаторы регионального провайдера Самары. Возможность анализировать сам трафик средствами самой программы не предусмотрена, но для изучения сложившейся для регионального провайдера картины нагрузки такое детальное изучение и не требуется. Принцип работы Zabbix поясняется структурной схемой.

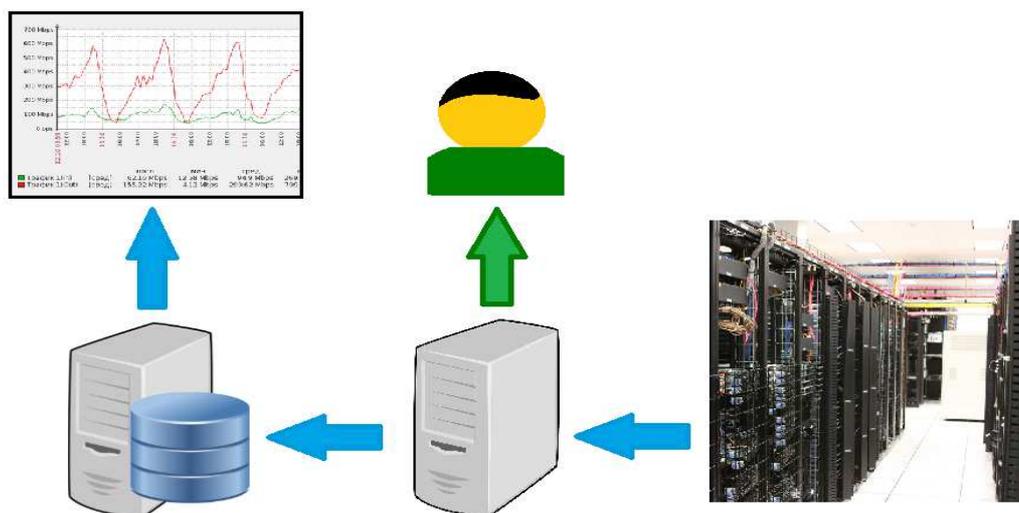


Рис. 1 Структурная схема работы Zabbix

Рассмотрению принадлежит два порта, один из которых (А) принадлежит коммутатору уровня агрегации, а другой (Б) — коммутатору уровня доступа. Суммарный трафик на коммутаторе агрегации собирается практически со всей сети провайдера и отдаётся на маршрутизаторы ядра сети, а коммутатор уровня доступа, в свою очередь, охватывает несколько многоэтажных домов одного жилого комплекса г. Самары.

Для понимания изображенного на графиках следует отметить, что Zabbix собирает весь трафик целиком, в том числе данные от датчиков сигнализации, трафик IP-телефонии и IPTV, а также другую информацию, передаваемую по



фиксированной сети провайдера. Графики получены за октябрь 2016 и январь 2017 года. Наличие двух кривых на каждом из графиков соответствует передаче данных по направлению от провайдера к пользователям и, соответственно, наоборот — от пользователей к провайдеру. При том во втором случае трафик практически всегда меньше, чем в первом. На графиках «Б» можно отметить отчётливые пики в определенные дни и их характерное отсутствие в аналогичные дни другого месяца. Это объясняется активностью конкретных пользователей в течение суток, которая в большей части случайна. При этом на графиках «А», где изображен суммированный трафик с многих коммутаторов доступа, эти пики оказались сглажены групповой статистикой и неразличимы на общем фоне. Кроме того, появляется периодичность ежедневного трафика, минимум которого приходится на 6 часов утра, далее следует постепенное нарастание до 9-10 вечера и спад в ночное время.

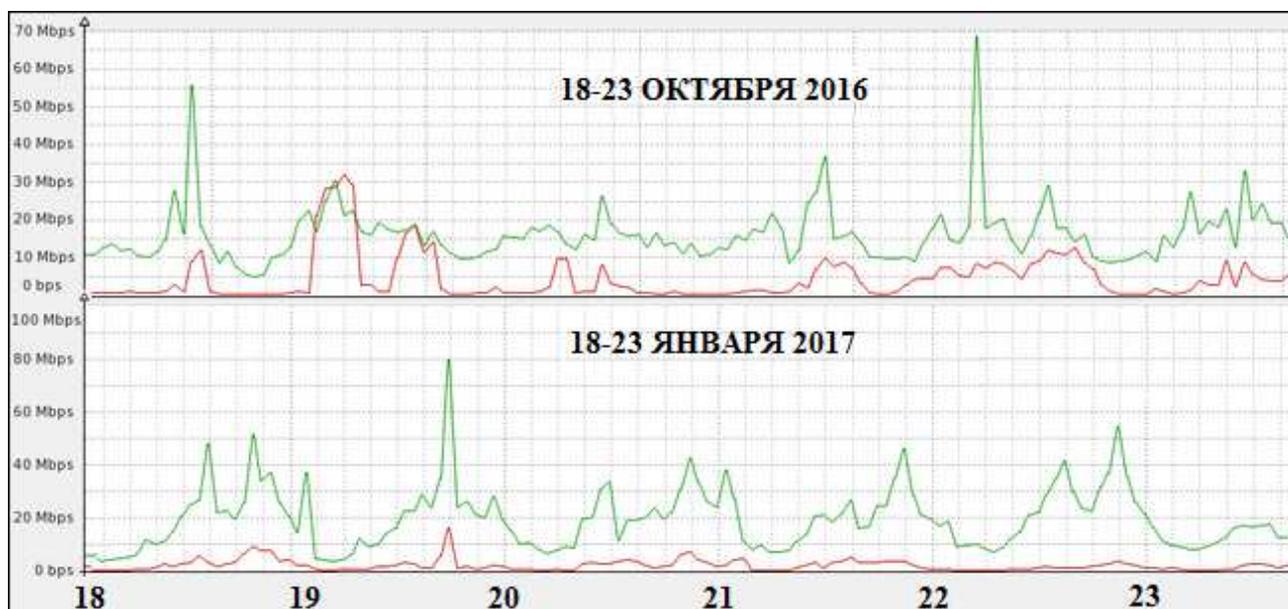


Рис. 2 График нагрузки «Б», уровень доступа

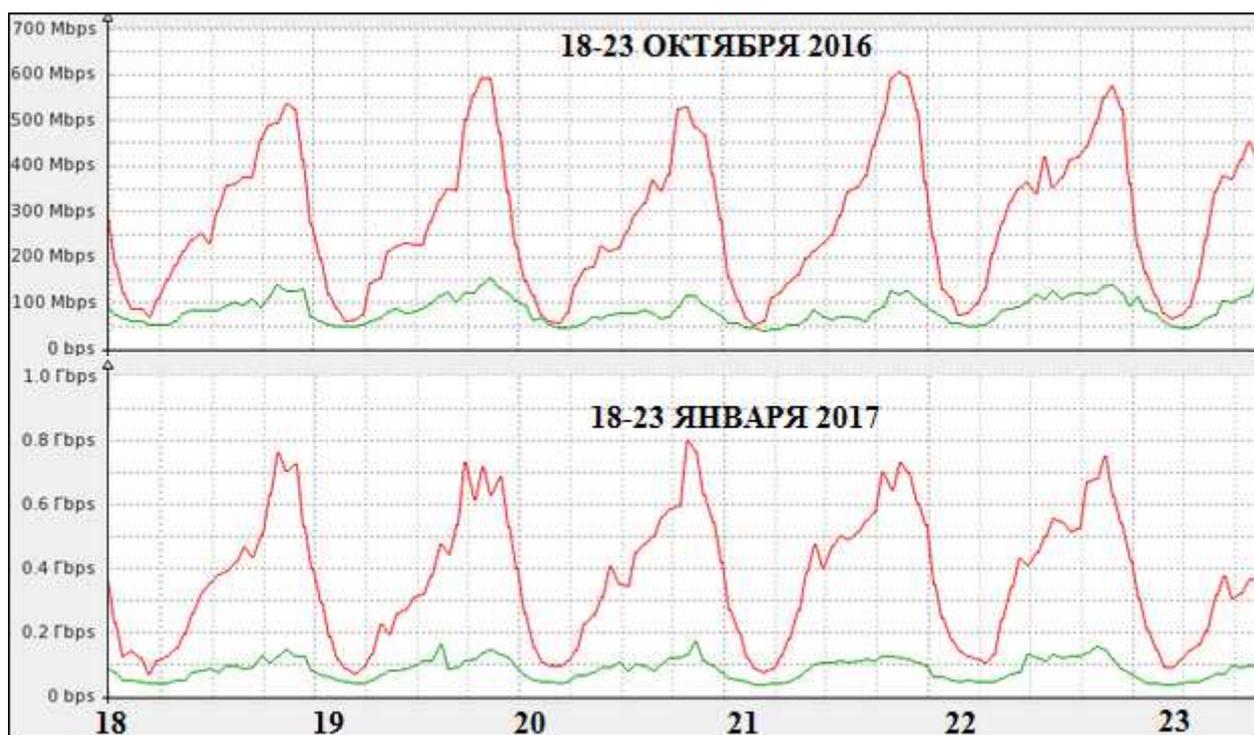


Рис. 3 График нагрузки «А», уровень агрегации

Учитывая действующую на момент рассмотрения сети пропускную способность канала, которая составляет 1 Гбит/с для портов обоих коммутаторов, суммарный объем передаваемой информации в часы наибольшей нагрузки вплотную приближаются к этому значению. Это говорит о том, что современным провайдерам связи в самое ближайшее время предстоит оценивать рентабельность модернизации своего оборудования и более агрессивно конкурировать с другими провайдерами за растущий рынок телекоммуникаций.

Литература

1. Исследование GfK: Тенденция развития Интернет-аудитории в России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://www.gfk.com/fileadmin/user_upload/dyna_content/RU/Documents/Press_Releases/2017/Internet_Usage_Russia_2016.pdf. (14.02.2017)
2. Основные показатели рынка фиксированного ШПД в России. Прогноз развития до 2025 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/osnovnye-pokazateli-rynka-fiksirovannogo-shpd-v-rossii-prognoz-razvitiya-do-2025-goda-20160203113313. (14.02.2017)



Н.Н. Васин, А.А Буцких

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕКТОВ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

На производственных предприятиях сегодня применяются не автоматизированные приборы традиционной конструкции, выпущенные в 60–80-х годах прошлого века. Эти приборы морально устарели и в результате длительной эксплуатации потеряли свои точностные характеристики. Таким образом, существующая потребность в повышении точности и автоматизации контроля геометрических параметров изделий.

Среди средств, позволяющих комплексно оценить качество изделий, выделяются оптико-электронные системы (ОЭС) контроля на базе камер технического зрения (КТЗ). Для контроля 2D геометрии, которая характерна для листовых изделий или осесимметричных деталей, достаточно использование одноканальных пассивных ОЭС с фиксированным положением объекта контроля. Сведения о геометрических параметрах изделий ОЭС получают по изображению изделия. Методика координатных измерений (МКИ) включает в себя стратегию измерения (число точек, их расположения на контролируемых поверхностях и последовательность обхода) и расчетную модель, математически описывающую взаимосвязь координат измеренных точек с определяемыми линейно-угловыми параметрами. При внедрении ОЭС контроля на базе КТЗ в производство повысится технологическая точность производства деталей, произойдет снижение процента брака.

Основным достоинством оптического бесконтактного метода измерения является его высокая точность и технологичность, которая позволяет производить измерение геометрического профиля объекта вне зависимости от температуры их поверхности и ее сложности. Наиболее универсальным является триангуляционный метод измерения геометрического профиля объекта. Данный метод, на практике, позволяет измерять геометрические характеристики поверхности любой сложности [1].

На основе вышеизложенного материала была разработана математическая модель, которая получила программную и аппаратную реализацию.

Аппаратной основой лазерного триангуляционного измерителя является высокоскоростная CMOS матрица с блоком обработки изображения, а также блоком передачи данных потребителю информации. Для получения профиля объекта его поверхность подсвечивается специализированным источником когерентного светового излучения, чаще всего в этой роли выступает лазерный диод с оптической системой развертки. Стоит сказать пару слов о светофильтрах, которые играют немаловажную роль в снижении количества света, достигающего камеры. Действие основано на применении "затемненного" нейтраль-



но стекла, не меняющего тональный рисунок, а лишь уменьшающего световой поток. Его применение связано с необходимостью затемнения сторонних объектов в кадре, что бы дополнительно выделить зону подсветки лазером.

В работе был выбран гибридный метод определения профиля, состоящий из двух методов. Первый метод Интегральный метод или по-другому центр масс, суть которой заключается в вычисление координаты центра тяжести фигуры образованной осью координат и осью интенсивности. Данный метод помогает получить субпиксельную точность. Второй метод пороговая фильтрация изображения с подсвеченной зоной будущего профиля объекта. Он заключается в цифровой фильтрации изображения, в котором пиксели с уровня яркости ниже порога значения фильтрации затемняются. Порог фильтрации зависит от отражающих характеристик поверхности исследуемого объекта. Данный метод избавляет изображение от шумов. В итоге мы получаем изображение черного кадра с ярко выраженной подсвеченной зоной – профилем. Достоинством данных методов является его высокое быстродействие, возможность получать субпиксельную точность, простота реализации. Графическое представление данных методов можно наблюдать на Рис.1.

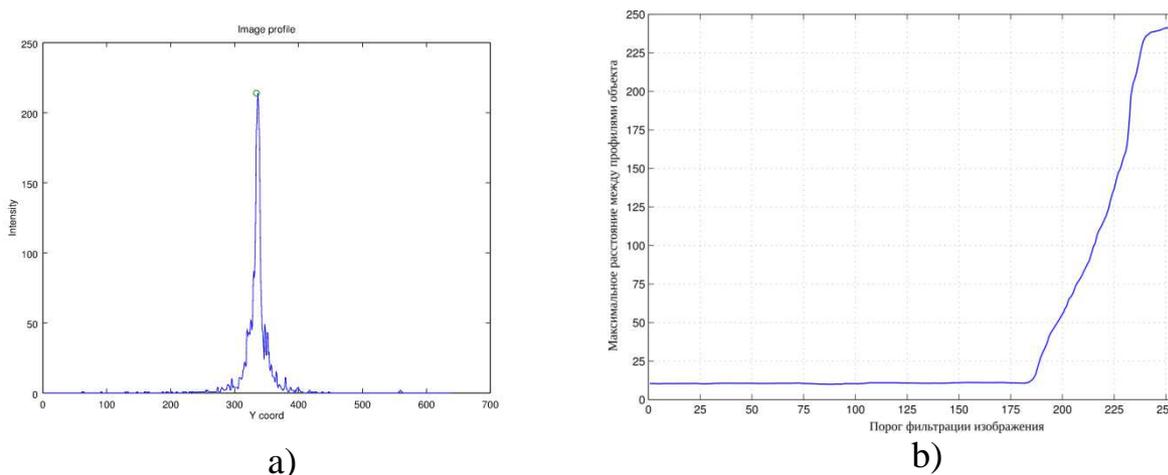


Рис.1- график реализации метода центр масс(a), график метода пороговой фильтрации (b)

После того как получено исходное изображение профиля объекта необходимо провести преобразование видеоизображения профиля в пиксельные координаты. Для этого исходное изображение разбивается на столбцы шириной в один пиксель. Каждый столбец представляет собой профиль изображения, при этом номер столбца представляет собой координату по оси x , а положение максимума видеоимпульса определяет координату z .

Основной проблемой применения когерентного источника является появление интерференционных помех на изображении. Физическую природу данного явления можно объяснить исходя из принципа Гюйгенса. Когерентное излучение с выхода развертывающей системы лазера попадает на объект, отражаясь от которого порождает вторичные когерентные волны, интерференцию которых наблюдаем на видеоматрице. Данный тип искажений является ключевым



для случая лазерной триангуляции, так его невозможно подавить или снизить применением оптических фильтров. Частично с этими искажениями борется цифровая фильтрация[2].

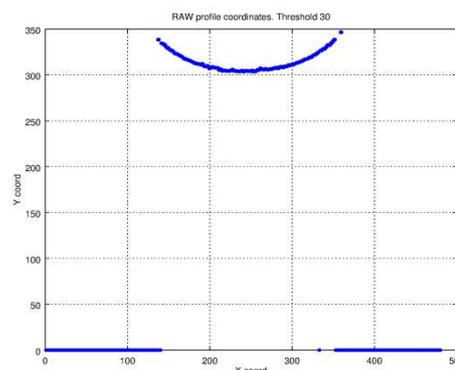
Данные измерения посылаются на сервер обработки измерений, где обрабатываются и в итоге мы получаем параметры геометрии профиля объекта. В ходе эксперимента было произведено многократное преобразование данных. В самом начале информация представляла видеопоток разрешения 640/480 30 кад./с. Для снижения объема видеопоток камера была настроена на черно-белую съемку, тем самым мы получили кадр в серых оттенках. Это позволило снизить размер каждого кадра с 560 кбайт до 270 кбайт. Данный видеопоток отправляется в блок обработки видеоизображения, который может быть реализован как на аппаратной составляющей экспериментальной модели, так и отправляться на сервер обработки.

После проведения фильтраций изображения, в кадре полностью затемняются все области, кроме ярко выраженная подсвеченная зона подсвеченной лазером профиля объекта. Объем данных при этом снижается до 22 кбит. Каждый пиксель имеет свои координаты, поэтому кадр преобразуется от пиксельной формы в координатную. Координатам x и y присваивается размерность. В результате из набора координат получаются точные параметры контроля геометрии профиля объекта, общий объем которых составляет несколько кбайт. Результат обработки можно оценить на Рис.2.

Полученные координаты профиля, выраженные в пикселях, пересчитываются в единицы длины (миллиметры). С этой целью была введена система опорных координат, которая позволяет однозначно идентифицировать профиль в обеих системах координат.



a)



b)

Точность измерений составляет 150 мк, в зависимости от зоны видимости. Для повышения точности планируется использование лазерного модуля с меньшей толщиной лазерной линии, а также ввести алгоритм компенсации оптических искажений объектива.

В результате выполненных теоретических и экспериментальных работ была решена актуальная научно-практическая задача - имеющая важное значение в области автоматизированного контроля геометрических параметров объ-



екта, обеспечения надежности и точности контроля линейных размеров изделий, а также автоматизированных систем мониторинга производства изделий различного рода, сбора и представления результатов контроля. Исследовательская работа по данной теме позволит решить проблему полной автоматизации контроля геометрии объектов на во многих промышленных областях.

Литература

1. Плотников С. В. Сравнение методов обработки сигналов в триангуляционных измерительных системах // Автометрия № 6 1995 с. 58-63.
2. Р.В. Хемминг. Цифровые фильтры. Перевод с английского В.И. Ермишина / Под ред. Профессора А.М. Трахтмана. – М.: Советское Радио, 1980. – 224 с.

Д.В. Веерпалу

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ПОСТРОЕНИЕМ СЕТИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

(Научно-исследовательский институт радио, Москва)

Реализация мероприятий по развитию сети цифрового телерадиовещания (ЦТВ) является сложной научно-технической задачей, для решения которой необходимо реализовать рациональное управление материально-техническими ресурсами в условиях неопределенности. Важной спецификой построения сети ЦТВ как сложной организационно-технической системы является взаимосвязь процессов планирования, мониторинга, уточнения и корректировки целевых показателей мероприятий, их перечня и выделяемых на их реализацию объемов финансирования. Комплексный характер развития сети ЦТВ при относительной автономности отдельных объектов определяет сложность прогнозирования фактического расходования денежных средств. Привлечение множества подрядчиков разной специализации обуславливает необходимость применения современных принципов системного анализа, обработки информации и управления, учитывающих возможности децентрализации и самоорганизации.

Для планирования бюджетов и сроков в этих условиях необходимо учитывать системные связи и закономерности функционирования и развития объектов сети ЦТВ с учетом отраслевых особенностей. Такие проблемы, как существенное опоздание по одному из проектов или недостаточное освоение денежных средств, должны быть заблаговременно идентифицированы и проанализированы с учетом возникающих рисков и тесной взаимосвязи объектов ЦТВ. Такой анализ может быть произведен с использованием современных средств имитационного моделирования. В результате должно быть выработано управленческое воздействие, выражающееся в корректировке объемов выделяемых денежных средств и сроков с учетом специфики объектов сети ЦТВ. Для этого требуется применение современных теорий управления сложными



техническими системами и интеллектуальных программных средств поддержки принятия решений [1 – 3].

Одним из важнейших инструментов структуризации экономики государства, укрепления её конкурентоспособности за счет активизации инновационных процессов в условиях ограниченных ресурсных возможностей, активного воздействия на социально-экономическое развитие регионов России являются федеральные целевые программы (ФЦП). Основное назначение ФЦП заключается в финансовой поддержке и решении системных, крупномасштабных, трудно реализуемых и финансово емких проблем общества.

Федеральные целевые программы являются эффективно действующим инструментом программно-целевого планирования в Российской Федерации. Основными особенностями и достоинствами этого инструмента являются направленность на решение комплексных задач, более длительный горизонт планирования, системный подход к формированию комплекса мероприятий для достижения поставленных целей, наличие возможности оперативной и эффективной корректировки программных мероприятий и др. В последние годы в стране реализованы несколько десятков федеральных целевых программ, направленных на развитие таких сфер как транспортная инфраструктура, жилищно-коммунальный комплекс, социальная инфраструктура, безопасность, развитие регионов и пр. Одной из таких программ является ФЦП «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 - 2018 годы» (далее – Программа).

Основной целью Программы является развитие информационного пространства Российской Федерации, обеспечение населения многоканальным вещанием с гарантированным предоставлением обязательных телерадиоканалов заданного качества и повышение эффективности функционирования телерадиовещания. Особая роль телерадиовещания в экономике и социальной сфере, сетевой характер построения инфраструктуры, циркулярный способ распространения и массовый характер потребления услуг, неразрывность процессов их производства и потребления обуславливают ряд особенностей управления и мониторинга реализации указанной Программы.

Сложный характер реализации Программы, заключающийся в управлении развитием сети ЦТВ (РТПС – радиотелевизионная передающая станция ЦТВ) предполагает необходимость проведения комплекса взаимосогласованных по ресурсам и срокам многоэтапных мероприятий одновременно во многих регионах России, обуславливает наличие множества факторов, неоднородно влияющих на её выполнение в зависимости от региональных особенностей. Так, особенности социально-экономического развития различных регионов, в части уровня благосостояния населения, степени развития инфраструктуры (дорожно-транспортной, магистральной электросвязи, протяженности линий ЭП, газификации и т.д.), оказывают существенное влияние на темпы построения сети ЦТВ.

В связи с тем, что система управления построением РТПС связана с высокой изменчивостью процессов взаимодействия и влияния человеческого фак-



тора на события при реализации мероприятий актуальной научно-технической проблемой является разработка новых моделей и методов рационального управления построением и развитием сети цифрового телерадиовещания в Российской Федерации с применением современных технологий моделирования и интеллектуальной поддержки принятия решений [4 – 6].

В результате анализа применимости современных методов, технологий и средств организационного управления были выявлены критерии управления, позволяющие проводить набор мероприятий для обеспечения достижения индикаторов и показателей результатов построения сети ЦТВ.

Для решения поставленной задачи была предложена информационно-аналитическая система мониторинга (ИАСМ) Программы, которую декомпозиционно можно представить в виде двух взаимосвязанных и взаимообусловленных блоков: информационно-обеспечивающего и функционально-аналитического.

Информационно-обеспечивающий блок включает в себя информационное, техническое и математическое обеспечение. Базовой основой системы мониторинга является *информационное обеспечение* контрольной деятельности, включающее оперативную, плановую, нормативно-справочную информацию, классификаторы технико-экономической информации, системы документации и отчетности (унифицированные и регламентированные формы).

Для реализации разнообразных целей управления используется информация из учетных и внеучетных источников. Однако ведущая роль сохраняется за учетной информацией, так как именно она позволяет наиболее точно оценить реальное состояние управляемых процессов по сравнению с ожидаемым состоянием и принять оптимальное регулирующее воздействие.

Важной составляющей информационно-обеспечивающего блока является его *техническое обеспечение*, которое позволяет обрабатывать различные данные для решения аналитических и управленческих задач мониторинга.

При этом используется программное обеспечение для пакетной обработки статистических данных, а также для создания и анализа массивов данных. *Математическое обеспечение* необходимо для обработки информации в соответствии с поставленными задачами мониторинга, в частности для анализа и прогнозирования показателей и управленческих параметров ФЦП может предусматривать возможность использования различных методов.

Основной задачей **функционально-аналитического блока информационно-аналитической системы** является логическая обработка полученной в процессе мониторинга информации. В рамках данного блока предусмотрено решение совокупности задач, сгруппированных по признаку общности цели. Так, например, к совокупности задач, нацеленных на эффективность мониторинга реализации ФЦП, относятся: формирование массивов отчетных и плановых данных о выполнении Программы; формирование информации о факторах, влияющих на достижение индикаторов и показателей Программы; обоснование и выбор факторов на основе статистического анализа; прогнозирование достижения плановых показателей и индикаторов ФЦП ТРВ; разработка своевремен-



ных предложений по преодолению негативных тенденций реализации Программы и прочие задачи.

Таким образом, в управленческом аспекте функционально-аналитический блок выполняет две основные функции: информационно-образующую (формирование необходимой для управления информации по задачам мониторинга) и обоснования управленческих решений (увязка цели управленческого воздействия с факторами и условиями ее реализации).

Анализ принципов формирования информационных массивов построения показал, что качество информации в системе контроля определяется по таким критериям, как достаточность, достоверность, своевременность, обновляемость, взаимосвязанность, аналитичность. Соблюдение принципов качества информации в значительной степени обеспечивается разработкой жизненного цикла Программы.

Практическая реализация и апробация результатов работы были осуществлены в рамках отчета по научно-исследовательской работе НИИ Радио «Осуществление контроля за реализацией мероприятий федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2018 годы» и мониторинга достижения целевых индикаторов и показателей эффективности реализации программы».

Литература

1. Орлов А. Ю., Иващенко А. В. Организация виртуального сообщества в сети Интернет // Информационные технологии №8, 2008 с. 15 – 19
2. Иващенко А.В. Интервально-корреляционный анализ ритмичности взаимодействия в интегрированной информационной среде предприятия / Системы управления и информационные технологии, 2010, № 1(39) – с. 32 – 36
3. Иващенко А.В. Управление взаимодействием персонала предприятия в многоакторной интегрированной информационной среде / Программные продукты и системы, 2012. – № 3. – с. 18 – 22
4. Веерпалу Д.В. Разработка математического обеспечения информационно-аналитической модели мониторинга реализации ФЦП «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 - 2015 годы» // Труды НИИР, 2015. – № 3. – с. 55 – 61
5. Веерпалу Д.В. Рациональное управление строительством объектов сети цифрового телерадиовещания // Известия Самарского научного центра РАН, т. 18. – № 4(4), 2016. – с. 710 – 714
6. Веерпалу Д.В., Иващенко А.В. Метод рационального управления строительством объектов сети цифрового телерадиовещания // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – № 9. – 2016. – с. 114 – 118



В.Н. Ворожейкин, К.К. Енковский, В.А. Иванова, М.С. Кондратьев

ТЕСТОВЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Актуальной задачей параллельных вычислений является определение показателей эффективности применяемых параллельных алгоритмов: оценка достигаемого ускорения (speedup) $S_p(n)$, получаемая при использовании параллельного алгоритма для p процессоров и сложности задачи n ; эффективность (efficiency) $E_p(n)$ использования параллельным алгоритмом p процессоров (ядер) при решении задачи; стоимость (cost) $C_p(n)$ вычислений, определяемой как произведение времени параллельного решения задачи и числа используемых процессоров и др.[1]. Сложность задачи n часто определяется ее размерностью - числом входных данных.

Показатели эффективности параллельных алгоритмов являются противоречивыми и действия по повышению значений одного из показателей могут привести к ухудшению значения другого показателя. Например, повышение ускорения $S_p(n)$ обычно может быть обеспечено за счет увеличения числа p процессоров, что приводит, как правило, при фиксированной сложности задачи к уменьшению эффективности $E_p(n)$. И, наоборот, повышение эффективности $E_p(n)$ достигается во многих случаях при уменьшении ускорения $S_p(n)$. Уменьшение времени решения задачи в показателе стоимость $C_p(n)$ вычислений при его фиксированном значении приводит к увеличению числа p процессоров.

Кроме того, эффективность параллелизма в значительной мере зависит от того, в какой мере параллельный алгоритм учитывает архитектуру конкретной параллельной ВС.

Например, в параллельных алгоритмах достигнутый уровень параллелизма может оказаться избыточным, когда при проведении практических расчетов количество сформированных потоков превышает число имеющихся вычислительных устройств (процессоров и/или ядер). Также возможна ситуация, когда степень параллелизма недостаточна, что приводит к неэффективному использованию доступных вычислительных элементов.

Таким образом, эффективное применение параллельных алгоритмов в конкретной вычислительной системе основано на выборе некоторого компромиссного сочетания требуемых значений разных показателей эффективности: $S_p(n)$, $E_p(n)$, $C_p(n)$ для определенной размерности n задачи.

Сложность определения такого компромиссного сочетания значений показателей эффективности еще более возрастает при разработке высокопроизводительных вычислительных систем для бортового применения и мобильных приложений, которая производится в условиях жестких ограничений на ресурсы (сложности, энергопотребления, габаритных, весовых параметров и др.).



Из вышесказанного следует актуальность проведения этапа тестирования конкретной вычислительной системы для получения значений показателей эффективности параллельных алгоритмов, реализуемых на ее платформе.

Для решения этой актуальной задачи разработан тестовый программный комплекс для определения показателей эффективности различных параллельных алгоритмов в вычислительных системах.

В составе библиотеки программного комплекса реализованы наиболее популярные базовые последовательные и параллельные обработки алгоритмы сортировки, обработки графов, решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), матричного и матрично-векторного умножения.

Тестовый программный комплекс позволяет:

- настраивать количество используемых вычислительных потоков, а также объемы обрабатываемых данных.
- произвести выбор для моделирования из базы алгоритмов того или иного последовательного или параллельного алгоритмов;
- задать размерность исходных данных: вид и размер матрицы коэффициентов, количество ребер графа, коэффициенты линейных уравнений и т.п.;
- определить времена решения задач;
- исследовать зависимости времени решения задач от размерности и исходных данных, а также от числа используемых процессорных ядер;
- получить сравнительные оценки времени решения, ускорения, эффективности и стоимости для разных видов алгоритмов и др.

Примеры вычисленных программным комплексом показателей эффективности параллельных алгоритмов приведены в табл.1 и табл.2/

В табл.1 и табл.2 приведены обзорные отчеты по тестированию 4-х ядерной вычислительной системы с функцией hyper thread.

В табл.1 приведены измеренные времена выполнения параллельных алгоритмов и полученные ускорения для задач обработки графов, решения систем линейных алгебраических уравнений, сортировки и матрично-векторного умножения для задач разной размерности и использованием 2-х и 4-х поточной обработки с использованием технологии OpenMP.

В табл.2 приведены вычисленные показатели эффективности и стоимости вычислений для тех же параллельных алгоритмов и размерностей задач.

Кроме обзорных отчетов можно провести более глубокое тестирование по определенным видам алгоритмов.

Например, на рисунке 1 - рисунке 4 показан переход на тестирование вычислительной системы для оценки эффективности реализации на ее платформе параллельных алгоритмов решения (СЛАУ).



Таблица 1

Результаты тестовых вычислительных экспериментов

Данные	Алгоритм Флойда (графы)					Алгоритм Прима (графы)				
	Последовательный алгоритм	Параллельный алгоритм				Последовательный алгоритм	Параллельный алгоритм			
		2 потока		4 потока			2 потока		4 потока	
Вершины графа	Время	Время	Ускорение	Время	Ускорение	Время	Время	Ускорение	Время	Ускорение
1000	1,98	1,28	1,55	0,66	3,00	0,0053	0,0028	1,89	0,0016	3,313
2000	15,78	10,01	1,58	5,33	2,96	0,0137	0,0074	1,85	0,0041	3,34
3000	52,39	33,25	1,58	17,43	3,01	0,0307	0,0165	1,86	0,0086	3,57
Линейн. уравн.	Алгоритм Гаусса (линейные алгебр. уравнения)					Метод сопряженных градиентов (линейные алгебр. уравнения)				
1000	3,37	2,48	1,36	1,54	2,19	5,84	1,89	3,09	0,31	18,84
2000	24,26	14,81	1,64	10,56	2,3	69,32	5,15	13,46	4,09	16,95
3000	84,97	84,97	46,53	34,05	2,5	89,65	38,44	2,33	18,65	4,81
Эл-ты	Пузырьковая сортировка					Быстрая сортировка				
50000	2,3419	1,2582	1,86	0,9753	2,4	0,0046	0,0033	1,39	0,0036	1,26
100000	9,5963	5,1173	1,88	3,7639	2,55	0,0123	0,0096	1,28	0,0102	1,2
250000	60,1406	31,5055	1,91	22,313	2,7	0,0199	0,0163	1,22	0,017	1,17
Размерность	Умножения матрицы на вектор при ленточной схеме разделения данных по строкам					Умножения матрицы на вектор при ленточной схеме разделения данных по столбцам				
10000	0,25	0,15	1,65	0,17	1,7	0,25	0,15	1,63	0,13	1,96
30000	2,25	1,42	1,57	0,68	3,3	2,25	1,33	1,69	0,68	3,3
50000	6,3	3,43	1,82	1,8	3,5	6,3	3,27	1,9	1,76	3,56

Таблица 2

Эффективность использования параллельными алгоритмами ядер и стоимость параллельных алгоритмов при использовании 2 и 4 потоков

Количество	Эффективность				Стоимость			
	2 потока		4 потока		2 потока		4 потока	
Вершины графа	алгоритм Флойда	алгоритм Прима						
1000	0,775	0,945	1,5	1,6565	2,56	0,0056	2,64	0,0064
2000	0,79	0,925	1,48	1,67	20,02	0,0148	21,32	0,0164
3000	0,79	0,93	1,505	1,785	66,5	0,033	69,72	0,0344
Линейные уравнения	Алгоритм Гаусса	Метод сопряженных градиентов						
1000	0,68	1,54	0,55	4,71	4,96	3,78	6,16	1,24
2000	0,82	6,73	0,57	4,24	29,62	10,3	42,24	16,36
3000	0,91	1,17	0,62	1,2	93,06	76,88	136,2	74,6
Элементы	Пузырьковая сортировка	Быстрая сортировка						
50000	0,93	0,695	0,6	0,315	2,517	0,0066	3,9012	0,0144
100000	0,94	0,64	0,6375	0,3	10,2346	0,0192	15,0556	0,408
250000	0,955	0,61	0,675	0,2925	63,011	0,0326	89,252	0,068
Размерность матрицы	умножение матрицы на вектор при ЛСРД по строкам	УМНВ при ЛСРД по столбцам	умножение матрицы на вектор при ЛСРД по строкам	УМНВ при ЛСРД по столбцам	умножение матрицы на вектор при ЛСРД по строкам	УМНВ при ЛСРД по столбцам	умножение матрицы на вектор при ЛСРД по строкам	УМНВ при ЛСРД по столбцам
10000	0,815	0,815	0,425	0,49	0,3	0,3	0,68	0,52
30000	0,785	0,845	0,825	0,825	2,84	2,66	2,72	2,72
50000	0,91	0,95	0,875	0,89	6,86	6,54	7,2	7,04

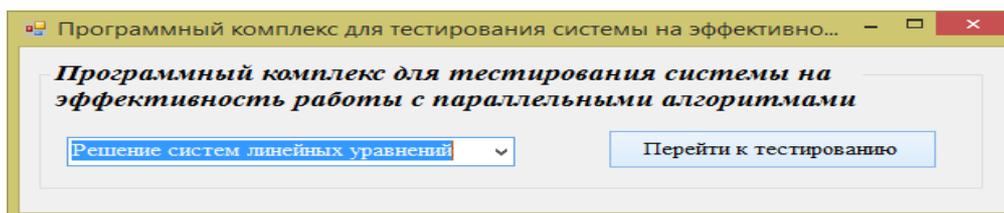


Рисунок 1 - Измерение эффективности параллельных алгоритмов решения СЛАУ

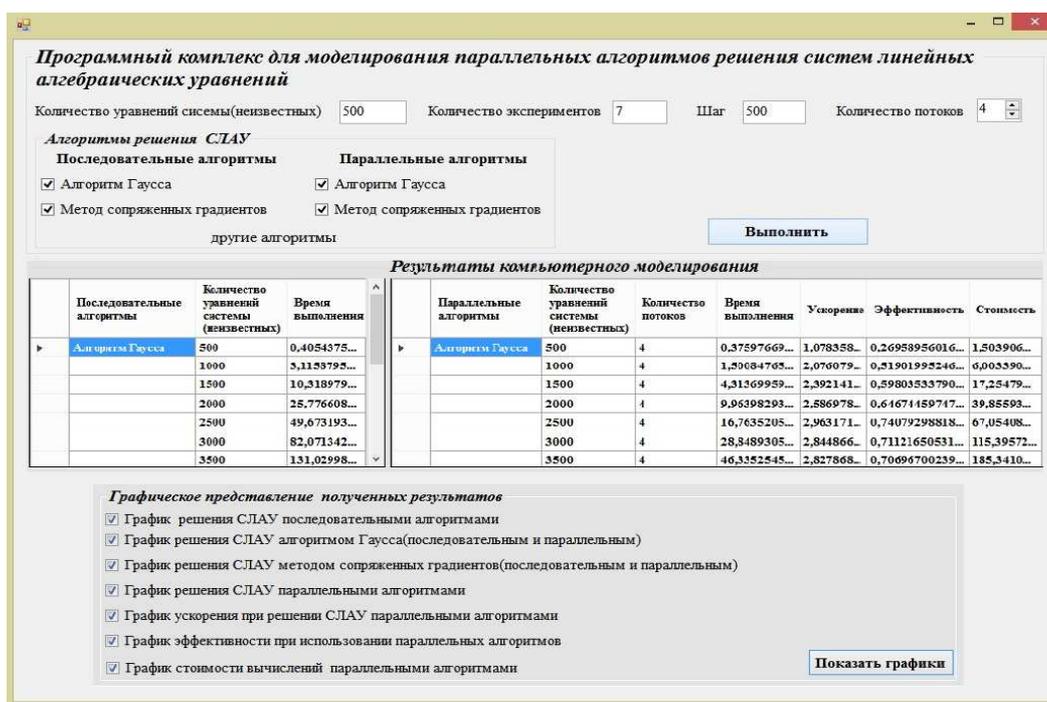


Рисунок 2 - Моделирование параллельных алгоритмов решения СЛАУ

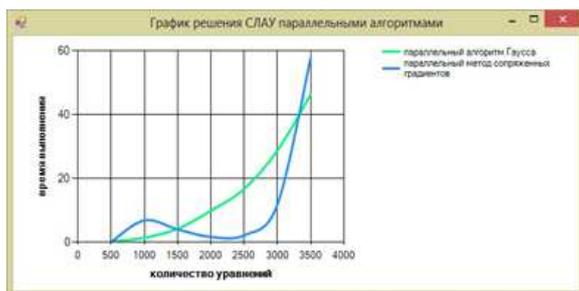


Рисунок 3 – График решения СЛАУ параллельными алгоритмами для задачи анализа входных воздействий на объект

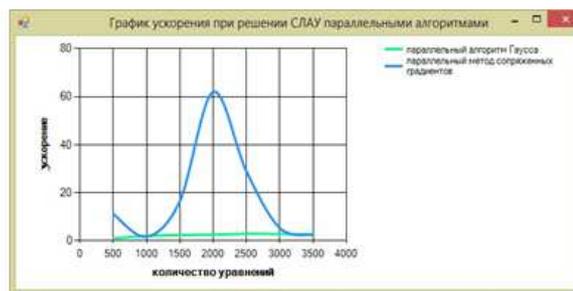


Рисунок 4 – График ускорения при выполнении моделирования параллельных алгоритмов решения СЛАУ, в зависимости от увеличения количества уравнений системы для задачи анализа входных воздействий на объект.

Проведенные на комплексе вычислительные эксперименты позволили разработать программное обеспечение и выбрать оптимальную по соотношению производительность-цена архитектуру вычислительной системы для обработки в реальном времени сигналов системы автоматической локомотивной сигнализации [2], обеспечивающей безопасность движения поездов.



Литература

1. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 423 с.: ил.
2. Засов В.А., Ромкин М.В. Параллельные вычисления в задаче разделения сигналов в многомерных динамических системах //Труды VI международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления, РАСО-2012». – М.: Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, 2012. – С. 96-102.

В.А. Засов, М.С. Мутагаров

МОДЕЛЬ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ В МНОГОМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Задачей идентификации входных сигналов является определение сигналов источников $s_n(k)$, недоступных для прямых измерений, по измеренным в доступных точках сигналам приемников, в которых сигналы представляют собой аддитивную смесь искаженных в процессе передачи сигналов источников.

Для решения этой широко распространенной на практике задачи в работе предлагается модель параллельного вычислительного устройства (ПВУ), реализующего нерекурсивный алгоритм разделения источников сигналов [1].

Разработку ПВУ будем производить на основе модели образования сигналов в физическом объекте, который представим в виде линейной многомерной динамической системы, имеющей N входов и M выходов. Входными сигналами модели являются сигналы $s_n(k)$, $n=1,2,\dots,N$, выходными сигналами $x_m(k)$, $m=1,2,\dots,M$. Входные сигналы – это сигналы, генерируемые различными источниками сигналов, а выходными сигналами этой системы могут являться сигналы различных приемных устройств, например, измерительных преобразователей и т.п. Положим, что каждый из M выходов такой многомерной системы связан со всеми N входами линейными каналами передачи сигналов.

Математическая модель образования сигналов описывается системой уравнений типа дискретной свертки (1), где m - ный наблюдаемый сигнал представляет собой аддитивную смесь искаженных каналами сигналов источников и шума [1], т.е.

$$x_m(k) = \sum_{n=1}^N \sum_{g=0}^{G-1} h_{mn}(g, \mathbf{I}) s_n(k-g) + y_m(k), \quad (1)$$

где $m=1,\dots,M$; $h_{mn}(g)$ - элемент $M \times N$ матрицы $\mathbf{h}(g)$ импульсных характеристик каналов, связывающих источники и приемники сигналов;



$\mathbf{y}(k) = [y_1(k), y_2(k), \dots, y_M(k)]^T$ – вектор шума. В дальнейшем положим, что импульсные характеристики $h_{mn}(g)$ конечны и представляются числом отсчетов G .

Алгоритм и структурная схема ПВУ [2] определяются применяемым в этих устройствах алгоритмом решения системы уравнений типа дискретной свертки с помощью обратной матрицы.

Для случая, когда в модели количество источников равно количеству приемников, т.е. $N=M$, и число отсчетов сигналов приемников равно числу отсчетов импульсных переходных характеристик каналов ($K=G$), в частотной области $\omega = \omega_0, \dots, \omega_{K-1}$ функция ПВУ может описываться K системами линейных алгебраических уравнений вида

$$\begin{pmatrix} \widehat{S}_1(\omega_k) \\ \dots \\ \widehat{S}_n(\omega_k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} W_{11}(\omega_g, \mathbf{I}) \dots W_{1M}(\omega_g, \mathbf{I}) \\ \dots \\ W_{N1}(\omega_g, \mathbf{I}) \dots W_{NM}(\omega_g, \mathbf{I}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1(\omega_k, \mathbf{I}) \\ \dots \\ X_M(\omega_k, \mathbf{I}) \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где $K=G$ и $k = 0, \dots, K-1$, $g = 0, \dots, G-1$, а \mathbf{I} – вектор параметров, определяющий характеристики каналов. В более компактной форме записи систему (2) можно представить в виде

$$\widehat{\mathbf{S}}(\omega_k) = \mathbf{W}(\omega_g, \mathbf{I}) \cdot \mathbf{X}(\omega_k) = \mathbf{H}^{-1}(\omega_g, \mathbf{I}) \cdot \mathbf{X}(\omega_k),$$

где $\widehat{\mathbf{S}}(\omega_k) = [\widehat{S}_1(\omega_k), \dots, \widehat{S}_N(\omega_k)]$ – вычисленное некоторое приближение (образ) вектора источников сигналов для частоты ω_k , состоящий из фурье-образов сигналов источников; $\mathbf{X}(\omega_k) = [X_1(\omega_k), \dots, X_M(\omega_k)]$ – вектор приемников сигналов для частоты ω_k , состоящий из фурье-образов сигналов приемников; индекс $k = 0, \dots, K-1$.

Для практической реализации ПВУ их функцию, задаваемую выражением (2), целесообразно представить в виде более удобном для осуществления потоковой параллельной обработки во временной области.

Для этого элементы разделяющей матрицы $\mathbf{w}(g, \mathbf{I})$ при условии $K=G$ и определенном значении вектора $\mathbf{I} = I$ представим следующим образом:

$$w_{nm}(g, I) = \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} W_{nm}(\omega_g, I) \cdot \exp\left(i \frac{2\pi k \omega_g}{K}\right).$$

Тогда решение системы (1) в виде удобном для осуществления потоковой параллельной обработки представляется следующим образом:

$$\begin{aligned} \widehat{s}_1(k) &= \sum_{m=1}^M \sum_{g=0}^{G-1} w_{1m}(g, I) x_m(k-g) \\ \dots \\ \widehat{s}_N(k) &= \sum_{m=1}^M \sum_{g=0}^{G-1} w_{Nm}(g, I) x_m(k-g) \end{aligned}, \quad (3)$$

где $\widehat{s}_1(k), \dots, \widehat{s}_N(k)$ – вычисленные сигналы, являющиеся некоторыми приближениями – образами – истинных сигналов $s_1(k), \dots, s_N(k)$, в точках их зарождения.



Частотный коэффициент передачи $W_{nm}(\omega_g, I)$, является элементом на пересечении n -ой строки и m -ого столбца спектральной матрицы $\mathbf{W}(\omega_g, \mathbf{I})$, обратной спектральной матрице $\mathbf{H}(\omega_g, \mathbf{I})$, т.е. $\mathbf{W}(\omega_g, \mathbf{I}) = \mathbf{H}^{-1}(\omega_g, \mathbf{I})$ при $M=N$ (или псевдообратной матрицы $\mathbf{W}(\omega_g, \mathbf{I}) = \mathbf{H}^+(\omega_g, \mathbf{I})$ при $M \neq N$).

$$\text{Матрица } \mathbf{H}(\omega_g, \mathbf{I}) = \begin{pmatrix} H_{11}(\omega_g, I) & \dots & H_{1N}(\omega_g, I) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{M1}(\omega_g, I) & \dots & H_{MN}(\omega_g, I) \end{pmatrix} - \text{смешивающая матрица}$$

частотных коэффициентов передачи, элементами которой являются фурье-образы каналов. Структурная схема предлагаемого ПВУ, реализующая выражение (3), приведена на рисунке.

Функциональный процессор (ФП) в ПВУ выполняет собственно разделение сигналов приемников $x_n(k)$. Этот процессор реализует модель, обратную модели образования сигнала, частотный коэффициент передачи которой равен $\mathbf{W}(\omega, \mathbf{I})$ и является матричным эквивалентом (обобщением) частотного коэффициента передачи классического обратного фильтра. ФП имеет однородную структуру, состоящую из перестраиваемых фильтров (ПФ) и блоков суммирования (БС).

Настройка ПФ, число которых равно $N \times M$, осуществляется настроенным процессором (НП). Работа ПФ осуществляется параллельно во времени и независимо друг от друга, что обеспечивает высокие быстродействие и производительность предлагаемой модели ПВУ.

В НП производится вычисление весовых коэффициентов $w_{nm}(g, I)$ ПФ по заданным или измеренным отсчетам импульсных переходных характеристик каналов. Алгоритм вычисления весов $w_{nm}(g, I)$ содержит следующие этапы:

- дискретное преобразование Фурье импульсных переходных характеристик каналов и получение смешивающей спектральной матрицы $\mathbf{H}(\omega, \mathbf{I})$;
- обращение спектральной матрицы $\mathbf{H}(\omega, \mathbf{I})$ и получение разделяющей спектральной матрицы $\mathbf{W}(\omega, \mathbf{I})$;
- обратное преобразование Фурье элементов разделяющей матрицы $\mathbf{W}(\omega, \mathbf{I})$ и получение весовых коэффициентов ПФ, задаваемых матрицей $\mathbf{w}(g, \mathbf{I})$

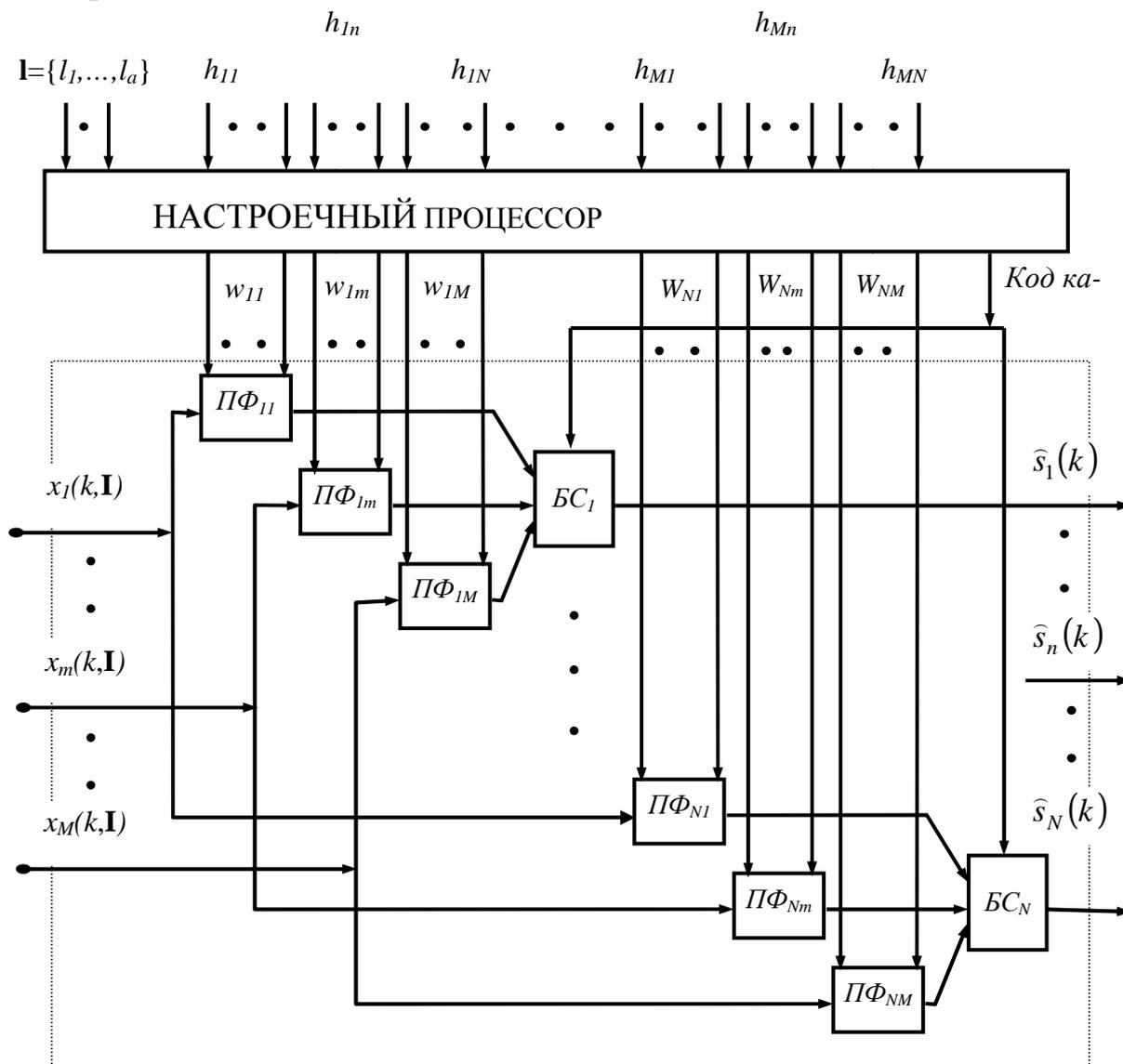
Следует заметить, что существует методы [2], позволяющие осуществлять идентификацию входных сигналов в условиях, когда частотные характеристики каналов неизвестны и только удовлетворяют определенным ограничениям.

Этим ограничениям должны удовлетворять свойства собственно модели образования сигналов, но некоторые из ограничений можно ввести искусственно. Например, ограничить энергетический спектр сигналов источников можно путем включения фильтров низкой частоты на входы ПВУ.

На практике возможны случаи нарушения введенных априори ограничений. Например, плохая обусловленность систем (2) или (3) может получиться, если из-за особенностей модели объекта источники или приёмники сигналов оказываются близко расположенными [3]. Это приводит к почти линейной зави-



симости строк (столбцов) определителя $\det \mathbf{H}$ матрицы частотных коэффициентов передачи и, как следствие, почти вырожденной смешивающей матрице. Подобный эффект особенно проявляется на низких частотах, на которых длины волн весьма велики и соизмеримы с расстояниями между измерительными датчиками (приёмниками сигналов).



Поэтому в условиях априорной неопределенности свойств физического объекта требуется осуществлять анализ, контроль и, в случае необходимости, обеспечивать устойчивость работы ПВУ. Для реализации этих функций в состав настроечного процессора вводятся программные модули анализа, контроля и регуляризации решения[1,3].



Литература

1. Засов В.А., Ромкин М.В. Параллельные вычисления в задаче разделения сигналов в многомерных динамических системах //Труды VI международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления, РАСО-2012». – М.: Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, 2012. – С. 96-102.
2. Cichocki A., Amari S. Adaptive blind signal and image processing: Learning algorithms and applications. - Wiley, 2002.- 555p.
3. Засов В.А, Никоноров Е.Н., Тарабардин М.А. Идентификация входных сигналов в задачах контроля и диагностики динамических объектов //Четвертая международная конференция по проблемам управления (МКПУ-IV): Сб. трудов. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – 2009. - С. 1478-1486.

Д.Н. Карягин, Д.И. Кузнецов

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И НОВОЕ КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н.Туполева – КАИ)

Современные информационные технологии высокопроизводительных вычислений зачастую основаны на параллельных вычислениях. При небольших объемах входного информационного трафика распараллеливание, и, в частности, деление входного сигнала, не вызывает особых затруднений. Но современные потоки настолько велики, что могут передаваться только с помощью СВЧ технологий. Объем информации постоянно возрастает, что вынуждает использовать все более высокочастотные устройства. При этом, если просто разделить входной сигнал на 2 части с помощью низкочастотного тройника, то возникнет несогласованность входных и выходных СВЧ сопротивлений и, как следствие, отражения СВЧ волн, препятствующие нормальной работе системы. При стандартном 50-омном сопротивлении СВЧ тракта коэффициент отражения Γ от входа такого делителя:

$$\Gamma = (Z_{\text{н}} - Z_{\text{г}}) / (Z_{\text{н}} + Z_{\text{г}}) = (25 - 50) / (25 + 50) = -0,333... (!)$$

где общее сопротивление нагрузки $Z_{\text{н}} = 50 // 50 = 25 \Omega$; то есть отражается $0,333^2 = 0,11 = 11\%$ мощности, что недопустимо много (дело не столько в том, что сигнал сильно ослабляется, но, главное, отраженный сигнал, многократно перетражаясь в коммутационной системе, вызывает многочисленные непредсказуемые помехи и сбои в работе информационно-вычислительного оборудования). Следовательно, задача согласованного деления и реализации эффективного и доступного СВЧ делителя является особенно *актуальной* для параллельных вычислений. Кроме того, зачастую информация поступает и через спутни-



ковый канал (например, с окнами прозрачности в области 11-12 ГГц), где приемное оборудование достаточно дорогостоящее, поэтому приходится использовать схемы деления и для информационного трафика (например, на первой промежуточной частоте 1,35 ГГц или выше). Дополнительным требованием является возможность реализации таких устройств не по дорогостоящей специальной СВЧ технологии (с поликоровыми подложками, высокой разрешающей способностью, покрытием из драгоценных металлов), а по обычной технологии изготовления печатных плат (например, с стеклотекстолитовыми подложками).

Одним из самых распространенных широкополосных согласованных СВЧ делителей является либо направленный ответвитель, либо многошлейфный мост. К сожалению, обычный направленный ответвитель не может быть реализован по полосковой технологии, так как при половинном делении зазор боковой электромагнитной связи S становится отрицательным, что технологически нереализуемо. Обычный же многошлейфный мост не только сравнительно узкополосен, но, при попытке расширить рабочую полосу частот за счет увеличения числа шлейфов, имеет слишком узкую, технологически труднореализуемую ширину боковых шлейфов (при числе шлейфов более 2–3).

Поэтому *предложено* новое конструктивное решение на основе направленного ответвителя длиной $k\lambda/4$, где $k=2n+1$ – нечетное число, $k \geq 3$ (например, 3/4-волновой длины). Хотя величина технологически реализуемого зазора боковой электромагнитной связи S естественно недостаточна для половинного деления, то для достижения электромагнитной связи 3 дБ используются навесные шлейфы, состоящие из 2 коротких отрезков микрополосковых линий, соединенных индуктивными перемычками. При этом ширина этих линий достаточна для беспрепятственной технологической реализации не только с использованием специальных технологий, но и при обычном технологическом процессе травления печатных плат, который есть на любом электронном предприятии. Особенностью данного конструктивного решения является экономия площади подложки (печатной платы), поскольку неиспользуемая площадь подложки фактически стремится к нулю. Технологически реализуемые шлейфы расположены достаточно компактно, например, параллельно направленному ответвителю, и, фактически, площадь устройства сравнима с площадью обычного направленного ответвителя.

Конструкция устройства полностью совместима с обычной технологией изготовления печатных плат и не требует переналадки технологических процессов производства. Можно использовать в качестве материала подложки (платы) обычные диэлектрики (например, стеклотекстолит). Конструкция патентно защищена. При использовании в быстродействующих сетях резко улучшается качество работы информационной системы в целом. Согласованность деления, отсутствие переотражений выражается в конечном итоге (для пользователя) в резко уменьшении шумов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Задача согласованного деления и реализации доступного СВЧ делителя является особенно *актуальной* для параллельных вычислений, поскольку несогласованное деление приводит к потерям и к преобразованию в



шумы 11% мощности для каждой точки деления. Предложено новое, патентно-чистое конструктивное решение на основе направленного ответвителя с навесными шлейфами. Топология устройства пригодна для беспрепятственной технологической реализации при относительно невысоких требованиях к разрешающей способности травления печатных плат. Особенностью конструктивного решения является экономия площади подложки (печатной платы), поскольку неиспользуемая площадь подложки фактически стремится к нулю. Конструкция устройства полностью совместима с обычной технологией изготовления печатных плат и не требует переналадки технологических процессов производства. При использовании в быстродействующих информационных сетях резко улучшается качество работы информационной системы в целом; согласованность деления, отсутствие переотражений выражается, в конечном итоге, в резком уменьшении шумов и улучшении качества работы.

В.П. Корячко, Д.А. Перепелкин, В.С. Бышов

ОРГАНИЗАЦИЯ БАЛАНСИРОВКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ КАЧЕСТВА СЕТЕВЫХ СЕРВИСОВ

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

В настоящее время увеличивается количество сетевых устройств, реализующих передачу различных видов данных. Все это меняет вид компьютерных сетей (КС) и ведет к усложнению управления потоками данных и не позволяет обеспечить требуемое качество сетевых сервисов (Quality of Service, QoS). Ответом на кризис КС стало появление принципиально нового подхода к их построению – программно-конфигурируемые сети (ПКС) [1].

В ПКС уровни управления сетью и передачи данных разделяются за счет переноса функций управления (маршрутизаторами, коммутаторами и т. п.) в приложения, работающие на отдельном сервере (контроллере). Благодаря снятию с коммутаторов нагрузки по обработке тракта управления, ПКС позволяет сетевым устройствам направить все свои ресурсы на ускорение перемещения трафика, что существенно повышает производительность и, следовательно, качество обслуживания сетевых сервисов. Для максимизации значений QoS-показателей в настоящее время особое внимание уделяется внедрению и поддержке решений многопутевой стратегии маршрутизации.

Существующие в настоящее время решения многопутевой маршрутизации потоков данных в КС базируются в основном на алгоритме Йена (кратчайших путей) с трудоемкостью расчета оптимальных и резервных маршрутов $O(N^3)$, где N – число коммутаторов ПКС или узлов связи [2]. Для балансировки потоков данных в КС также используют подход перераспределения потоков данных (Traffic Engineering, TE), как расширение алгоритма Йена [3]. В данной работе основное внимание сосредоточено на сравнительном анализе



модуля TE, работающего с маршрутами, вычисленными с помощью алгоритма Йена и балансировки нагрузки, включающую в себя три коэффициента: α , β , γ , дающих больше возможностей управления нагрузкой, и основанной на работе алгоритма парных перестановок маршрутов (АППМ с БН) [4–6].

Математическую модель ПКС (рис. 1) представим в виде неориентированного взвешенного связного графа **Network** = (**Nodes**, **Links**, **Weights**, **Traffics**), где **Nodes** = (**Controllers**, **Switches**, **Hosts**), **Controllers** – множество контроллеров ПКС, $|\mathbf{Controllers}| = C$, **Switches** – множество коммутаторов ПКС, $|\mathbf{Switches}| = N$, **Hosts** – множество хостов или конечных узлов, $|\mathbf{Hosts}| = H$, **Links** – множество каналов связи, $|\mathbf{Links}| = M$, **Weights** – множество весов или метрик каналов связи (стоимость каналов связи, пропускная способность, задержка передачи, процент потери пакетов или композитная метрика), **Traffics** – множество трафиков (пользовательских приложений, служебных данных и т.д.).

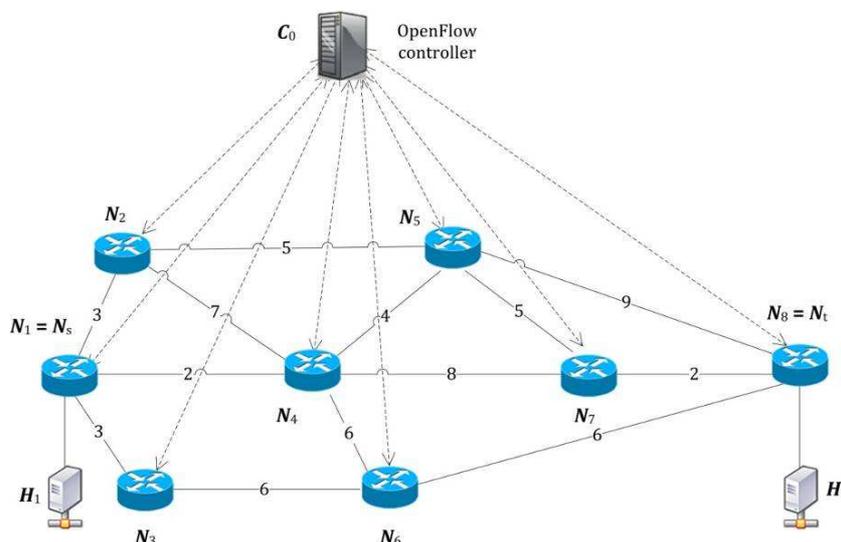


Рис. 1 – Математическая модель ПКС

Для подтверждения правильности и корректности предложенной математической модели разработана система моделирования процессов многопутевой адаптивной маршрутизации и балансировки нагрузки в ПКС. Интерфейс программной системы и окно балансировки нагрузки представлены на рис. 2.

Программный комплекс разработан на языке программирования C# с использованием платформы .NET Framework 4.5. и подходов объектно-ориентированного программирования, что обеспечит гибкость программного обеспечения за счет возможности дополнения программы новыми функциями, позволяющими расширить комплекс решаемых задач. Разработанный программный комплекс позволяет: составлять и удалять модели КС, задавать параметры линий связи (пропускную способность, задержку, процент потери пакетов, стоимость, композитную метрику), выполнять балансировку нагрузки КС по различным QoS-параметрам. Исследования представленных алгоритмов проводились на различных топологиях КС. Сравнительный анализ предложенного алгоритма показал свою эффективность по сравнению с известным модулем TE, основанным на алгоритме Йена (k -кратчайших путей).

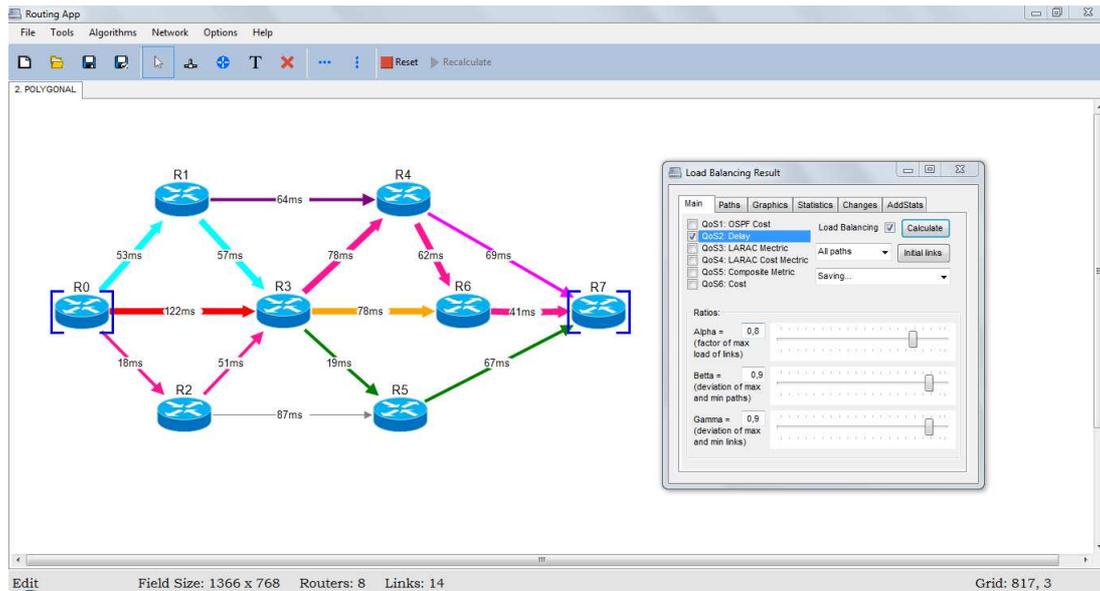


Рис. 2 – Интерфейс программной системы

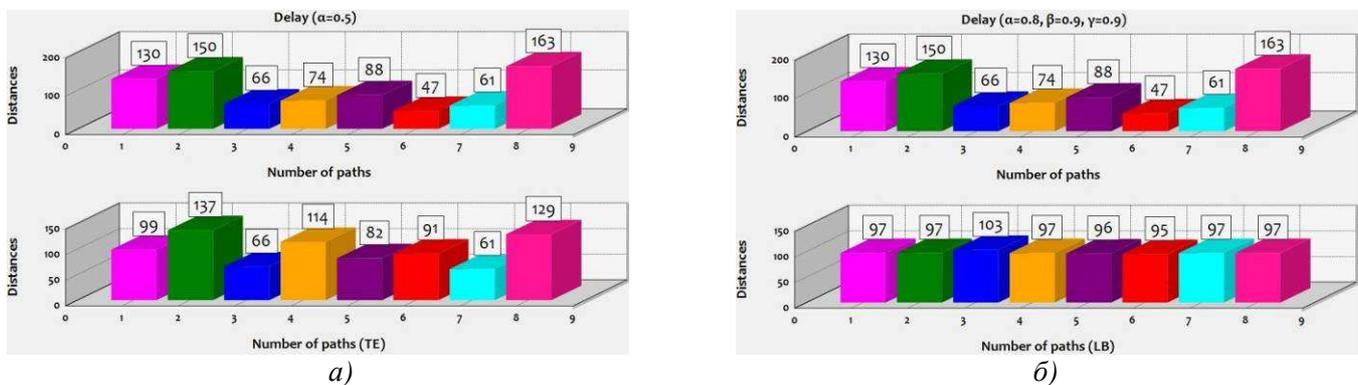


Рис. 3 – QoS 2 (Задержка): а – Алгоритм Йена с модулем ТЕ ($\alpha = 0.5, J = 55\%$), б – АППМ с БН ($\alpha = 0.8, \beta = 0.9, \gamma = 0.9, J = 7\%$).

В таблице представлены основные данные рассматриваемой топологии компьютерной сети и результаты работы алгоритма Йена совместно с модулем ТЕ и алгоритма парных перестановок с балансировкой нагрузки (АППМ с БН) для критерия качества передачи с учетом задержки (QoS 2).

Таблица. Алгоритм Йена с модулем ТЕ и АППМ с БН для QoS 2 (Задержка)

Первоначальная информация топологии $N = 8, M = 14, D = 3, CD = 779;$ $J = 71\%$							Алгоритм Йена с модулем ТЕ				АППМ с БН			
							$\alpha = 0.4;$ $J = 48\%$	$\alpha = 0.5;$ $J = 55\%$	$\alpha = 0.6;$ $J = 58\%$	$\alpha = 0.7;$ $J = 61\%$	$\alpha = 0.7,$ $\beta = 0.7,$ $\gamma = 0.7;$ $J = 19\%$	$\alpha = 0.7,$ $\beta = 0.9,$ $\gamma = 0.9;$ $J = 9\%$	$\alpha = 0.8,$ $\beta = 0.9,$ $\gamma = 0.9;$ $J = 7\%$	$\alpha = 0.8,$ $\beta = 0.7,$ $\gamma = 0.8;$ $J = 16\%$
P	D_s	$I, \%$	AV	SD	MxV	MnV	$D_s / I, \%$	$D_s / I, \%$	$D_s / I, \%$	$D_s / I, \%$				
1	130	8	32,5	28,3	81	11	89 / 13	99 / 11	109 / 10	119 / 9	101 / 12	94 / 13	97 / 13	104 / 12
2	150	7	50	21,3	67	20	127 / 9	137 / 8	147 / 8	150 / 7	104 / 12	104 / 12	97 / 13	90 / 13
3	66	15	22	10,4	36	11	66 / 18	66 / 17	66 / 17	66 / 16	98 / 12	98 / 12	103 / 12	103 / 12
4	74	14	18,5	10,9	35	6	106 / 11	114 / 10	98 / 11	88 / 12	84 / 14	98 / 12	97 / 13	90 / 13
5	88	12	22	19,8	56	6	100 / 12	82 / 14	88 / 13	88 / 12	88 / 14	96 / 13	96 / 13	88 / 14
6	47	22	11,8	4,7	19	6	83 / 14	91 / 12	71 / 16	58 / 18	104 / 12	96 / 13	95 / 13	95 / 13
7	61	17	12,2	4,9	21	6	89 / 13	61 / 18	61 / 18	61 / 18	101 / 12	94 / 13	97 / 13	105 / 12
8	163	6	32,6	30,4	84	6	119 / 10	129 / 9	139 / 8	149 / 7	99 / 12	99 / 12	97 / 13	104 / 12



Топология имеет: N – количество коммутаторов ПКС, M – количество каналов связи ПКС, D – диаметр ПКС, CD – общая дистанция, т.е. общая маршрутная метрика всех доступных маршрутов между маршрутизатором-источником и маршрутизатором-получателем, P – номер маршрута, D_s – длина маршрута, I – доля информации, проходящей через данный маршрут, AV – среднее значение каналов, входящих в маршрут, SD – среднеквадратичное отклонение каналов, входящих в маршрут, MxV – максимальное значение канала в маршруте, MnV – минимальное значение канала в маршруте, J – отклонение значения длины текущего маршрута от длины оптимального маршрута, α – коэффициент балансировки нагрузки, β – отклонение длины минимального маршрута от длины максимального маршрута, γ – отклонение метрики канала, находящегося в минимальном маршруте, от метрики канала, находящегося в максимальном маршруте, которые состоят в отношении парного перехода.

Анализ полученных результатов показывает, что применение АППМ с БН в отличие от классического ТЕ-модуля позволяет балансировать нагрузку не только между смежными интерфейсами, но и проложенными маршрутами за счет контроля над параметрами α , β , γ . С добавлением двух новых коэффициентов (β и γ) появляется дополнительная возможность контроля работы алгоритма: большая часть загруженных каналов и, следовательно, маршрутов в компьютерной сети будут сбалансированы (разгружены), тогда как в случае классического подхода, возможно, будет только уменьшена метрика максимально-загруженного канала в маршруте, а отклонение от длины оптимального маршрута изменится незначительно.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук МК-6016.2016.9 и гранта РФФИ 16-47-620300 p_a.

Литература

1. McKeown N., Anderson T., Balakrishnan H., Parulkar G., Peterson L., Rexford J., Shenker S., Turner J. Openflow: Enabling Innovation in Campus Networks Proc. ACM SIGCOMM Computer Communication Review. 2008. Vol. 38. No. 2, pp. 69-74.
2. Jin Y. Yen, “Finding the k-shortest Loopless Paths in a Network”, Management Science. 17 (11), 1971, pp. 712–716.
3. D. Awduche, A. Chiu, A. Elwalid, I. Widjaja, X. Xiao, RFC3272, “Overview and Principles of Internet Traffic Engineering”, (<http://www.ietf.org/rfc/rfc3272.txt>).
4. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Разработка и исследование математической модели многопутевой адаптивной маршрутизации в сетях связи с балансировкой нагрузки // Электросвязь. 2014. № 12. С. 27–31.
5. Перепелкин Д.А. Концептуальный подход динамического формирования трафика программно-конфигурируемых телекоммуникационных сетей с



балансировкой нагрузки // Информационные технологии. 2015. Т. 21. № 8. С. 602–610.

6. *Перепелкин Д.А., Бышов В.С.* Балансировка потоков данных в программно-конфигурируемых сетях с обеспечением качества обслуживания сетевых сервисов // Радиотехника. 2016. № 11. С. 111–119.

Г.Р. Родионов, О.Н. Долинина

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УЧЁТА АКТИВНОСТИ СОТРУДНИКОВ КОМПАНИИ «ADFOR»

(Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.)

Описанное программное обеспечение предназначено для оценки эффективности трудозатрат при выполнении программных проектов путём контроля и анализа активности сотрудников. Для выполнения такого анализа авторами разработан веб-сервис сбора, хранения и анализа активности сотрудников компании на проектах.

Ключевые слова: трудозатраты, оценка, анализ, программное обеспечение, программный проект.

Каждой организации или учреждению требуется контролировать корпоративные процессы выполнения различных проектов. Однако процесс подобного контроля во многих компаниях и учреждениях как в РФ, так и за рубежом является затратным и неавтоматизированным [1].

В большинстве компаний принята следующая форма учета трудозатрат сотрудников, включающая весьма трудоемкие процессы ручной обработки данных, а именно ежемесячное ведение каждым сотрудником табличных файлов, которые включают в себя учет активности сотрудника при выполнении проектов. Каждый месяц администратор, занимающийся сбором информации об активностях сотрудников, получает заполненные табличные файлы от каждого сотрудника и анализирует, систематизирует их вручную. В результате данный сложный процесс приводит к путанице и несогласованности, а сами данные для контроля представляются в нечитабельном виде. Современные возможности ИТ-инфраструктуры позволяют усовершенствовать и перевести на новый уровень многие процессы, в том числе по оценке и анализу активности сотрудников на проектах [2].

Наиболее распространенным программным решением является Microsoft Project. Данное программное обеспечение является мировым лидером в области оценки и анализа корпоративных процессов. Однако данный продукт обладает некоторыми существенными недостатками, которые ограничивают возможности для полноценного контроля за трудозатратами на проектах.

Отсутствие доступа к программному ресурсу кроме как с рабочей станции, на которой он установлен, является серьёзным ограничением в ИТ-



инфраструктуре современного предприятия. Это значит, что в случае командировок или удалённой работы становится невозможным использование наиболее популярного продукта Microsoft Project.

Ещё одним недостатком в MS Project является отсутствие мобильной версии и версии для платформ кроме Windows. Это существенно сужает географию продукта, в связи с быстро растущей популярностью мобильных платформ, даже в бизнес-секторе [3].

В качестве пилотной компании для решения описанной проблемы учета трудозатрат была выбрана итальянская фирма «Adfor» S.p.A.(г. Милан, Италия), для которой разработано программное обеспечение Rapportino, представляющее собой веб-приложение, которое дает возможность администрации компании осуществлять следующие операции по контролю трудозатрат на проектах:

- просматривать подтвержденные активности, сформированные самими сотрудниками;
- просматривать информацию об активностях сотрудников на конкретных проектах;
- получать настраиваемые отчеты в форматах (.xls и .pdf) по активностям сотрудников и детализированной информации о проектах;
- добавлять, удалять, изменять новых сотрудников, проекты, клиентов и другие сущности;
- управлять функционалом пользователей.

Рядовой сотрудник компании вправе получать доступ к личным активностям и статистике по ним, а также добавлять и подтверждать активности.

В программе предусмотрено три категории пользователей: администрация, сотрудники, менеджеры проектов.

Функции категорий пользователей:

- сотрудники – добавление активностей по проектам, редактирование, удаление, и просмотр их с применением различных фильтров;
- менеджеры проектов – возможность просмотра детализированной информации по проектам;
- администраторы – возможность произведения всех операций с данными в базе данных и генерация отчетов по проектам и активностям сотрудников;

Каждая категория пользователей поддерживается различными уровнями доступа, например, если пользователь является менеджером проекта, то ему доступна статистика проекта и сотрудников, работающих над данным проектом.

На рисунке 1 представлена структурная схема разработанного проекта.

Программное обеспечение состоит из:

1. Сервера приложений
2. Веб-приложения
3. Базы данных

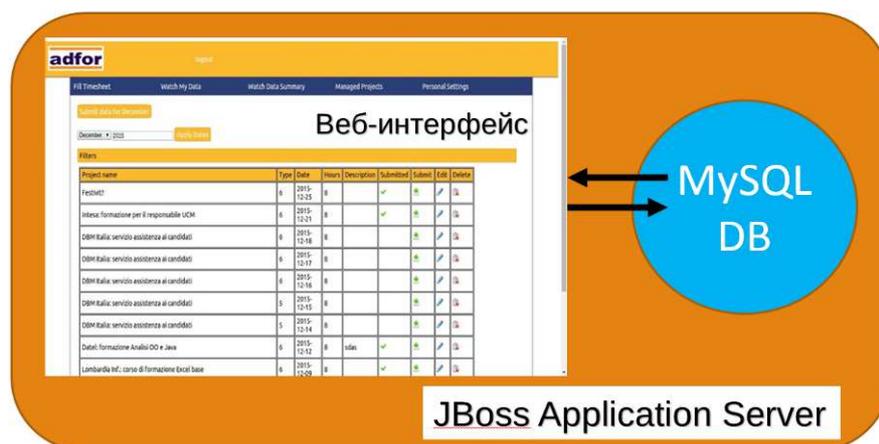


Рис.1. Архитектура продукта

Веб-приложение включает в себя следующие страницы:

- Главная страница с приветственной информацией и помощью;
- Страница "Login" для аутентификации;
- Страница "User" для работы сотрудников с активностями;
- Страница "Manager" для работы менеджеров проектов с детализированной информацией по проектам;
- Страница "Administrator", которая содержит весь функционал управления работоспособностью приложения и создания отчётов.

На рисунке 2 представлена функциональная структура компонентов системы.

На рисунке 3 представлены функциональные возможности ролей в системе, такие как:

- авторизация пользователей посредством логина и пароля, вводимых на странице аутентификации;

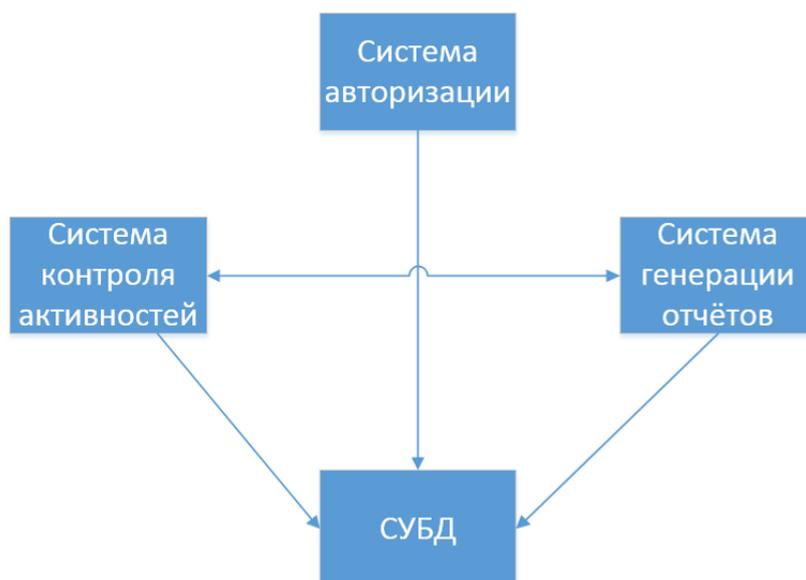


Рис.2 – Архитектура веб-приложения "Rapportino"

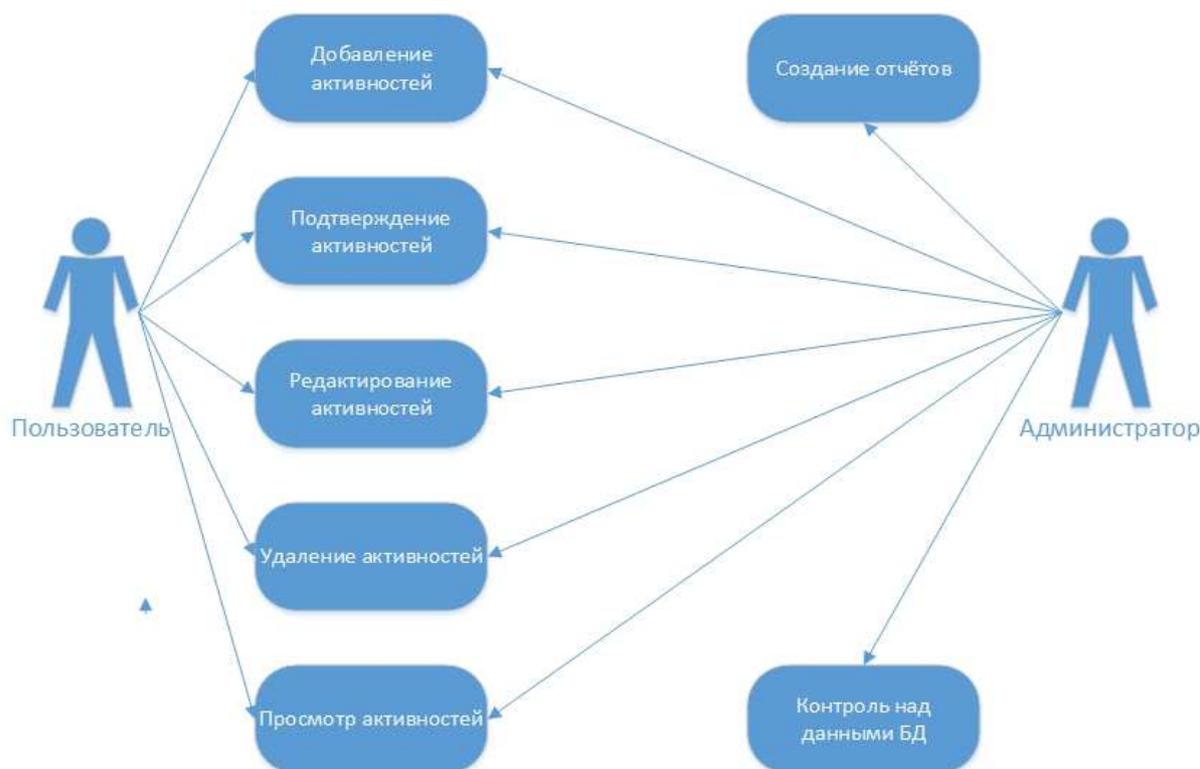


Рис.3 – Use cases или Диаграмма прецедентов для веб-приложения
“Rapportino”

Безопасность доступа к пользовательским данным обеспечивается использованием механизмов аутентификации пользователей с разделением их по ролям: пользователь и администратор.

Обмен данными между системой и браузером пользователя происходит по защищенному каналу с использованием криптографического протокола шифрования SSL или TLS.

Сохранность данных поддерживается средствами используемой СУБД.

Для правильной работы веб-приложения необходимо:

- веб-сервер Apache версии 1.3 и выше;
- СУБД MySQL версии 4.2 и выше.

Для понимания работы системы на рисунке 4 приведена диаграмма декомпозиции, которая описывает один из бизнес-процессов программного обеспечения, а именно процесс добавления сотрудником активностей по проектам за календарный месяц.

Разработанное программное решение *Rapportino* обладает локализацией под мобильные платформы и оптимизирует интерфейс в зависимости от размеров экрана используемого устройства; оно было успешно внедрено в ИТ-инфраструктуру компании «Adfor» S.p.A. в рамках стажировки, проведённой при поддержке Европейского проекта Tempus в сентябре-декабре 2015 года. Также осуществляется поддержка внедрённого программного продукта.

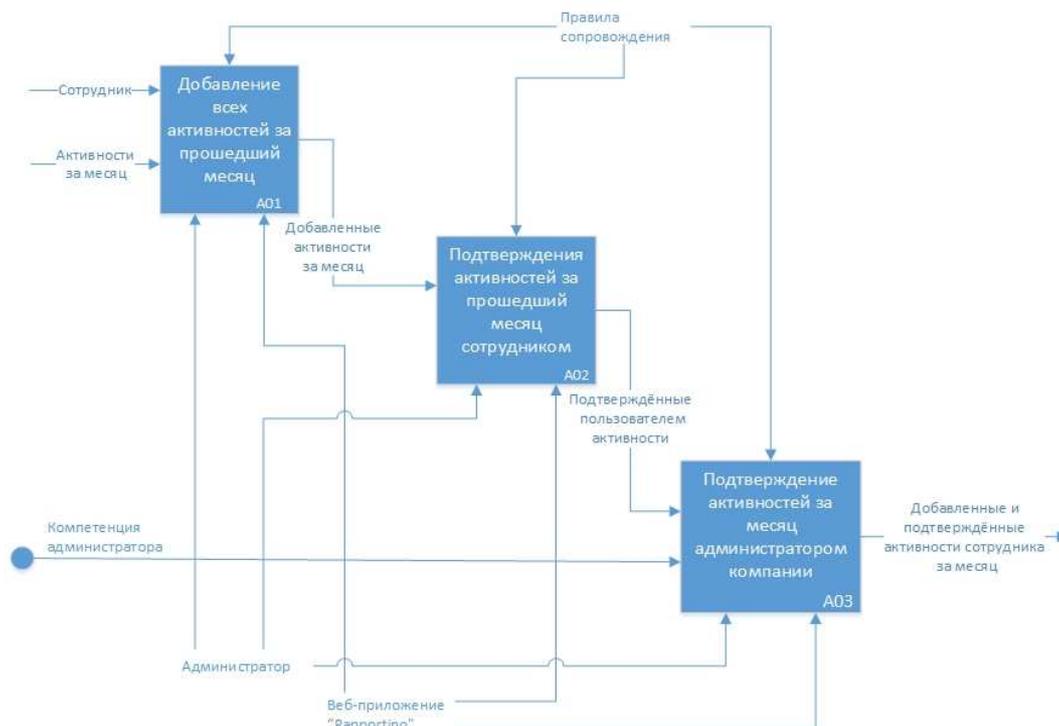


Рис.4 –Диаграмма декомпозиции для веб-приложения “Rapportino”

Литература

1. Долинина О.Н. Информационные технологии в управлении современной организацией: Монография / О.Н. Долинина. - Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2006.
2. Bolshakov A., Dolinina O. N., Perova L., Sytnik A. Combined System for Management of Formation of Competences of Technical University Students // ICEE/ICIT-2013: Proceedings of the Joint International Conference on Engineering Education and Research and International Conference Information Technology, Cape Town, 8 -12 December 2013. 2013. С. 308-315
3. [Mark Corker](http://www.slideshare.net/MarkCorker/top-10-ms-project-problems). Top 10 Microsoft Project Problems [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.slideshare.net/MarkCorker/top-10-ms-project-problems>. – (Дата обращения: 23.01.2017).

И.Д. Семенов, Е.И. Чигарина

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЯРА ПРОВАЙДЕРОВ В СИСТЕМАХ БАЗ ДАННЫХ

(Самарский университет)

В данной работе приведен сравнительный анализ реализаций спецификации Java Persistence Api – набора инструментов, позволяющих решать задачи по задаче объектно-реляционного отображения (преобразования данных, используемых в современном объектно-ориентированном подходе, в информацию, хранящуюся в таблицах реляционных баз данных) [1].



Основными критериями сравнения были выбраны следующие параметры:

- запрос, формируемый к системе управления базой данных (СУБД);
- время выполнения запроса;
- способы выполнения запроса к СУБД (напрямую или с использованием кэширования).

Сравнительный анализ проведен на ПК со следующими характеристиками: ОС Windows 7 64-bit, Intel Core i3-3110M 2,40GHz, версия JDK – 1.8, сервер приложений – Apache Tomcat, в качестве СУБД выбрана PostgreSQL 9.1.3-901.

В качестве объектов исследования использовались наиболее популярные открытые реализации последней версии JPA спецификации: Hibernate (5.2.7.Final), OpenJpa (2.4.2), EclipseLink (2.5.2) [2].

Для проведения анализа была выбрана база данных выставочной деятельности самарского университета, логическая схема которой представлена на рисунке 1.

Для каждого из JPA провайдеров был разработан отдельный модуль, который разворачивался на сервере приложений Tomcat. Для получения результатов перед каждым выполнением запроса производился перезапуск сервера.

В таблице 1 представлены средние временные характеристики добавления разного количества объектов типа Exhibit посредством операции *persist()*.

Таблица 1 – Среднее время добавления объектов типа Exhibit

Провайдер	Количество записей		
	1	1000	100000
EclipseLink	2 мс	27 мс	347 мс
OpenJpa	20 мс	178 мс	1152 мс
Hibernate	12 мс	116 мс	851 мс

Таблица 2 отражает средние результаты выполнения запросов по выборке всех данных указанного типа (количество записей 17500), в таблице 3 приведено среднее время для выборки одной записи с заданным идентификатором.

Из приведенных выше данных видно, что запросы, формируемые к СУБД, имеют практически идентичную структуру, и так как обращение происходит к СУБД напрямую, и время, затраченное на выполнение запроса на стороне СУБД будет одинаковым, то фактором, влияющим на различие во времени, является то, как каждый из JPA провайдеров обрабатывает сущностные классы, используемые для объектно-реляционного отображения.

Важным этапом взаимодействия между уровнем бизнес-логики и уровнем данных в веб-приложении с целью снижения нагрузки на БД является возможность использования системы кэширования. В JPA спецификации выделяют два уровня кэширования (кэш первого уровня, используемый в рамках одной сессии, и кэш второго уровня, применяемый при работе с различными сессиями).

В рамках данного приложения рассмотрено, как использование системы кэширования в JPA провайдерах влияет на время выполнения запросов, рас-



сматриваемых ранее. Для примера было проведено повторное выполнение запросов, результаты которых представлены в таблицах 2 и 3. В данном случае запрос выполнялся без перезапуска сервера (перезапуск осуществлялся только при смене JPA провайдера). В таблице 4 приведены полученные результаты, исходя из которых прослеживается существенная разница между временем, полученным при первом выполнении запроса и последующими (в таблице приведены только первые три результата ввиду того, что последующие выполнения запроса имеют несущественные отличия от времени, полученным на третьей итерации).

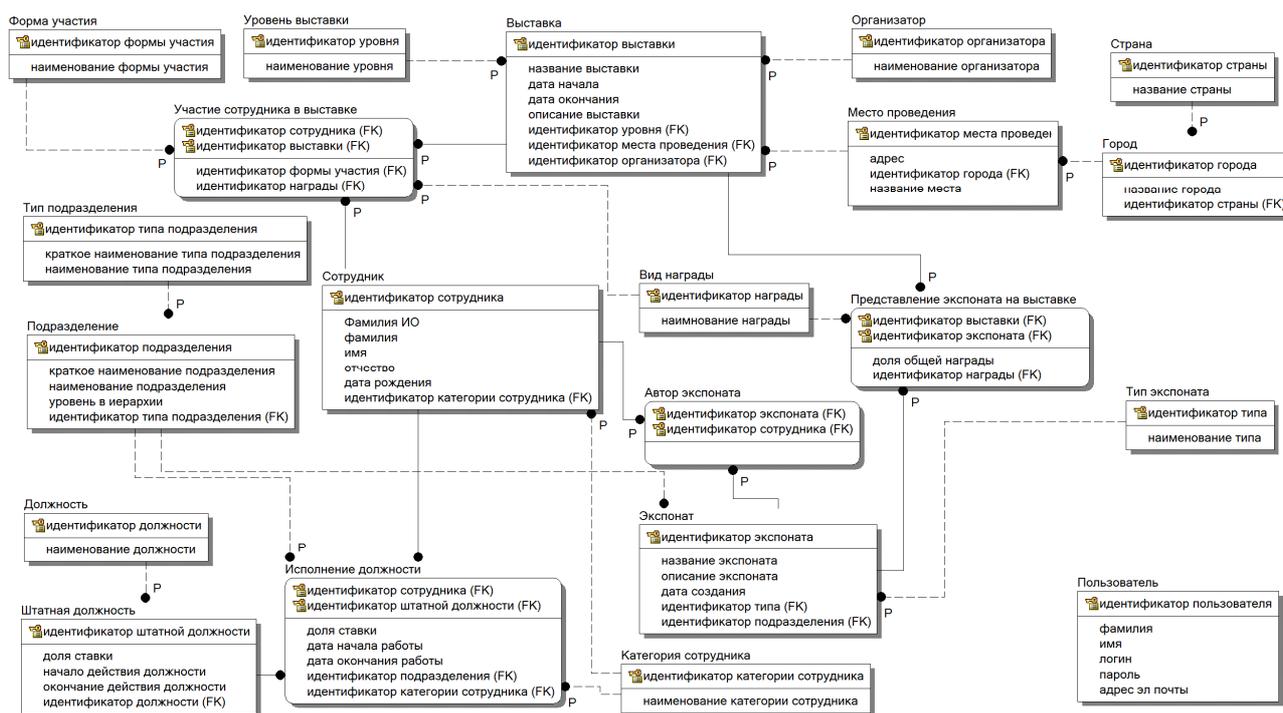


Рисунок 1 – Логическая модель базы данных, используемая для проведения анализа

Таблица 2 – Среднее время выполнения запроса по выборке данных

Провайдер	Время выполнения запроса	Сформированный запрос
Hibernate	3669 мс	select exhibito_.ID as exhibitIDo_, exhibito_.nameo_ as nameo_, exhibito_.creationDate as creationDateo_, exhibito_.description as descriptiono_ from exhibit exhibito_
EclipseLink	3469 мс	SELECT Id, name, creationDate, description FROM exhibit
OpenJpa	5887 мс	SELECT to.Id, to.name, to.creationDate, to.description FROM exhibit to



Таблица 3 – Среднее время выборки отдельной записи

Провайдер	Время выполнения запроса	Сформированный запрос
Hibernate	157 мс	select exhibito_.ID as exhibitIDo_, exhibito_.nameo_ as nameo_, exhibito_.creationDate as creationDateo_, exhibito_.description as descriptiono_ from exhibit exhibito_ where exhibito_.id=?
EclipseLink	521 мс	SELECT Id, name, creationDate, description FROM exhibit WHERE (Id=?)
OpenJpa	1052 мс	SELECT to.Id, to.name, to.creationDate, to.description FROM exhibit to WHERE to.id=? [params=?]

Таблица 4 – Время выполнения запросов с использованием кэширования:

Запрос/номер повторного выполнения	EclipseLink	Hibernate	OpenJpa
Выборка всех записей (1)	3389 мс	3568 мс	5779 мс
Выборка всех записей (2)	506 мс	272 мс	521 мс
Выборка всех записей (3)	440 мс	218 мс	263 мс
Выборка записи по идентификатору (1)	521 мс	156 мс	1050 мс
Выборка записи по идентификатору (2)	1 мс	6 мс	3 мс
Выборка записи по идентификатору (3)	1 мс	3 мс	3 мс

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что из рассмотренных JPA провайдеров лучшие результаты показал Hibernate. Основным преимуществом использования технологии объектно-реляционного отображения является возможность существенно сократить качество кода, требуемого для организации работы между Java-объектами и таблицами реляционных баз данных. Использование JPA спецификации включает в себя такие преимущества как построение графа объектов, загрузка объектов по требованию, система кэширования и т.д.

Далее планируется провести анализ по временным характеристикам при загрузке разного количества объектов из графа объектов, провести более детальное сравнение различных уровней кэширования, используемых в данных провайдерах, а также провести анализ по выбранным критериям с такими СУБД, как MySQL, HSQLDB, Oracle.

Литература

1. Introduction to Java Persistence Api [Электронный ресурс]. – <https://docs.oracle.com/javaee/6/tutorial/doc/bnbpz.html>



2. EclipseLink Developer Guide [Электронный ресурс]. –
<https://www.eclipse.org/eclipselink/releases/2.6.php>.

А.А. Столбова, С.В. Востокин, С.Н. Попов

ВЫЧИСЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НА КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

В настоящее время для анализа сигналов широко используется вейвлет-преобразование [1]:

$$W_{\psi}(a_i, b_j) = \frac{1}{\sqrt{a_i}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi\left(\frac{t-b_j}{a_i}\right) dt,$$

где $f(t)$ – случайный процесс, $\psi(t)$ – выбранный анализирующий вейвлет, $a \neq 0$ – параметр масштаба, $b \geq 0$ – параметр сдвига.

Одной из прикладных задач вейвлет-преобразования является анализ акустических сигналов при тестировании деталей на прочность. Часто такие сигналы имеют большой объем и, следовательно, решение данной задачи при помощи непрерывного вейвлет-преобразования занимает много времени.

Целью данной работы является демонстрация возможностей применения высокопроизводительных вычислений на кластерных системах для уменьшения времени проведения вычислительных экспериментов вейвлет-анализа сигналов.

Для проведения вычислительных экспериментов был выбран базовый вейвлет Гаусса 8 порядка [2, 3]:

$$\psi(\tau) = (\tau^8 - 28\tau^6 + 210\tau^4 - 420\tau^2 + 105) \exp\left(-\frac{\tau^2}{2}\right),$$

где $\tau = \frac{t-b}{a}$.

В качестве анализируемого сигнала использовался акустический сигнал с интервалом дискретизации $\Delta t = 5 \cdot 10^{-7}$ и числом отсчетов $N = 1500000$.

Для распараллеливания использовалась технология OpenMP [4], предназначенная для вычислительных систем с общей памятью. Для того чтобы получить параллельную версию программы, необходимо определить ресурс её параллелизма, то есть найти в ней участки, которые могут выполняться независимо. Структура численного метода, реализующего непрерывное вейвлет-преобразование такова, что он имеет большой ресурс параллелизма. Каждый отсчет функции W_{ψ} может вычисляться независимо и одновременно с другими отсчетами. Данное свойство позволило легко преобразовать исходный последовательный алгоритм в параллельный, выделив в нем параллельно выполняющиеся циклы с использованием директив *parallel* и *for* OpenMP.



Вычислительные эксперименты проводились на кластере «Сергей Королёв» с использованием системы TempletWeb [5]. В системе автоматизированы процессы запуска и мониторинга заданий, имеется возможность совместного редактирования кода и данных, а также визуализации результатов экспериментов. Для оценки эффективности распараллеливания полученная программа запускалась на четырёх типах узлов кластера «Сергей Королёв», отличающихся производительностью и количеством вычислительных ядер. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Ускорение в параллельном алгоритме вейвлет-преобразования для разных типов узлов кластера «Сергей Королёв»

Количество процессов на узел	Время выполнения последовательной программы, с	Время выполнения параллельной программы, с	Ускорение
8	5508	731	7,53
12	5294	460	11,51
16	4146	267	15,53
20	3576	184	19,43

Результаты экспериментов позволяют сделать следующие выводы. Полученное ускорение практически совпадает с количеством процессов на узел, что говорит об эффективном распараллеливании программы вейвлет-преобразования. Отношение времени выполнения последовательной программы на маломощном процессоре кластера, аналогичном процессорам современных настольных систем, ко времени выполнения параллельной программы на наиболее производительном узле равно 29,93. Это говорит о том, что применение высокопроизводительной техники реализации непрерывного вейвлет-преобразования является обоснованным и необходимым, так как позволяет получить значительное уменьшение времени счета. Имеющиеся технические средства позволяют значительно снизить трудоёмкость организации вычислительных экспериментов.

Выражаем благодарность за предоставленные данные лаборатории спектрального анализа Испытательного центра Тольяттинского государственного университета.

Литература

1. Витязев, В.В. Вейвлет-анализ временных рядов: учебное пособие / В.В. Витязев. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001. – 58 с.
2. Яковлев, А.Н. Введение в вейвлет-преобразования: Учеб. Пособие / А.Н. Яковлев. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2003. – 104 с.



3. Прохоров, С.А. Паттерновое проектирование при создании комплекса программ для проведения вейвлет-анализа / С.А. Прохоров, А.А. Столбова // Известия СИЦ РАН. – Самара, 2015. – т. 17, № 2(5). – С. 1092-1096.

4. OpenMP [Электронный ресурс] // OpenMP Homepage. – Режим доступа: <http://www.openmp.org>.

5. Артамонов, Ю.С. Инструментальное программное обеспечение для разработки и поддержки исполнения приложений научных вычислений в кластерных системах / Ю.С. Артамонов, С.В. Востокин // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки, 19:4 (2015), 785–798.

М.В. Терёхин, Е.И. Чигарина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИЙ РАНЖИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

(Самарский университет)

В системах баз данных одной из основных задач является задача сокращения времени выполнения запросов при работе с данными с использованием минимального объема памяти, то есть задача эффективного выполнения запросов. В данной работе выполнен анализ эффективности реализации запросов с использованием функций ранжирования по сравнению с традиционными запросами без них.

Функции ранжирования возвращают ранг каждой записи внутри «окна». В общем случае рангом является число, отражающее положение или «вес» записи относительно других записей в том же наборе. Формируется «окно» с помощью группировки. Однако, поскольку результат работы функций ранжирования зависит от порядка обработки записей, то обязательно должен быть указан порядок записей внутри «окна» посредством конструкции ORDER BY. Функции ранжирования являются недетерминированными, то есть при одних и тех же входных значениях они могут возвращать разный результат [1].

Существует четыре функции ранжирования:

- ROW_NUMBER() – функция, выполняющая нумерацию записей в указанном порядке внутри «окна»;
- RANK() – функция, раздающая такие номера записям, что если встретятся несколько записей с одинаковым значением, то этим записям будет присвоен одинаковый ранг. Следующая запись с новым значением получит такой ранг, как будто бы предыдущие записи получили свой уникальный номер, то есть образуется пропуск в нумерации;
- DENSE_RANK() – функция, такая же, что и RANK(), но без пропусков ранга;
- NTILE() – функция, разделяющая записи на указанное количество групп.

Общая структура функций ранжирования имеет вид:

ФУНКЦИЯ_РАНЖИРОВАНИЯ ()



OVER ([PARTITION BY столбец1,...] ORDER_BY столбец1,...)

Раздел PARTITION BY делит результирующий набор на секции, к которым применяется функция ранжирования, и определяет столбцы, по которым секционируется результирующий набор. Если PARTITION BY не указан, функция обрабатывает все строки результирующего набора запроса как одну группу. Раздел ORDER BY определяет сортировку в пределах указанной секции.

Для выполнения анализа использования функций ранжирования в запросах определен перечень параметров, влияющих на их использование. К таким параметрам относятся:

- время выполнения запроса;
- структура данных.

Альтернативой использования оконных функций могут выступать запросы, использующие самосоединение, вложенные запросы, курсоры, а также хранимые процедуры, функции, реализующие действия оконных функций.

В качестве СУБД для анализа работы функций использована СУБД MS SQL Server, имеющая встроенное приложение SQL Server Profiler, с помощью которого можно выполнить трассировку запроса.

Для выполнения анализа использована таблица «Студент», имеющая следующую структуру:

Имя столбца	Тип данных	Назначение
ID_record_book	bigint	№ зачетной книжки студента
FIO	varchar(max)	ФИО студента
Date_of_born	datetime	Дата рождения
ID_group	int	№ группы
Specialty	varchar(max)	Специальность
Stipend	money	Стипендия
Average_performance_score	real	Средний балл успеваемости

Рассмотрены варианты заполнения таблицы по 1000, 10000 и 100000 записей.

В работе составлены группы запросов и альтернативы к ним по следующей методике:

- первая группа запросов не использует предложение для секционирования PARTITION BY. Запросы отличаются столбцом сортировки в предложении ORDER BY. Используются столбцы ID_group, Specialty и year(Date_of_born) (от даты берется только год);
- вторая группа запросов использует предложение для секционирования PARTITION BY. Секционирование происходит по столбцам ID_group, Specialty и year(Date_of_born) (от даты берется только год). Сортировка ORDER BY не меняется и происходит по столбцу Stipend постоянно.

Разные столбцы используются для анализа влияния типа данных столбцов на время выполнения запросов.

После составления запросов, были проведены замеры их времени выполнения. На каждый запрос 10 попыток. Затем вычислено среднее значение вре-



мени выполнения для каждого варианта запроса. Поскольку MS SQL Server строит перед выполнением запроса его план для ускорения последующих похожих запросов, для чистоты эксперимента необходимо очищать кэш и план запросов перед каждым замером.

Для функции ROW_NUMBER() без секционирования альтернативным вариантом является использование временной таблицы. Альтернатива имеет более трудоемкую реализацию, что может оказаться неудобным для программиста. Единственная возможная альтернативная реализация запроса с секционированием PARTITION BY становится еще более трудоемкой и громоздкой, поскольку заменой такого запроса может быть только курсор. Кроме того, среднее время выполнения такого запроса в 1000 раз больше, чем среднее время выполнения запроса с функцией ранжирования, и составляет около 58 секунд, и это для таблицы с числом записей 1000. Поэтому производить замеры выполнения такого запроса для таблицы с еще большим числом записей не имеет смысла.

В результате измерений была составлена сводная таблица со средними значениями времени выполнения запросов с использованием функций ранжирования и альтернативных вариантов. В этой и последующих таблицах указаны типы данных столбца, по которому выполнялась сортировка данных для запросов без секционирования, и тип данных столбца, по которому выполнялось секционирование, для соответствующих случаев. Время указано в миллисекундах.

Число зап.	Без секционирования						С секционированием					
	int		varchar(max)		datetime(year)		int		varchar(max)		datetime(year)	
	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт
1'000	57	70,7	69,3	73,8	55,3	59,5	55,6	58763	61,8	57846	51,1	66247,3
10'000	132,6	168,2	240,6	281,8	126,7	161,9	129,2	326389	235,8	-	130,7	-
100'000	1495,6	2305,6	2392,3	3298,7	1480,3	2469,5	1512,5	-	2513,4	-	1533	-

Как видно из таблицы, для запросов без секционирования преимущество во времени выполнения запроса функций ранжирования становится заметным при увеличении числа записей. Для запросов с секционированием, поскольку альтернативой является только курсор, ясно, что функции ранжирования определенно выигрывают.

Функцию RANK() можно заменить используя вложенный запрос.

Число зап.	Без секционирования						С секционированием					
	int		varchar(max)		datetime(year)		int		varchar(max)		datetime(year)	
	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт
1'000	61,1	67,3	68,4	71,6	60,6	179,2	61,1	65	72,2	83,4	60,7	133,9
10'000	136,1	160,3	228,4	270,4	135,8	3028,3	131,3	172,1	247,6	353,5	141,6	5244,5
100'000	1499,2	1665,7	2238,1	2810,6	1475,2	30842,8	1587,3	1712,2	2528,8	3712	1551	80542,4

По данным из таблицы можно сделать вывод, что с увеличением числа записей в таблице, использование функции ранжирования позволяет сократить время выполнения запроса.



Для функции DENSE_RANK() были получены данные:

Число зап.	Без секционирования						С секционированием					
	int		varchar(max)		datetime(year)		int		varchar(max)		datetime(year)	
	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт
1'000	61,5	65,3	63,2	85,2	59,8	307,4	64,1	68,5	69,5	85	62,8	191,4
10'000	137,1	151,2	237,1	310,5	131,6	4599,1	137,7	180	243,9	404,3	141,1	8470,8
100'000	1467,2	1639,3	2423,1	3152,5	1509,7	46686,3	1506,7	1728,5	2525	4133,7	1524,2	236362,9

Из таблицы видно, что с увеличением числа записей в таблице выгоднее использовать функцию ранжирования, а не вложенный запрос.

Функция NTILE() имеет особенность, что ее можно выразить через функцию ROW_NUMBER() с помощью формулы:

$$NTILE(n) = (n * (ROW_NUMBER() - 1) / count(*)) + 1.$$

В результате замеров этой функции и ее альтернатив были получены данные:

Число зап.	Без секционирования						С секционированием					
	int		varchar(max)		datetime(year)		int		varchar(max)		datetime(year)	
	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт	ФР	Альт
1'000	67,5	71,7	71,6	67	66,6	68,7	61,2	71491,6	76,2	72424	61	71853,3
10'000	161,9	152,6	251,3	246,5	160,2	156,9	161,8	-	281,8	-	161,5	-
100'000	1722,6	1652,6	2570,9	2492,9	1780,5	1698,3	1738,6	-	2917,8	-	1748,9	-

В случае запроса без секционирования наблюдается преимущество альтернативного запроса, хоть и незначительное. Курсор будет выполняться быстрее функции ранжирования на всех рассмотренных типах данных, если секционирование не используется. Тем не менее, реализация альтернативного запроса без функции ранжирования является более трудоемкой для программиста.

Таким образом, исходя из произведенного исследования, можно сделать вывод о том, что использование функций ранжирования в системах реляционных баз данных позволяет сократить время выполнения запросов, а также текст запроса. Исключением является функция NTILE() без секционирования данных, для которой запрос без функции ранжирования является более производительным.

Литература

1. MS SQL 2005: оконные функции. Еще одно расширение T-SQL [Электронный ресурс]. – <http://rdsn.ru/?article/db/WindowFunctions.xml>

Д.А. Царёв, С.В. Востокин

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СКЕЛЕТНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ «СЕРГЕЙ КОРОЛЁВ»

(Самарский университет)

Задачи для высокопроизводительных вычислений на кластерных системах и суперкомпьютерах можно разделить на две категории. К первой категории относятся задачи математического моделирования, решаемые с помощью



специализированных программных пакетов. Например, моделирование в области механики твердого и жидкого тела на кластере «Сергей Королёв» выполняется на пакетах ANSYS, LS-DYNA, DEFORM. Перечисленные пакеты не требуют от пользователя программирования вычислительных алгоритмов, нужны только подготовка входных данных задач, управление развертыванием готовых программ и интерпретация результатов вычислений.

В тоже время существует большая категория задач моделирования, связанная с программированием численных моделей. В эту категорию попадают задачи из быстро развивающихся научных направлений: интеллектуального анализа данных, нейроинформатики, нелинейной динамики, компьютерной оптики и др. Здесь самостоятельная разработка программной реализации численного метода часто обусловлена новизной используемого алгоритма или объекта моделирования. Однако, в силу сложностей, связанных с организацией вычислений, исследователи часто отказываются от использования высокопроизводительных вычислительных систем и ограничиваются экспериментами на персональных рабочих станциях. Это приводит к увеличению времени проведения вычислительных экспериментов. В худшем случае, отказ от использования высокопроизводительной техники сказывается на качестве получаемых результатов. Например, сужение параметрического пространства ради сокращения времени вычислений может привести к пропуску существенных эффектов и, как следствие, неправильным выводам о свойствах моделируемого объекта. Исследования и разработки, выполняемые в рамках проекта Templet (<http://templet.ssau.ru>), направлены на решение актуальных задач автоматизации моделирования на основе вновь разрабатываемых программных реализаций математических моделей, исполняемых на суперкомпьютерных и кластерных системах.

В работе [1] предложено решение проблемы предоставления доступа по требованию к кластеру «Сергей Королёв» и описана программная реализация интегрированной среды разработки (IDE) параллельных программ на основе облачного сервиса типа PaaS (платформа как сервис). Целью данной работы является автоматизация кодирования параллельных программ, используемых в задачах математического моделирования. Идея применяемого в ней метода основана на концепции скелетного программирования. Под скелетной программой понимается высокоуровневая запись алгоритма, скрывающая детали реализации, несущественные для выражения идеи алгоритма. Такая запись похожа на запись алгоритма на псевдокоде. Однако, в отличие от программы на псевдокоде, скелет – это компилируемая программа на существующем языке программирования, например, на C++. Обзор систем-аналогов, реализующих эту концепцию, приведен в работе [2]. В данной работе, в продолжение работы [3], рассматривается возможность реализации скелетного программирования на базе облачного сервиса типа PaaS.

Предлагается модификация существующего IDE сервиса (<http://templet.ssau.ru/app>) для поддержки разработки и автоматического развёртывания четырёх типов программ, три типа из которых – скелетные программы.



Тип 0. *Обычные программы, полученные из встроенных в систему шаблонов.* Пользователь видит весь код программы и может произвольно адаптировать его под свою задачу. С программой связана дополнительная информация для выполнения автоматического развёртывания на кластере «Сергей Королёв» «в один клик».

Тип 1. *Скелетные программы с фиксированной структурой.* Это код, в котором при помощи комментариев определены точки расширения, куда пользователь может помещать свой код алгоритма моделирования. Помещаемый пользователем код – последовательный. Сам скелет также не содержит параллельных инструкций. Перед выполнением стандартной процедуры развёртывания проводится автоматическое преобразование скелета типа 1 в программу типа 0 на основе специального шаблона преобразования. Работа с программами типа 1 рассматривается на примере типовых схем управления вычислениями конвейер (pipeline) и портфель задач (bag-of-tasks, farm, master-workers).

Тип 2. *Скелетные программы со структурой, определяемой директивами на предметном языке.* Преобразование программ типа 1 выполняется на основе фиксированного шаблона преобразования. В программах типа 2 шаблон преобразования генерируется при каждом преобразовании на основе директив в коде скелетной программы. В качестве примера программ типа 2 рассматриваются программы, реализующие вычисления в модели акторов. Семантика предметного языка основана на работе [4]. В новой версии синтаксис упрощен таким образом, чтобы размещаться в директивах **#pragma** языка C++, поэтому инструкции предметного языка игнорируются компилятором и воспринимаются только генератором шаблона преобразования.

Тип 3. *Скелетные программы со структурой, определяемой кодом на языке реализации.* В программах типа 2 генератор шаблона преобразования выполняет разбор специальных директив **#pragma templet**, включаемых в скелет. Данную работу можно возложить на компилятор языка реализации, например, на компилятор C++. Для этого, кроме обычных точек расширения, скелеты типа 3 включают точки расширения с C++ кодом описания скелета. Для вычисления шаблона преобразования и приведения программ типа 3 к типу 1 в процессе развёртывания вначале из скелета выделяется C++ код с его собственным описанием. Затем выделенный код объединяется со служебным кодом и компилируется в исполнимую программу. Эта программа при запуске генерирует шаблон преобразования, сводя процедуру развёртывания к таковой для программ типа 1. Программы типа 3 также рассматриваются на примере акторных вычислений.

Таким образом, технология скелетного программирования позволяет снизить трудоёмкость разработки параллельных программ при проведении моделирования на базе высокопроизводительных вычислительных систем за счет рассмотренных механизмов сокрытия кода, управляющего параллельными вычислениями. Показано, каким образом технология скелетного программирования может быть реализована на базе облачного сервиса типа PaaS. Сервис и реализованные в нем методы автоматизации программирования используются



для решения задач моделирования многомерных динамических систем и процессов на суперкомпьютере «Сергей Королёв» [5].

Литература

1. Артамонов, Ю.С. Востокин С.В. Инструментальное программное обеспечение для разработки и поддержки исполнения приложений научных вычислений в кластерных системах [Текст] /Ю.С. Артамонов, С.В. Востокин //Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. Науки – 2015 – С.785-798.
2. Gonz´alez-V´elez, H. Leyton, M. A survey of algorithmic skeleton frameworks: high-level structured parallel programming enabler [Текст] /Gonz´alez-V´elez, H. //Software: Practice and Experience – 2010 – 40(12) – С.1135-1160.
3. Царёв, Д.А. Артамонов, Ю.С. Сравнение основных возможностей и классификация облачных инструментов разработки. [Текст] /Д.А. Царёв, Ю.С. Артамонов //Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции /под ред. С.А. Прохорова – Самара: Издательство СНЦ РАН – 2016. – С.539-542.
4. Vostokin, S.V. Templet: A markup language for concurrent actor oriented programming [Текст] /S.V. Vostokin //CEUR Workshop Proceedings – 2016 – С.460-468.
5. Востокин, С.В. Дорошин, А.В. Артамонов, Ю.С. Применение системы Templet Web для решения задач математического моделирования с использованием высокопроизводительных систем. Управление движением и навигация летательных аппаратов [Текст] /С.В. Востокин, А.В. Дорошин, Ю.С. Артамонов //Сборник трудов XVIII Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов: Часть II. Самара, 15-17 июня 2015 г. – Самара, Изд-во СНЦ РАН – 2016 – С.17-21.

Е.В. Чернова, П.Н. Полежаев

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ МИГРАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

(Оренбургский государственный университет)

Миграция виртуальных машин все больше используется в корпоративной среде. Несмотря на значительные преимущества, которые можно достичь при работе с виртуальными машинами используя миграцию, ей так же присущи недостатки. Повышение эффективности и результативности миграции виртуальных машин становится важной проблемой. В данном докладе рассматриваются проблемы, связанные с миграцией виртуальных машин, которые имеют некоторые решения, но все еще требуют дальнейших исследований.

Несмотря на нынешние достижения в технологии живой миграции, по-прежнему неизбежно короткое время простоя сервиса, работающего внутри перемещаемой виртуальной машины. Кроме того, в процессе переноса приложений может возникнуть снижение производительности за счет двойных затрат



ресурсов (в том случае если приложение работает на исходной и целевой машинах). На практике сбой, долгое время отклика или снижение производительности сервиса превращается в убытки. Все вышеуказанные расходы должны быть учтены при рассмотрении миграции виртуальных машин.

Бывают ситуации, когда текущее местоположение виртуальной машины перестает отвечать ее требованиям. Многие физические машины обладают необходимыми возможностями. Тем не менее, желательно выбирать “лучший” вариант размещения виртуальной машины. Необходимо учитывать несколько параметров, таких как физическая топология, потребляемый трафик, продолжительность миграции, непрерывность работы сервиса, потребление энергии, безопасность, задачи управления, цены и соглашения об уровне услуг [1]. Таким образом, поиск оптимального размещения виртуальных машин на физических машинах, которое уравнивает все или некоторые комбинации указанных выше целей, со временем становится сложной проблемой. Кроме того, количество физических серверов, размещенных в одном центре обработки данных, может возрасти до десятков тысяч серверов, на которых работает огромное количество виртуальных машин. Поэтому эта проблема должна быть решена масштабируемым способом. Как правило, требуется незначительные вычислительные затраты и существенные затраты на управление.

Процесс переноса виртуальных машин с помощью миграции может потреблять различные виды ресурсов, таких как процессор, диск, а также трафик на пути от исходной до целевой машины. Перегрузка памяти и сети зависит от того, сколько данных (т. е., страниц памяти и образов дисков) необходимо передать, скорости соединения, грязных страниц, а также от продолжительности процесса миграции виртуальных машин. Скорость соединения обратно пропорциональна общему времени миграции и времени простоя. Скорость передачи грязных страниц – это скорость, с которой страницы памяти в виртуальной машине будут изменены. В свою очередь, этот трафик напрямую влияет на количество страниц, которые передаются в каждой итерации копирования [2].

Существует нетривиальный компромисс между минимизацией перегрузки ресурсов и уменьшением общего времени миграции. Если большая часть таких ресурсов как трафик и процессор, выделяется для миграции, то процесс переноса будет закончен быстрее. Однако это будет негативно влиять на производительность виртуальных машин, работающих как на исходном, так и на целевом хостах, а также на трафик на пути миграции. Находить эффективные стратегии для применения методов снижения воздействия перегрузки до сих пор остается сложной проблемой, так как она требует тщательного понимания работы приложений и поиска баланса между нагрузкой ресурсов и общим временем миграции [2].

Динамическая консолидация виртуальных машин состоит из двух основных процессов: миграция виртуальных машин с перегруженных серверов, чтобы избежать снижения производительности; миграция виртуальных машин с малоиспользуемого сервера для улучшения использования ресурсов и минимизации энергопотребления. Одним из ключевых решений является определение



лучшего времени для миграции, чтобы минимизировать потребление энергии, удовлетворяя заданным ограничениям QoS [3]. После принятия решения о миграции виртуальных машин с перегруженного сервера необходимо выбрать одну или несколько целевых машин. Проблема состоит в определении оптимального подмножества виртуальных машин для миграции, которые обеспечат наиболее выгодную конфигурацию системы. Определение оптимального размещения виртуальных машин, выбранных для переноса на другие сервера является еще одним важным вопросом, который влияет на качество консолидации виртуальных машин и потребление энергии системой.

Для того чтобы сохранить энергию, консолидация виртуальных машин должна использоваться в сочетании с динамическим переключением режимов питания узлов. Для оптимизации потребления энергии и отсутствие нарушений требований качества обслуживания, необходимо рационально определить, когда и какие физические узлы должны быть выключены для экономии энергии, или включены при увеличении спроса на ресурсы [4, 5].

Возможность сохранить тот же IP-адрес виртуальной машины при миграции помогает минимизировать сбои в работе сервиса. Существующие решения для миграции в пределах одного ЦОД по-прежнему имеют недостатки, поскольку они требуют дополнительных функций, которые должны быть доступны на коммутаторе (например, пересылка IP-, MAC-адресов) или они несут высокие накладные расходы (например, инкапсуляция данных). Разработка приложения или решения транспортного уровня для обработки прерывания обслуживания сервера во время миграции требует изучения этого направления.

Основная задача глобальной миграции – позволить виртуальным машинам быть перенесёнными в соответствии с спросом на услуги. Одна из главных проблем – как обеспечить постоянную доступность услуг, предлагаемых виртуальной машиной. Важным параметром является время миграции, которое в значительной степени зависит от размера виртуальной машины и производительности глобальной сети. Производительность является достаточно сильно меняющимся параметром, увеличение которого вызывает серьезные опасения относительно возможности обеспечения быстрой и надежной глобальной миграции. Решением может служить выделенная линия для поддержки миграции виртуальных машин, однако, не всегда можно гарантировать такие линии между удаленными узлами. В идеале, методы миграции должны быть приспособлены к динамичности глобальной сети.

Наконец, существует также задача, заключающаяся в выборе момента времени, когда миграция через глобальную сеть должна быть вызвана. Для решения учитываются многие факторы. Например, виртуальную машину можно перенести ближе к сторонним службам, используемыми размещенными приложениями, в целях сокращения времени реагирования. Другой вариант - переместить виртуальную машину ближе к конечным пользователям для повышения производительности путем сокращения задержки доступа к услугам. Расходы на хостинг могут также играть роль в принятии такого решения. Подобные затраты зависят не только от потребляемой мощности, которая может от-



личаться в разных ЦОД, но и от колебания цен на электроэнергию в каждом географическом регионе.

В ближайшем будущем количество виртуальных машин, размещенных в центрах обработки данных, значительно возрастет, что приведет к увеличению сложности управления. Должны быть учтены многие противоречивые задачи и требования, связанные с производительностью и потреблением энергии. Найти масштабируемое решение для мониторинга и определения эффективных стратегий управления решениями о миграции является проблемой, которая требует дальнейшего изучения. Необходимы автоматизированные методы управления миграцией для устранения сложности и проблем масштабируемости. Кроме того, схемы управления должны также учитывать вопрос о реорганизации элементов сети (например, межсетевые экраны, таблицы маршрутизации, списки контроля доступа) после миграции виртуальных машин.

Другой вопрос, возникающий из-за миграции виртуальных машин, – это новые уязвимости безопасности, которые могут использоваться злоумышленниками [6]. Это особенно актуально в публичных облачных средах, где виртуальные машины принадлежат нескольким арендаторам с потенциально конфликтующими интересами или расположены в одном центре обработки данных. В частности, уязвимости в системе безопасности могут произойти на 3 разных уровнях:

1. Планирование управления: злоумышленники используют ложные команды, которые вызывают перенос виртуальной машины в нежелательные места, например, на перегруженную машину, что приводит к сбоям в работе.

2. Планирование данных: миграция виртуальной машины требует переноса памяти и содержимого дисков через несколько машин и сетей. Злоумышленник может прослушивать или активно манипулировать передаваемым содержанием.

3. Модуль миграции: должен быть защищен, чтобы не позволить пользователям получать полный доступ к виртуальной машине, которая будет переноситься.

В целях обеспечения безопасности живой миграции виртуальных машин, необходимо разработать методы, которые предотвращают несанкционированный доступ и контроль над инфраструктурой виртуализации, так же как перехват и манипуляции содержимым виртуальной машины во время миграции.

Для проблем, рассмотренных выше, уже разработаны некоторые решения. Однако разработка новых технологий виртуализации, развитие глобальных сетей, увеличение количества виртуальных машин приводит к тому, что существующие подходы недостаточно хороши. Требуется детальное изучение всех факторов и разработка новых универсальных и масштабируемых методов, объединяющих в себе несколько решений.

Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-29-09639 офи_м), Президента Российской Федерации, стипендии для молодых ученых и аспирантов (СП-2179.2015.5).



Литература

1. Goudarzi H., Ghasemazar M., Pedram M. SLA-based optimization of power and migration cost in cloud computing //Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 2012 12th IEEE/ACM International Symposium on. – IEEE, 2012. – С. 172-179.
2. Kapil D., Pilli E. S., Joshi R. C. Live virtual machine migration techniques: Survey and research challenges //Advance Computing Conference (IACC), 2013 IEEE 3rd International. – IEEE, 2013. – С. 963-969.
3. Beloglazov A. Energy-efficient management of virtual machines in data centers for cloud computing : дис. – 2013.
4. Galloway J. M. A cloud architecture for reducing costs in local parallel and distributed virtualized cloud environments : дис. – The University of Alabama TUSCALOOSA, 2013.
5. Strunk A., Dargie W. Does live migration of virtual machines cost energy? //Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2013 IEEE 27th International Conference on. – IEEE, 2013. – С. 514-521.
6. Mouftah H. T. (ed.). Communication Infrastructures for Cloud Computing [Текст] / IGI Global, 2013.

Е.И. Чигарина, К.С. Заикин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ «СУЩНОСТЬ-СВЯЗЬ» ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТНО-РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

В системах баз данных проектирование включает этапы концептуального, логического и физического проектирования. Этап концептуального проектирования реализуется с использованием модели «сущность-связь». На логическом уровне представления данных используют такие модели, как иерархические, сетевые, реляционные, объектные и объектно-реляционные.

В объектно-реляционной модели данных используются такие понятия, как классы объектов, инкапсуляция, полиморфизм, наследование. Модель «сущность-связь» в реляционных базах данных трансформируется на понятия отношение, кортеж, поле. В объектно-реляционных базах данных кроме перечисленных понятий используется понятия класса, объекта и значения.

В данной работе определяется соотношение составных частей модели «сущность-связь» основным элементам объектно-реляционных БД:

- сущность соответствует классу;
- экземпляр сущности соответствует объекту;
- атрибут соответствует значению.

Значения могут быть атомарными или структурными. Структурные значения строятся из значений или объектов, представленных своими идентификаторами, с помощью конструкторов множеств, кортежей и списков. Элементы



структурных значений доступны с помощью predefined операций. Поэтому для реализации связи между сущностями модели «сущность-связь» в объектно-реляционном подходе используются структурные значения объекта. Объектно-реляционная модель данных поддерживает все три основополагающих концепции объектно-ориентированного программирования: инкапсуляция, наследование, полиморфизм.

Задача анализа использования модели «сущность-связь» в объектно-реляционных базах данных состоит в необходимости решения следующих вопросов:

- как модель концептуального уровня представления данных «сущность-связь» преобразуется в модель данных логического уровня представления данных – объектно-реляционную;
- какие существуют отличия в таком преобразовании по сравнению с реляционной моделью (правила Джексона), достоинства и недостатки по сравнению с реляционной моделью данных,
- сравнение реализаций ограничения целостности данных в объектно-реляционных базах данных и реляционных базах данных,
- определение особенностей языков манипулирования данными в объектно-реляционных базах по сравнению с языком SQL для реляционных баз данных.

Объектно-реляционными СУБД являются такие СУБД, как Oracle Database, PostgreSQL, Cache.

СУБД Oracle не только предоставляет расширенный набор встроенных типов данных, но и позволяет за счет использования Object Option конструировать новые типы данных со спецификацией методов доступа к ним. В основе лежит понятие объекта как совокупности свойств или атрибутов, причем действия с объектом регламентируются формулируемым набором методов – процедур или функций. Тип объекта задается сохраняемым в БД объектом TYPE. В СУБД Oracle предусмотрена поддержка двух типов данных, определяемых пользователем: объектные типы и типы коллекций. Объектный тип – это объект схемы, имеющий имя, набор атрибутов, основанный на встроенных типах данных или других объектных типах, а также набор методов. В СУБД Oracle поддерживаются коллекции двух типов: массивы и вложенные таблицы.

Cache – объектно-реляционная СУБД производства компании InterSystems. В основе Cache лежит транзакционная многомерная модель данных (TMDM), которая позволяет хранить и представлять данные так, как они чаще всего используются. Многомерный сервер данных снимает многие ограничения, накладываемые реляционными СУБД, которые хранят данные в двумерных таблицах, ведь если реляционная модель состоит из большого количества таблиц, что необходимо при работе со сложными структурами данных, это существенно усложняет и замедляет выполнение сложных транзакций и ведет к хранению излишней информации. Cache хранит данные в виде многомерных разреженных массивов. Уникальная транзакционная многомерная модель данных позволяет избежать проблем, присущих реляционным СУБД, оптимизируя



данные на уровне хранения. Встроенный язык программирования Cache Object Script (COS) является развитием языка программирования MUMPS. Помимо COS, Cache предоставляет разработчикам API для использования объектного и SQL-доступа к одним и тем же данным.

В настоящее время сформулирована задача анализа использования модели «сущность-связь» в объектно-реляционных базах данных, включающая перечисленные вопросы, а также в качестве объектно-реляционных СУБД выбраны Cache и Oracle, на которых будет производиться анализ модели «сущность-связь».

Литература

1. Дейт, К. Введение в системы баз данных. Шестое издание. [Текст] / К. Дейт. – Москва, Санкт-Петербург: изд-во Вильямс, 1999. – 846 с.
2. Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. Третье издание. [Текст] / Т. Каннолли, К. Бегг. – Москва, Санкт-Петербург: изд-во Вильямс, 2003. – 1440 с.

Е.И. Чигарина, Ю.С. Чуркина

ФОРМУЛИРОВКА И МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ГЕНЕРАЦИИ ОТЧЕТОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В настоящее время для облегчения и ускорения процессов, связанных с обработкой большого количества данных, создаются системы, основанные на реляционных СУБД. Такие системы эффективно справляются с задачами учета, контроля и хранения информации. Однако реляционная структура не позволяет решать задачи анализа и представления имеющейся информации, необходимой для принятия решений.

Для решения этих проблем применяются генераторы отчетов, которые позволяют создавать информативные и удобные отчеты любого уровня сложности. В связи с большим количеством представленных на рынке систем генерации отчетов, пользователю бывает достаточно сложно выбрать необходимый именно ему генератор отчетов, так как все они обладают различными возможностями по созданию отчетов, а также отличаются своей производительностью.

Главной задачей данной работы является проведение сравнительного анализа использования средств генерации отчетов в реляционных базах данных.

Генератор отчетов представляет собой программу или библиотеку, позволяющую представить информацию в удобочитаемом структурированном виде. Другими словами сделать из данных информацию (документ, отчет), которую можно распечатать или сохранить в различных электронных форматах. Средств-



ва генерирования отчетов могут использоваться как в составе программ, программных систем и комплексов, так и самостоятельно (для анализа имеющихся данных безотносительно формирующих их систем).

Отчет, с точки зрения информационных систем, представляет собой документ, содержимое которого динамически формируется на основе информации, содержащейся в базе данных. Это могут быть данные из одной или нескольких таблиц или запросов, а также данные из одной или нескольких записей. Кроме того, в таком документе часто присутствуют и другие составляющие, например, заголовок, находящийся в начале отчета, колонтитулы, повторяющиеся на каждой странице, области, в которых располагаются фактические или агрегатные данные.

Не стоит путать понятия отчета и запроса в СУБД, так как это совершенно разные объекты. В реляционных базах данных основным объектом хранения является таблица, поэтому все SQL-запросы представляют собой операции над таблицами. Это может быть запрос на выборку данных из базы, либо обращение к базе данных, которое приводит к изменению этих данных. В соответствии с тем, какие изменения происходят в базе данных, различают следующие типы запросов: на обновление, на добавление, на удаление, перекрестный запрос, создание таблиц. Наиболее часто используемыми являются запросы на выборку. В результате запроса на выборку создается временная результирующая таблица, в которой отображаются только нужные по условию запроса данные из базовых таблиц. Отчеты – это объекты, с помощью которых данные выдают на принтер в удобном и наглядном виде. Запрос выбирает данные из БД или изменяет их. Отчет же это текстовое или графическое представление выбранных данных.

Сравнение средств генерации отчетов будет происходить по критериям функциональных возможностей и по скорости выполнения запросов. Скорость выполнения запросов зависит от алгоритмов выборки данных и от объема обрабатываемых данных. Основной функцией любого генератора отчетов является выборка запрашиваемых параметров за определённый промежуток времени. Стандартным способом получения необходимых данных является создание запроса, соединяющего в себе результаты N подзапросов, каждый из которых возвращает один из параметров. Однако вычисление всех операций соединения оказывается узким местом в запросе при увеличении числа запрашиваемых параметров и временного интервала.

Среди критериев функциональных возможностей будем выделять следующие:

- возможность построения однотипных отчетов по шаблону;
- возможность построения отчетов любой сложности (нестандартных отчетов);
- поддержка различных видов СУБД;
- возможность предварительного просмотра печати готового отчета;
- возможность вывода на печать;
- возможность перевода отчета в различные форматы данных (Word, Excel, PDF, HTML);



- наличие средств создания вычисляемых полей и параметризации отчетов;
- наличие средств работы с графикой (вставка изображений, представление отчета в виде диаграмм и т.д.).

В настоящее время разработана автоматизированная информационная система, в базе данных которой хранится большой объем информации, которую необходимо представлять в различных видах отчетности. На основе данной системы и будет проводиться сравнительный анализ и тестирование различных средств генерации отчетов.

Литература

1. Определение генератора отчетов [Электронный ресурс].– https://ru.wikipedia.org/wiki/Генератор_отчетов
2. Классификация отчетов [Электронный ресурс].– <http://compress.ru/article.aspx?id=10013&iid=418>
3. Скорость выполнения запросов SQL [Электронный ресурс].– <http://ts-soft.ru/blog/sql-optimization-1>

А.С. Широканев

ВЕКТОРНЫЙ АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЁТОК НА ОСНОВЕ ГРАДИЕНТНОГО МЕТОДА С ПОСТОЯННЫМ ШАГОМ

(Самарский университет)

Введение

В современное время кристаллические наноструктуры используются во многих предметных областях: медицина, строительство, электротехника. Исследование структур кристаллов является неотъемлемо важной задачей. В частности, анализ кристаллических структур обеспечивается решением задачи параметрической идентификации кристаллических решёток [1-8]. С решением данной задачи связаны работы [1-6], в которых представлены существующие алгоритмы оценивания параметров моделей кристаллических решёток.

Важной характеристикой алгоритмов параметрической идентификации является точность идентификации, которая может быть увеличена различными модификациями известных алгоритмов. В работе [8] представлен алгоритм параметрической идентификации, который позволяет улучшить точность параметрической идентификации по сравнению с алгоритмами, представленными в работах [2, 3, 4]. Недостатком разработанного алгоритма является высокая вычислительная сложность.

Цель настоящего исследования заключается в разработке векторного алгоритма параметрической идентификации кристаллических решёток, позволяющего устранить недостаток высокой вычислительной сложности соответствующего последовательного алгоритма.



1 Алгоритм параметрической идентификации кристаллических решёток на основе градиентного метода

Идея представленного в работе [7] алгоритма параметрической идентификации кристаллических решёток заключается в следующем: для модели Браве узлы идеальной кристаллической решётки задаются векторами трансляции \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} [9], но при этом проходят через периодически повторяющиеся плоскости. Это свойство позволяет разбить задачу оптимизации векторов трансляций на три независимые задачи оптимизации векторов, описывающих периодически повторяющиеся плоскости [6, 7]. Периодически повторяющиеся плоскости описываются нормалью к плоскости и периодом между плоскостями. Таким образом, искомый вектор должен иметь такое же направление, как и нормаль к плоскости, а норма вектора должна совпадать с периодом между плоскостями.

Для одной независимой задачи оптимизации целевая функция принимает вид (1). Алгоритм, описанный в [7], основывается на градиентном методе наискорейшего спуска.

$$E(\vec{d}) = \sum_{l=1}^L \left[(\vec{x}_l, \vec{d}) - i_l \|\vec{d}\|^2 \right]^2, \quad (1)$$

где $i_l = \arg \min_i \left[(\vec{x}_l, \vec{d}) - i \|\vec{d}\|^2 \right]$.

Для целевой функции (1) градиент будет находиться из выражения (2).

$$\nabla E = 2 \sum_{l=1}^L \left((\vec{x}_l, \vec{d}) - i_l (\vec{d}, \vec{d}) \right) \left[\vec{x}_l - 2i_l \vec{d} \right]. \quad (2)$$

В настоящей работе ограничимся градиентным методом с постоянным шагом. Таким образом, итерационный процесс будет представлять собой формулу (3).

$$\vec{d}^{k+1} = \vec{d}^k - \lambda \nabla E(\vec{d}^k). \quad (3)$$

Алгоритм предполагает связь между базисом векторов трансляции и новым базисом «независимых» векторов. Для простоты введём следующие обозначения: $\vec{p}_1 = \vec{a}$, $\vec{p}_2 = \vec{b}$, $\vec{p}_3 = \vec{c}$. Переход от базиса векторов трансляции к базису независимых векторов осуществляется посредством СЛАУ (4). Обратный переход осуществляется посредством выражения (5).

$$D\vec{p}_i = \|\vec{d}_i\|^2 \vec{e}_i, i = \overline{1,3}, \quad (4)$$

где $D = (\vec{d}_1, \vec{d}_2, \vec{d}_3)^T$.

$$\vec{d}_i = ([\vec{p}_k \times \vec{p}_l], \vec{p}_i) / \|\vec{p}_k \times \vec{p}_l\|^2, k \neq l \neq i = \overline{1,3}. \quad (5)$$

2 Разработка векторного алгоритма параметрической идентификации кристаллических решёток

Градиентный метод с постоянным шагом исключает необходимость вычисления на каждой итерации коэффициента спуска λ . С учётом данного упрощения легко распараллеливается вычисление элементов сумм в формулах (1)



и (2). Тогда каждая задача представляет собой последовательность следующих действий:

$$i_l := \arg \min_i \left[\left(\vec{x}_l, \vec{d} \right) - i \left\| \vec{d} \right\|^2 \right];$$

$$w_l := \left(\vec{x}_l, \vec{d} \right) - i_l \left(\vec{d}, \vec{d} \right);$$

$$\vec{c}_l := \left[\vec{x}_l - 2i_l \vec{d} \right];$$

$$\vec{u}_l := \begin{pmatrix} w_l \vec{c}_l \\ w_l \end{pmatrix};$$

Каждая задача функционирует исключительно с одним узлом решётки. После выполнения всех задач необходимо провести редукцию результатов, то есть вычислить сумму векторов \vec{u}_l , чтобы окончательно сформировать результаты целевой функции и градиента по формулам (1) и (2). Редукция на GPU реализована по схеме «Разделяй и властвуй» с устранением конфликтов по банкам [10].

Основная реализация векторного алгоритма на GPU предполагает использование глобальной памяти для проведения операции редукции на самой видеокарте и проверки критериев останова. Реализация предполагает, что видеокарта будет занята большую часть времени.

Помимо реализации CUDA-алгоритма с глобальной памятью для сравнения был реализован алгоритм, комбинирующий использование CPU и GPU. Функция, выполняемая на GPU, вычисляет локальные суммы для каждого CUDA-блока. Суммирование оставшихся элементов и проверку критериев останова производит процессор. Таким образом, процессор многократно вызывает функцию на GPU, пока не выполняются критерии останова.

3 Результаты исследования ускорения разработанного векторного алгоритма параметрической идентификации кристаллических решёток

Ключевой характеристикой параллельного алгоритма является его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом. Проведём экспериментальное исследование на различных размерностях задачи. Под размерностью задачи будем понимать количество узлов по одной из осей трёхмерной решётки. Результаты исследования приведены на рисунке 1.

Эксперименты проводились на видеокарте GeForce NVidia M840 и процессоре Intel Core i7-4710MQ. Для используемых мобильных устройств теоретическое ускорение примерно равно 10-ти. По результатам экспериментов было показано, что ускорение исследуемых алгоритмов достигает фактически до 8,5 при высоких размерностях задачи. Алгоритмы оказываются непригодными при размерностях, меньших 6-ти, что соответствует 216-ти узлам решётки. Следовательно, при количестве узлов, меньших 200-т следует использовать обычный последовательный алгоритм.

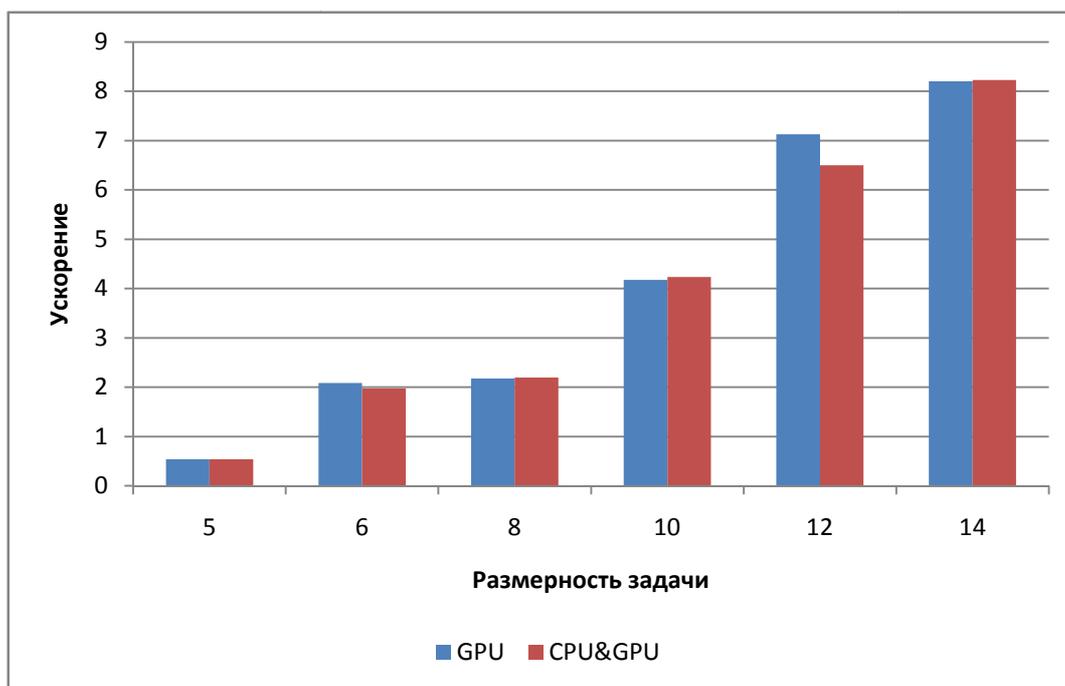


Рис. 1. Результаты исследования ускорения двух параллельных алгоритмов
Заключение

В результате проделанной работы разработан векторный алгоритм параметрической идентификации кристаллических решёток на основе градиентного метода с постоянным шагом с применением технологии CUDA. Результаты показали, что при большом количестве узлов можно достичь 8-микратного ускорения при 10-тикратном теоретическом.

Обе версии векторного алгоритма оказываются непригодными при размерностях задачи, меньших 6-ти. Рекомендуется использовать обычный последовательный алгоритм при количестве узлов, меньших 200.

Литература

1. Kupriyanov A.V., Kirsh D.V. Estimation of the Crystal Lattice Similarity Measure by Three-Dimensional Coordinates of Lattice Nodes. *Optical Memory & Neural Networks (Information Optics)*. – 2015; 24(2). – P. 145-151.
2. Куприянов, А. В. Оценка меры схожести кристаллических решёток по координатам их узлов в трёхмерном пространстве / А. В. Куприянов, Д. В. Кирш // *Компьютерная оптика*. – 2012. –36(4). – С. 590-595.
3. Kirsh D.V., Kupriyanov A.V. Crystal lattice identification by coordinates of their nodes in three dimensional space. *Pattern recognition and image analysis*, 2015; 25(3). – P. 456-460.
4. Kirsh D.V., Kupriyanov A.V. Identification of Three-Dimensional Crystal Lattices by Estimation of Their Unit Cell Parameters. *CEUR Workshop Proceedings*, 2015; 1452. – P. 40-45.
5. Солдатова, О. П. Применение нечётких нейронных сетей для определения типа кристаллических решёток, наблюдаемых на наномасштабных изображениях / О. П. Солдатова, И. А. Лёзин, И. В. Лёзина, А. В. Куприянов, Д. В. Кирш // *Компьютерная оптика*. – 2015. –39(5). – С. 787-795.



6. Kirsh D.V., Kupriyanov A.V. Modeling and Identification of Centered Crystal Lattices in Three-Dimensional Space. CEUR Workshop Proceedings, 2015; 1490. P. 162-170.
7. Shirokanev A.S., Kirsh D.V., Kupriyanov A.V., Application of gradient steepest descent method to the problem of crystal lattice parametric identification. CEUR Workshop Proceedings, 2016; 1638. – P. 393-400.
8. Shirokanev, A.S. Development of the crystal lattice parameter identification method based on the gradient steepest descent method / A. S. Shirokanev, D. V. Kirsh, A. V. Kupriyanov // Computer Science Research Notes. - 2016. - Vol. 2603. – P. 65-68.
9. Шаскольская М.П. Кристаллография. - Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1984. - 376 с.
10. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 232 с.

Л.В. Яблокова, Д.Л. Головашкин, О.В. Калюжная

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПИРАМИД ПРИ РАЗНОСТНОМ РЕШЕНИИ УРАВНЕНИЯ ДАЛАМБЕРА НА ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА MATLAB

(Самарский университет, Институт систем обработки изображений РАН)

Введение

Глубокая взаимосвязь оптики и вычислительной техники обусловлена их взаимным влиянием, в ходе которого на рубеже 70-х и 80-х годов прошлого века возникли две самостоятельные отрасли науки: компьютерная оптика, связанная разработкой численных методов расчета и моделирования оптических устройств на ЭВМ и оптическая системотехника, в рамках которой создаются оптические элементы вычислительных устройств. Рост актуальности упомянутых отраслей в настоящее время обусловлен совершенствованием архитектуры ЭВМ (многопоточность, многоядерность, векторизация вычислений) и технологий формирования оптических элементов (переход от микро- к нано размерам). Первая особенность позволила задействовать для расчетов нано размерных элементов оптических процессоров методы строгой теории дифракции [1], характеризующиеся высокой вычислительной сложностью.

Среди численных методов строгой теории дифракции широкой популярностью заслуженно пользуется метод FDTD [1], характеризующийся высокой универсальностью (уравнения Максвелла описывают все волновые электромагнитные процессы) и простотой понимания (основан на замене производных разностными отношениями). Последнее обстоятельство позволяет записывать вычислительные процедуры метода в ясном виде на популярном языке матричных вычислений MATLAB [2].



К сожалению, программная реализация FDTD-метода на современных графических вычислительных устройствах, обеспечивающих ускорение вычислений относительно CPU на порядок, сталкивается, при использовании этого языка, с высокими требованиями к объему видеопамати: в ходе производства вычислений необходимо использовать в несколько раз больший объем, чем при работе на центральном процессоре. Это обстоятельство отягчается традиционно небольшими размерами видеопамати (до 2Гб у современных бюджетных видеокарт) по сравнению с оперативной памятью (не ниже 4Гб даже у офисных ЭВМ).

Выходом из создавшегося положения авторы настоящей публикации видят применение метода пирамид, продемонстрировавшего свою эффективность на примере организации расчетов по разностной схеме Yee [1] на GPU с использованием CUDA C [3].

1. Разностное решение одномерного уравнения Даламбера на графическом процессоре

Традиционно под FDTD-методом понимают исключительно разностное решение уравнений Максвелла, что не вполне правильно. В начале 80-х годов прошлого века [1] к нему также стали относить разностное решение уравнения Даламбера, что делают и поныне [1,4]. Отметим, что при решении волнового уравнения проблема нехватки видеопамати стоит более остро, чем для уравнений Максвелла в силу необходимости конечно-разностной аппроксимации производных второго, а не первого порядка. Однако решение именно волнового уравнения на GPU представляется более перспективным в силу высокой эффективности векторизации вычислительных процедур [5].

Излагая замысел работы, авторы решили остановиться на одномерном уравнении Даламбера, стремясь к демонстрации возможностей метода пирамид на простом примере. Так известная [1] разностная схема для этого уравнения

$$\frac{E_i^{k+1} - 2E_i^k + E_i^{k-1}}{h_t^2} = c^2 \frac{E_{i-1}^k - 2E_i^k + E_{i+1}^k}{h_z^2} \quad (1)$$

записана относительно сеточной функции, определенной на области

$D^h = \{(t_k, z_i) : t_k = kh_t, k = 0, 1, \dots, N_t = T/h_t, z_i = ih_z, i = 1, \dots, N_z = L_z/h_z + 1\}$, где E – значение напряженности электрического поля, c – скорость света в свободном пространстве, T и L_z – размеры области по времени и пространству.

Ниже приведен фрагмент вычислительной процедуры по решению (1) на языке MATLAB, где $c_1 = c^2 h_t^2 / h_z^2$, $c_5 = 2\pi c h_t / \lambda$.

```
% размещение сеточных функций на двух временных слоях в видеопамати
E1=zeros(1,Nz,'gpuArray'); E2=zeros(1,Nz,'gpuArray');
for k=1:2:Nt % проход по временным слоям сеточной области через один
    E1(2:Nz-1)=2*E2(2:Nz-1)-E1(2:Nz-1)+c1*diff(E2,2); % вычисления на слое k
    E1(2)=sin(c5*k); % жесткое излучающее условие на слое k
    E2(2:Nz-1)=2*E1(2:Nz-1)-E2(2:Nz-1)+c1*diff(E1,2); % вычисления на слое k+1
    E2(2)=sin(c5*(k+1)); % жесткое излучающее условие на слое k+1
end
```



`E=gather(E2); % пересылка результата в оперативную память`

Для $N_z = 5 \times 10^7$ и $N_t = 100$ длительность вычислений на CPU Intel Core i7 составила 57,08 с., на графическом процессоре GeForce GTX TITAN X – 5,55 с. (ускорение в 10,29 раз) при использовании языка MATLAB 2015b и операционной системы CentOS 7.2. Оба используемых массива занимали в памяти 762 Мб, однако в ходе вычислений на CPU требования к памяти возрастали в полтора раза, на GPU – трехкратно. По всей видимости, при реализации вычислений по конструкции $E1(2:Nz-1)=2*E2(2:Nz-1)-E1(2:Nz-1)+c1*diff(E2,2)$ на CPU исполнение операции численного дифференцирования $diff(E2,2)$ приводило к выделению дополнительной памяти под две копии массива E2, а исполнение на GPU конструкции в целом требовало отдельных областей памяти под все участвующее в ней массивы и также двукратного копирования E2. MATLAB занимает около 0,4 гигабайта в оперативной памяти, но не использует под свое размещение видеопамять. Таким образом, исполнение всего алгоритма на CPU сопровождалось выделением 1,52 Гб, на GPU – 2,24 Гб. И если в распоряжении исследователя имеется видеокарта с 2 Гб памяти (как большинство распространенных в настоящее время видеопроцессоров), то организация вычислений на GPU становится невозможной.

2. Применение метода пирамид

В своей предыдущей публикации [7], на примере разностной схемы для уравнений Максвелла, программного инструмента CUDA C, авторы предложили решать указанную проблему с помощью метода пирамид. Удастся ли это в данном случае, учитывая, что язык MATLAB не специализирован для работы с графическими процессорами и его инструментарий в этой области весьма скуден?

Суть упомянутого метода в авторской модификации состоит в разбиении сеточной области на перекрывающиеся подобласти, уместающиеся в видеопамети целиком, с последующей организацией коммуникаций при производстве векторных вычислений на каждой подобласти отдельно. При этом, пересылки из оперативной памяти в видео и наоборот производятся не на каждом временном слое, а через определенное их количество h (высота пирамиды), что с одной стороны приводит к сокращению в h раз количества коммуникаций и к дублированию арифметических операций в перекрывающихся фрагментах сеточных подобластей (имеющих в двумерном случае форму пирамид), с другой стороны.

Фрагмент вычислительной процедуры, реализующей данную стратегию в рассматриваемом случае представлен далее, где $N = \frac{N_z}{2}$.

`% создание временных слоев на CPU и GPU`

`E1=zeros(1,Nz); E2=zeros(1,Nz); E1m=zeros(1,h); E2m=zeros(1,h);`

`E1g=zeros(1,N+h,'gpuArray'); E2g=zeros(1,N+h,'gpuArray');`

`for t=1:h:Nt % проход по пирамидам`

`% работа с левой подобластью`

`E1g=gpuArray(E1(1:N+h)); E2g=gpuArray(E2(1:N+h)); % пересылки CPU ==> GPU`

`for k=1:2:h % вычисления внутри первой пирамид`



```

E1g(2:N+h-k)=2*E2g(2:N+h-k)-E1g(2:N+h-k)+c1*diff(E2g(1:N+h-k+1),2);
E1g(2)=sin(c5*(t+k-1));
E2g(2:N+h-k-1)=2*E1g(2:N+h-k-1)-E2g(2:N+h-k-1)+c1*diff(E1g(1:N+h-k),2);
E2g(2)=sin(c5*(t+k));
end
E1(2:N-h)=gather(E1g(2:N-h)); E2(2:N-h)=gather(E2g(2:N-h)); % пересылки GPU ==> CPU
E1m(1:h)=gather(E1g(N-h+1:N)); E2m(1:h)=gather(E2g(N-h+1:N));
% работа с правой подобластью
E1g(1:N+h-1)=gpuArray(E1(N-h+1:Nz)); E2g(1:N+h-1)=gpuArray(E2(N-h+1:Nz));
for t=1:2:h % проходим по пирамидам
    E1g(t+1:N+h-2)=2*E2g(t+1:N+h-2)-E1g(t+1:N+h-2)+c1*diff(E2g(t:N+h-1),2);
    E2g(t+2:N+h-2)=2*E1g(t+2:N+h-2)-E2g(t+2:N+h-2)+c1*diff(E1g(t+1:N+h-1),2);
end
E1(N+1:Nz-1)=gather(E1g(h+1:N+h-2)); % пересылки GPU ==> CPU
E2(N+1:Nz-1)=gather(E2g(h+1:N+h-2)); %
E1(N-h+1:N)=E1m(1:h); E2(N-h+1:N)=E2m(1:h); % восполнение результата
end

```

В ходе экспериментов с новым алгоритмом была исследована зависимость длительности вычислений от высоты пирамиды. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость длительности вычислений от высоты пирамиды

высота пирамиды, h	длительность вычислений с.	ускорение
2	53,02	1,08
4	29,58	1,93
10	15,49	3,7
20	10,75	5,31
50	7,9	7,23

Заключение

Таким образом, метод пирамид может эффективно применяться при организации вычислений по решению разностных уравнений с помощью языка MATLAB на графических процессорах в случае, когда массивы, хранящие значения сеточных функций, не умещаются в видеопамять целиком. Развитие предложенного алгоритма на случаи больших размерностей станет следующим этапом исследований авторов в данном направлении.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-47-630560-p_a и частичной поддержке Министерства образования и науки РФ.

Литература

1. Taflove, A. Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method: 2nd. ed. / A. Taflove, S. Hagness // Boston: Artech House Publishers, 2000. – 852 p.
2. Elsherbeni, A The Finite-Difference Time-Domain Method for Electromagnetics with MATLAB Simulations / A. Elsherbeni and V. Demir // Scitech Publishing Inc, 2009. – 426 p.



3. Малышева, С.А. Реализация разностного решения уравнений Максвелла на графических процессорах методом пирамид / С.А. Малышева, Д.Л. Головашкин // Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40, № 2. – С. 179-187.

4. Козлова, Е.С. Моделирование распространения короткого двумерного импульса света / Е.С. Козлова, В.В. Котляр // Компьютерная оптика. – 2012. – Т. 36, № 2. – С. 158-164.

5. Воротникова, Д.Г. Разностное решение волнового уравнения на графических процессорах с повторным использованием попарных сумм дифференциального шаблона / Д.Г. Воротникова, Д.Л. Головашкин // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, № 1. (в печати)

6. Воротникова, Д.Г. Алгоритмы с «длинными» векторами решения сеточных уравнений явных разностных схем / Д.Г. Воротникова, Д.Л. Головашкин // Компьютерная оптика. – 2015. – Т. 39, № 1. – С. 87-93.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

Д.А. Аржаев, О.Н. Бодин, Н.В. Громков, В.Г. Полосин, М. И. Сафронов

ЭНТРОПИЙНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА

(Пензенский государственный университет)

В современной медицине для профилактики и диагностики сердечно-сосудистых заболеваний находит широкое применение мониторинг электрокардиосигнала (ЭКС) [1]. Система оперативного слежения позволяет накапливать информацию о состоянии сердца и диагностировать заболевание на ранних стадиях его развития посредством контроля отклонения параметров распределения при работе сердца от «штатного» состояния. Случайный характер ЭКС обусловлен вероятностным поведением биологического объекта, так как работа биологической системы зависит от множества внутренних процессов и внешних воздействий. При условии вероятностного поведения биологического объекта неотъемлемая часть мониторинга состоит в получении статистических параметров на основе обработки ЭКС.

Классические методы исследования и анализа биологической системы, к чему относится сердце, основаны на описании случайных воздействий с помощью корреляционных функций и функции спектральной плотности. Проблемы технической реализации классических методов анализа определены значительными временными затратами, использованием сложного оборудования, применением дополнительных материальных средств при проведении мониторинга. В таких условиях мониторинг приходится осуществлять в условиях априорной неопределенности о действующих возмущениях, что подобно «информационному вакууму» [3]. Состояние сердца характеризуется наличием различных случайных по своей природе процессов, обуславливающих неопределенность его физиологических характеристик. В этих условиях наблюдаемые значения в любой момент времени подчиняются характерному распределению, что обуславливает целесообразность использования методов статистики при обработке результатов мониторинга путём наблюдения за изменением параметров распределения. Для описания неупорядоченности результатов в последнее время находит широкое распространение информационная энтропия наблюдаемых результатов [4].

Особенность оценки неопределённости объекта с помощью ограниченного набора информационных характеристик, однозначно определяющих его энтропию, создаёт новые возможности для эффективного мониторинга, прогнозирования и управления [5].



Независимый способ определения уровня неопределённости для состояния объекта, в данном случае ЭКС, состоит в оценке вероятностной энтропии $H(y)$ наблюдаемого свойства y

$$H(y) = - \int_{-\infty}^{\infty} f(y) \ln f(y) dy. \quad (1)$$

где $f(y)$ – плотность распределения значений наблюдаемого свойства.

Для задания меры энтропийного потенциала используют половину диапазона равномерного распределения, имеющего такую же энтропию, как и закон распределения наблюдаемого параметра [3].

$$\Delta_3 = \frac{1}{2} \exp(H(y)). \quad (2)$$

Энтропийный потенциал Δ_3 , рассчитанный с помощью выражения (2) для произвольного распределения случайной величины, является своеобразной характеристикой уровня нестабильности объекта: чем больше уровень нестабильности объекта, тем больше энтропийный потенциал Δ_3 [3]. Выражение для расчёта энтропийного потенциала по выборке результатов мониторинга ЭКС при равномерном выборе интервалов группирования данных Δx [6], имеет вид:

$$\Delta_3 = \frac{1}{2} \Delta x \cdot N \cdot \exp\left(-\frac{1}{N} \sum_{j=1}^m n_j \cdot \ln(n_j)\right). \quad (3)$$

Взаимосвязь энтропийного потенциала с характеристиками разброса выборки результатов мониторинга позволяет использование выражения (3) для расчёта энтропийного потенциала в алгоритмах обработки результатов при мониторинге электрофизиологических характеристик сердца.

В пространстве, заданном энтропийным потенциалом и среднеквадратическим отклонением (СКО), положение объекта удобно характеризовать с помощью энтропийно-параметрического потенциала (ЭПП), под которым понимается мера неопределённости объекта, равная расстоянию от центра координат пространства до точки положения объекта. Выражение для энтропийно-параметрического потенциала имеет вид:

$$\Delta_{\text{ЭП}} = \sqrt{0,5 \cdot (\Delta_3^2 + \sigma^2)}. \quad (4)$$

Анализ результатов мониторинга связан с определением аппроксимирующих функций ЭКС. На рис.1. дана иллюстрация особенностей выбора параметров формы аппроксимирующей функции с заданной формой. При проведении мониторинга определена точка 1 положения выборки результатов мониторинга в осях энтропийного потенциала и среднего квадратического разброса. Априорно до проведения мониторинга выбрана форма аппроксимирующей функции, положение возможных значений которой в осях энтропийного потенциала и неопределённости СКО иллюстрирует линия 2. Пунктирные линии 3 и 4 иллюстрируют эквипотенциалы для энтропийного потенциала и неопределённости СКО. Пересечение эквипотенциалов 3 и 4 с линией положения значений аппроксимирующей функции 2 задает положение точек оптимального состояния системы при минимизации относительно неопределённости СКО и при ми-



нимизации энтропийного потенциала соответственно. Эквипотенциальная кривая ЭПП задана формой окружности, радиус которой равен ЭПП, рассчитанному для выборки результатов мониторинга.

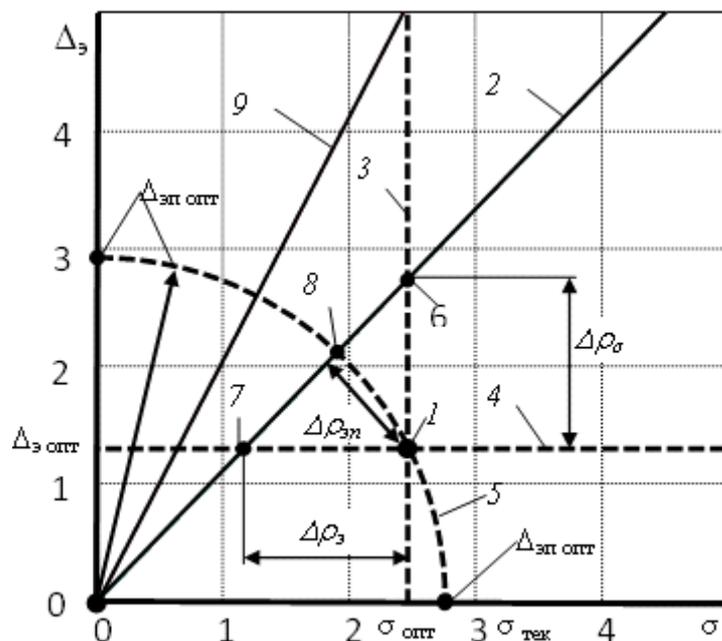


Рис.1. Эквипотенциальные линии для выборки результатов

На рисунке цифрами обозначены:

- 1 – зависимость энтропийного потенциала от среднего квадратического разброса для распределений с известным параметром формы;
- 2 – точка положения выборки результатов мониторинга в осях энтропийного потенциала и среднего квадратического разброса;
- 3, 4, 5 – эквипотенциальные линии для потенциала параметра неопределённости СКО, для энтропийного потенциала и для ЭПП соответственно;
- 6, 7, 8 – точки оптимального состояния системы при минимизации потенциала неопределённости СКО, при минимизации энтропийного потенциала и при минимизации ЭПП;
- 9 – линия нормального распределения.

Из рассмотрения рис. 1. следует, что минимальное расстояние между точкой 1 положения выборки результатов мониторинга и линия 2 положения возможных значений параметров аппроксимирующей функции определяет пересечение эквипотенциальной линии, соответствующей мере ЭПП

$$\Delta_{\text{ЭП}}(x) - \Delta_{\text{ЭП}}(y) \rightarrow \min. \quad (5)$$

Качественно новый результат получается при применении ЭПП к случайной величине разности векторов выборки результатов измерений и выборки аппроксимирующей функции.

В этом случае мера расстояния между выборками случайных величин заданная с помощью ЭПП, при наложении параметров выборок стремится к нулю. Поэтому при поиске оптимальных параметров достаточно положить, что



ЭПП выборки разностей результатов мониторинга аппроксимирующей функции стремится к минимальному значению:

$$\Delta_{\text{ЭП}}(x - y) \rightarrow \min. \quad (6)$$

Таким образом, ЭПП является эффективным инструментом при математическом моделировании по результатам мониторинга электрофизиологических параметров сердца. Его применение к возможно как при высоких, так и при низких значениях коэффициента энтропии. При этом стоит учесть, что аппроксимация с помощью ЭПП имеет лучшее качество, чем с помощью потенциала неопределённости СКО или энтропийного потенциала в отдельности. Данный факт обусловлен тем, что выборка результатов мониторинга в пространстве энтропийной и параметрической неопределённости при аппроксимации с помощью ЭПП находится на минимальном расстоянии от линии положения реализаций аппроксимирующей функции с заданной формой.

Литература

1. Федотов А.А., Акулов С.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. – М.: Радио и связь, 2013. – 248 с.
2. Карлюк Е.С. Проектирование современных средств регистрации биомедицинских сигналов и мониторинга./ Карлюк Е.С., Ткаченко В.Л., Фесечко В.А. // Электроника и связь, ч.1, 2008., С.166 – 171.
3. Лазарев В.Л. Энтропийный подход к организации мониторинга и управления. / Известия РАН. Теория и системы управления. 2005. №6, с. 61–68.
4. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Часть 1. Общая теория измерения. – СПб.: Питер, 2010. – 192 с.
5. Полосин, В.Г., Бодин О.Н. Применение энтропийно – параметрического потенциала для мониторинга результатов электрофизиологических характеристик сердца / Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2015. – № 4. – С. 3-9.
6. Полосин В.Г. Статистические методы построения фазовых траекторий электрокардиосигнала / Полосин В.Г., Бодин О.Н., Балахонова С.А., Рябчиков Р.В. Фундаментальные исследования. – №12. – 2014. – С.2660–2665.

О.Н. Бодин, С.А. Балахонова, А.С. Сергеенков, А.Г. Убиенных, П.П. Чураков

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

(Пензенский Государственный Университет)

Качественное и своевременное оказанием медицинской помощи является приоритетной задачей современного здравоохранения. Своевременность достигается проведением мониторинга состояния здоровья населения. Для этого раз-



рабатываются медицинские информационные системы (МИС), обладающие функциональной гибкостью и позволяющие моделировать взаимодействие пациента с учреждением здравоохранения.

Для реализации подобных систем применяются многоагентные технологии, представляющие собой агентов, связанных друг с другом и окружающей средой. При этом каждый агент представляет собой автономную программу, способную к самостоятельному поведению, направленному на реализацию поставленных задач [1].

Многоагентные технологии применяются для решения задачи распределения ресурсов медицинского учреждения и для оказания пациентам качественной и своевременной медицинской помощи [2].

Сведения о пациентах представляют собой большой объем медицинских данных. Системы, применяемые в медицинских учреждениях позволяют выполнять обработку данных, но эффективное распределение ресурсов не поддерживается [3].

Данные о пациентах поступают в МИС и сохраняются в базе данных. При этом в базе данных есть соответствие пациентов и необходимых им услуг (рисунок 1).

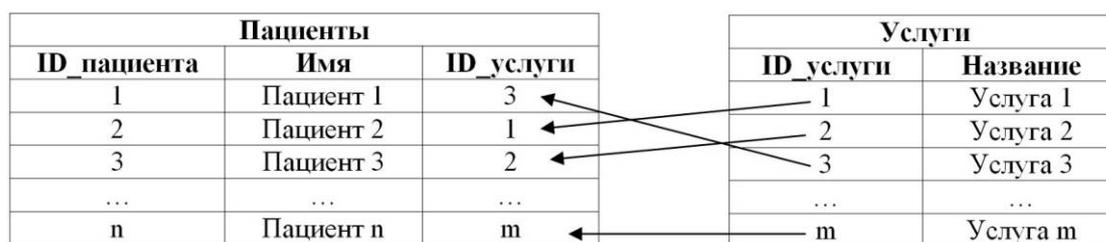


Рисунок 1 – Структура связей в базе данных

Одному пациенту может соответствовать несколько услуг. При ограниченности услуг медицинского учреждения и неограниченности потока пациентов, возникает необходимость оптимального распределения ресурсов медицинского учреждения между пациентами [4].

Система мониторинга диагностики сердечно-сосудистых заболеваний представляет собой двухуровневую модель:

- на первом уровне рассматриваются все медицинские учреждения выбранного города и пациента, нуждающиеся в медицинской помощи;
- на втором уровне рассматриваются все услуги выбранного медицинского учреждения и все пациенты, проходящие диагностику и лечение в выбранном медицинском учреждении.

Первый уровень представлен на рисунке 2. На рисунке 2 показано расположение медицинских учреждений и пациентов, проходящих процедуру мониторинга на карте города. Красным цветом отмечены пациенты, проходящие процедуру мониторинга, синим цветом обозначены медицинские учреждения [5].

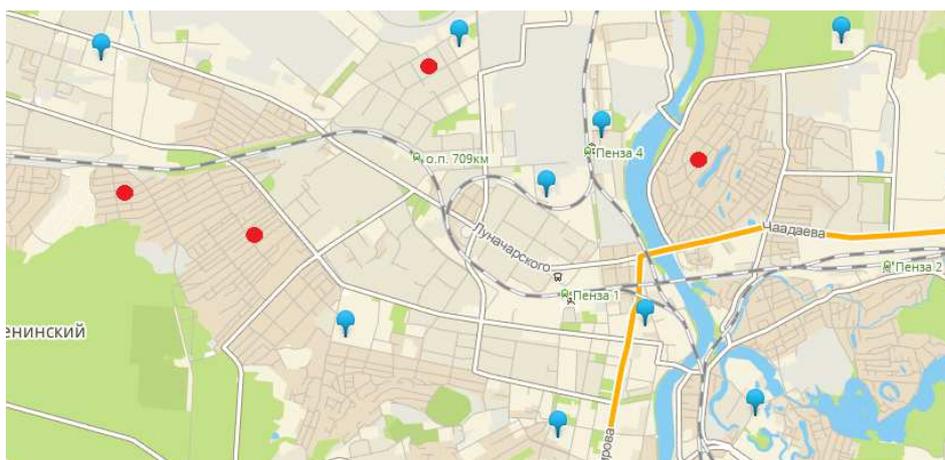


Рисунок 2 – Расположение медицинских учреждений и пациентов, проходящих процедуру мониторинга на карте города

Второй уровень представлен на рисунке 3. На рисунке 3 представлены две группы агентов: пациенты и услуги.

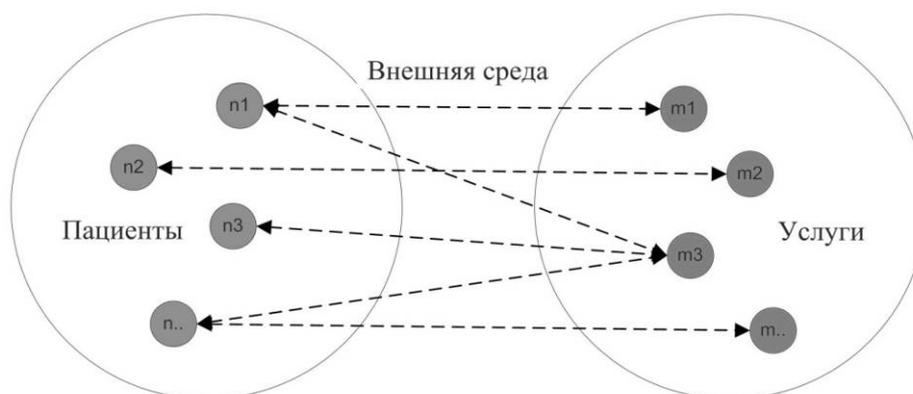


Рисунок 3 – Представление взаимодействия агентов в системе

Из рисунка 3 видно, что при большом потоке пациентов возникает нехватка ресурсов медицинского учреждения и вопрос приоритетности и очередности оказания медицинской помощи становится актуальным.

Система находит соответствие между возможностями медицинского учреждения оказания медицинской помощи и потребностями пациента в получении медицинской помощи или услуги. Агенты представляют собой систему, взаимодействуя между собой и с окружающей средой [1].

Задача многоагентной системы заключается в нахождении соответствия и взаимодействия между группами агентов, при этом, важнейшим принципом является приоритет очередности оказания медицинской помощи конкретному пациенту. Это является актуальной задачей в силу ограниченности ресурсов медицинского учреждения и возможного неограниченного потока пациентов.

Таким образом, предлагаемая система на основе многоагентных технологий позволит эффективно распределять ресурсы медицинского учреждения между пациентами и повысить качество оказания медицинской помощи.



Литература

1. Сергеевков А.С. Применение многоагентных технологий для реализации подсистемы мониторинга пациентов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С.592-595.
2. Бодин О.Н., Сергеевков А.С. Использование многоагентной технологии в компьютерной диагностической системе «Кардиовид» // Сборник тезисов XII международного конгресса «Кардиостим». – Санкт-Петербург, 2016. – С.224.
3. В.И. Городецкий, О.В. Карсаев, В.В. Самойлов, Серебряков, С.В. Инструментальные средства для открытых сетей агентов. Известия РАН. "Теория и Системы Управления", Москва: Наука, 2008, №. 3. – С. 106-124.
4. В.И. Городецкий. Самоорганизация и многоагентные системы. I. Модели многоагентной самоорганизации. Известия РАН "Теория и системы управления", 2012, № 2, с. 92–120.
5. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям. М.2002, с.112-114.

Д.С. Бурков, В.Н. Гришанов, К.В. Черепанов

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МЕДИЦИНСКОГО ФЛУОРИМЕТРА

(Самарский университет)

Флуоресцентные исследования кожи *in vivo* с диагностическими целями интенсивно внедряются в медицинскую практику. Кожный покров человека является своеобразным аккумулятором конечных продуктов гликирования (КПГ), которые отражают процессы, происходящие в организме человека. Наибольшее распространение автофлуоресцентная диагностика кожи (АФК) получила в прогнозировании смертности при диабете [1], острой ишемической болезни сердца [2] и определении биологического возраста кожи [3]. Измерение интенсивности АФК не требует дополнительных материальных и временных затрат и травмирующих пациента процедур.

Диагностические флуориметры в России серийно не производятся, импортные приборы большинству клиник недоступны, поэтому разработка портативного, простого в обращении и легко тиражируемого оборудования для измерения интенсивности флуоресценции кожи весьма актуальна.

В Самарском университете при участии авторов настоящей работы был создан малобюджетный диагностический флуориметр [4], схема которого приведена на рис. 1. Возбуждающее АФК излучение 9 ультрафиолетового (УФ) светодиода 1 проходит через очищающий светофильтр 2 и защитное стекло 3, к которому снаружи прикладывается внутренняя сторона предплечья - флуорес-



цирующий объект исследования 4. Назначение очищающего светофильтра 2, установленного в возбуждающей ветви оптической схемы, состоит в подавлении паразитного длинноволнового излучения, спектр которого накладывается на спектр АФК. Часть рассеянного кожей предплечья возбуждающего и флуоресцентного излучений 10 через отрезающий светофильтр 5 падает на фотодиод, измеряющий интенсивность АФК 6. Назначение отрезающего светофильтра 5 состоит в подавлении упруго рассеянного кожей УФ излучения возбуждения АФК.

В компенсационном фотоприёмном канале также используется фотодиод 11 без отрезающего светофильтра, т.е. на его светочувствительную площадку попадает как излучение АФК, так и ни чем не ослабленное упруго рассеянное кожей излучение 10. Поскольку интенсивность излучения АФК, как минимум, на 4 порядка слабее интенсивности возбуждающего излучения, то естественно предположить, что ток фотодиода 11 будет пропорционален интенсивности упруго рассеянного излучения. Все элементы оптической схемы размещены внутри светонепроницаемого металлического кожуха 8. Внутри кожуха размещена и плата электроники 7. Наличие компенсационного канала обусловлено необходимостью учёта индивидуальных различий в оптических свойствах кожи пациентов.

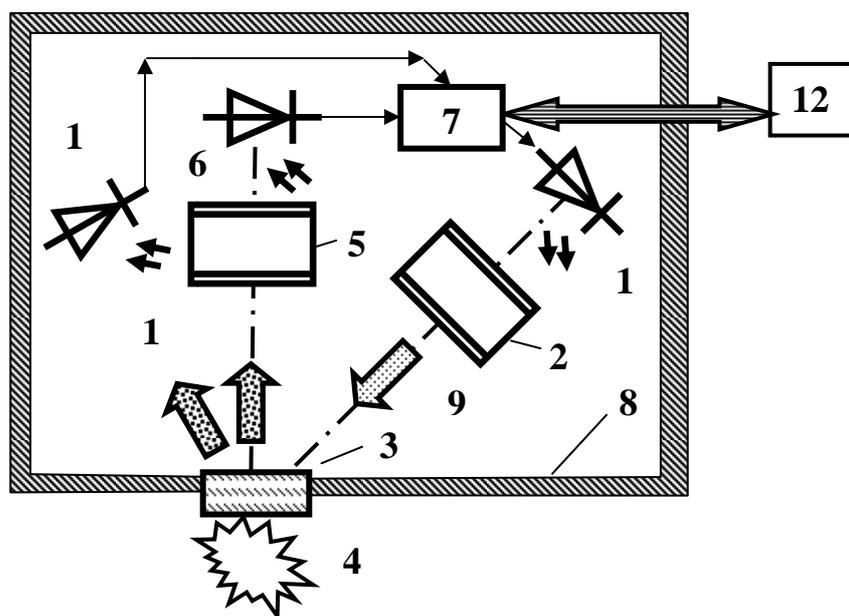


Рис. 1. Структурная схема портативного измерителя флуоресценции с опорным каналом на упругом рассеянии: 1 – УФ-светодиод; 2 - очищающий светофильтр; 3 - защитное стекло; 4 - объект исследования; 5 - отрезающий светофильтр; 6 – фотодиод, измеряющий интенсивность АФК; 7 - плата электроники с микроконтроллером; 8 – металлический кожух; 9 - поток энергии возбуждения; 10 – рассеянный в сторону фотоприёмников поток излучения; 11 – компенсационный фотодиод; ПК – персональный компьютер

Диагностическим параметром флуориметра является отношение токов фотодиодов 6 и 11:

$$AUF = k(I_f / I_b), \quad (1)$$



где I_f - ток фотодиода б, обусловленный АФК; I_b – ток компенсационного фотодиода 11; $k = const$ – коэффициент пропорциональности, постоянная для конкретного прибора величина.

Флуориметр состоит из оптико-электронного блока размерами 153×83×51 мм и компьютера, соединённых кабелем через USB порт. Для проведения качественного анализа и количественной обработки результатов необходимо программное обеспечение, которое позволит визуально представить, выполнить математические вычисления и систематизировать полученные данные с флуориметра. Программное обеспечение для управления флуориметром разрабатывалось в пакете Microsoft Visual Studio на языке высокого уровня С# в среде .NET Framework. С# - это простой, современный, строго типизированный объектно-ориентированный язык программирования [5]. На подавляющем большинстве компьютеров стоит операционная система Windows включающая в себя .NET Framework, которая гарантирует корректную работу приложения написанного на языке С# на любом компьютере с этой операционной системой.

На данном этапе разработки программное обеспечение (ПО) позволяет через порт USB и микроконтроллер прибора управлять параметрами каналов возбуждения и приёма АФК, продолжительностью диагностической процедуры и передачей оцифрованных сигналов интенсивности АФК в компьютер. Данные поступают в ПК с двух каналов, сначала идут данные с первого канала младший и старший байт, затем данные со второго канала младший и старший байт.

Для соблюдения последовательности получения данных, в программе добавлено условие проверки последовательности принятых байт. При нарушении последовательности данные не запоминаются и отсчёт повторяется. Тестирование программы показало, что необходимо добавить ряд проверок, которые будут препятствовать ошибочной или неправильной записи данных о пациенте и сборе статистики. Так, нельзя запустить программу без правильно заполненных полей о пациенте: ФИО, возраст, диагноз. В каждое поле добавлена проверка на вводимые символы, данное ограничение свело к минимуму ошибку в написании возраста и ФИО пациента.

ПО имеет 3 режима работы, ручной режим, когда время работы или количество отсчетов ограничивает оператор, таймер или количество отсчетов, принятых программой. На экране компьютера отображаются временные диаграммы сигналов АФК и компенсационного, позволяющие врачу отслеживать их динамику во время процедуры. По мере поступления отсчётов с оптико-электронного блока, производится их стандартная статистическая обработка [6] и расчёт диагностического параметра (1). Применение метода асинхронной работы программы и лямбда выражения дало возможность отрисовывать графики, выполнять математические операции и сохранять данных по мере поступления отсчетов на компьютер. Результаты обработки выводятся по окончании процедуры: среднее арифметическое значение интенсивности АФК, компенсационного канала и диагностического параметра и их коэффициенты вариации. Окно программы представлено на рис. 2.

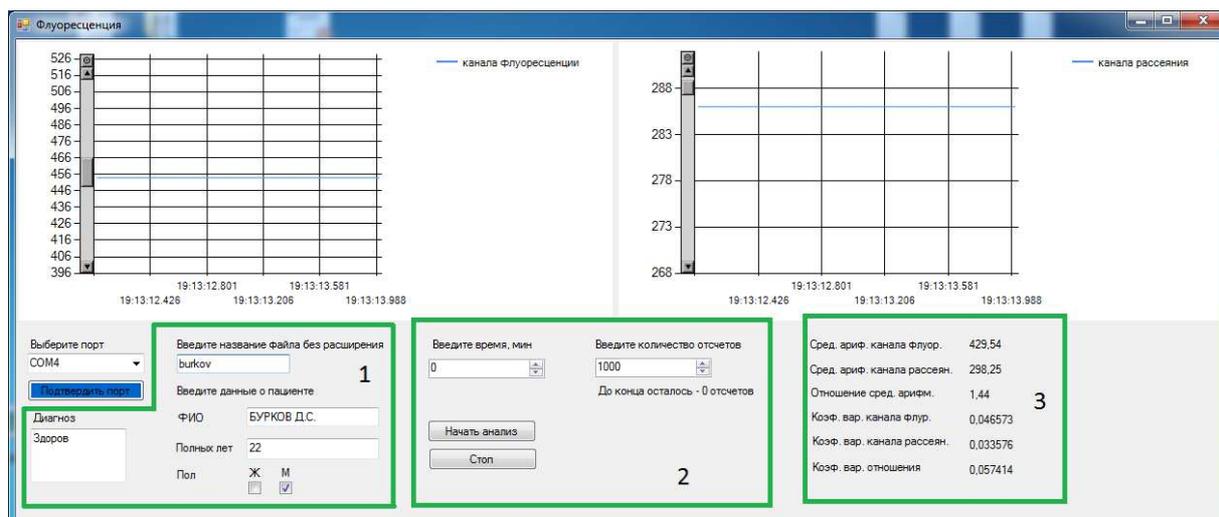


Рис. 2. Окно программы диагностического флуориметра: 1 - данные о пациенте; 2 - режимы диагностики; 3 - результаты диагностики

После обработки, данные сохраняются в виде файла, содержащего ряды значений сигнала АФ и моменты времени фиксации этих значений. Пример выходного файла программы представлен на рис. 3.

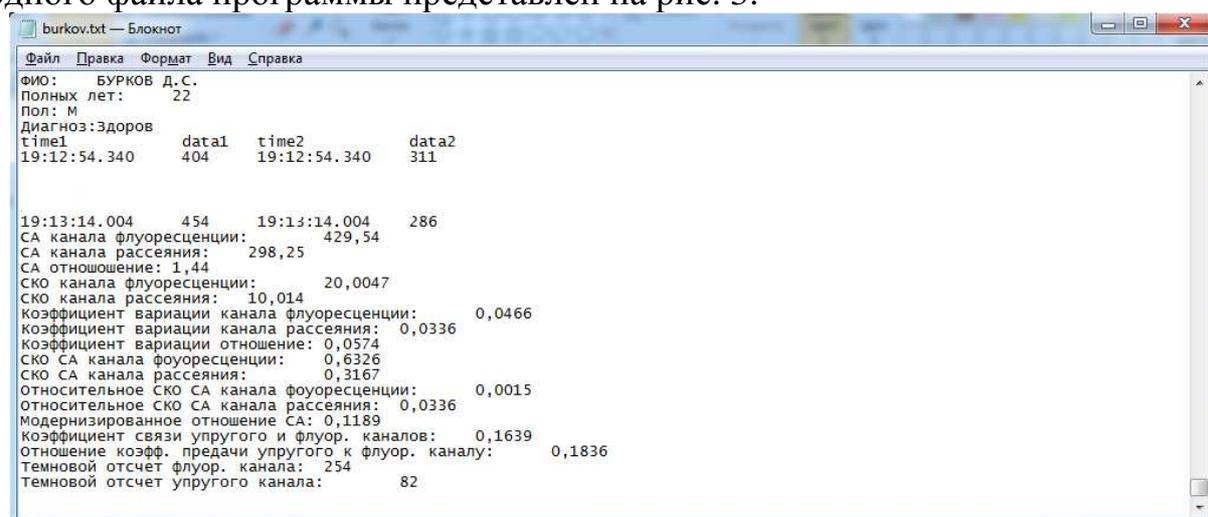


Рис. 3. Выходной файл

Разработанное ПО успешно установлено на 5-и задействованных в экспериментах компьютерах в вузе и клинике. В ПО предусмотрены проверки для предотвращения неправильного заполнения полей и выбора режимов работы, добавлена автоматическая пауза при высокой фоновой засветке фотодиодов во время процедуры. ПО продемонстрировало свою работоспособность при проведении более 500 диагностических процедур как в условиях вуза, так и в условиях клиники.

Литература



1. Meerwaldt R., Graaff R., Oomen P. H. N. et al, Simple non-invasive assessment of advanced glycation endproduct accumulation // *Diabetologia* 2004, v. 47, 1324 – 1330.
2. Mulder D.J., van Haelst P.L., Graaff R., et al. Skin autofluorescence is elevated in acute myocardial infarction and is associated with the one-year incidence of major adverse cardiac events // *Netherlands Heart Journal* 2009 v. 17(4), 162 – 168.
3. Папаян Г.В., Петрищев Н.Н., Крылова Е.В. и др. Метод оценки биологического возраста кожи с помощью флуоресцентного мультиспектрального видеодерматоскопа // *Оптический журнал*, 2010, т. 77, № 2, с. 60 – 67.
4. Kornilin D.V., Grishanov V.N., Zakharov V.P., Burkov D.S. Portable fluorescence meter with reference backscattering channel. *Proc. SPIE*, 2016; 9961. 99610C: 1-8. doi:10.1117/12.2237135.
5. Павловская Т.А., С#. Программирование на языке высокого уровня. Учебник для вузов. СПб. Питер, 2009. - 432 с: ил.
6. Петри А., Сэбин К. Наглядная медицинская статистика. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 172 с.

З.М. Гизатуллин, А.О. Архипов

ОРИГИНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НОСИМОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

(Казанский национальный исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В настоящее время носимая электроника (смартфоны, планшеты, умные часы, фитнес браслеты и т.п.) получили широчайшее распространение. При этом, еще более быстрее расширяется их функциональность, которая в основном обеспечивается за счет большого количества разных встроенных датчиков.

Целью данной работы является анализ возможностей встроенных в носимые электронные средства датчиков и выработка предложений по их оригинальному применению для мониторинга параметров здоровья человека.

Наиболее распространенными датчиками, встроенными в носимую электронику являются: акселерометр, гироскоп, датчик сердцебиения [1, 2].

Акселерометры измеряют ускорение устройства – вес на единицу массы по отношению к силе тяготения Земли на уровне моря. Существует множество типов акселерометров: оптические, магнитно-индукционные, лазерные и др. Современные портативные устройства обычно оснащаются акселерометрами на основе микроэлектронных механических систем (МЭМС).

Характеристики акселерометров:

- количество осей: количество осей ускорения в евклидовом пространстве, по которым акселерометр измеряет ускорение. Для двухмерного позиционирования достаточно двух осей; акселерометр выдает значения ускорения по



осям x и y . Для трехмерного позиционирования нужны три оси; акселерометр выдает значения ускорения по осям x , y и z ;

- максимальный диапазон: диапазон между максимальным и минимальным измеряемыми значениями ускорения. Обычно это ± 2 g, ± 4 g, ± 6 g или даже ± 24 g;
- чувствительность: насколько сильно изменяется выходной сигнал акселерометра при заданном изменении ускорения;
- частота дискретизации выходных данных: частота замеров ускорения;
- диапазон рабочих температур: при какой температуре акселерометр может выдавать достоверные данные. Для МЭМС акселерометров, используемых в портативных устройствах, диапазон рабочих температур обычно составляет от -40 до $+85$ градусов по Цельсию.

Современные MEMS-гироскопы устроены идентично акселерометрам. В них значения ускорений по осям пересчитываются в значения углов поворота – конструкция примерно та же, но на выходе другая величина [3]. Гироскоп измеряет угловую скорость и вращательное движение, могут быть механическими и оптическими. Единицей измерения является рад/с.

Технические характеристики МЭМС-гироскопов:

- диапазон(от ± 50 град/с до ± 20000 град/с);
- чувствительность: насколько сильно изменяется выходной сигнал;
- тип выхода (аналоговый, постоянный);
- частота дискретизации данных;
- погрешность измерения;
- рабочая температура(от -40 до 105 градусов по Цельсию).

Многие современные устройства имеют датчик измерения пульса, или же датчик сердцебиения, устройство которого может различаться [4]. Оптический – это самый распространённый способ измерения пульса с точки зрения массового применения. Сужение и расширение сосуда под действием артериальной пульсации кровотока вызывают соответствующее изменение амплитуды сигнала, получаемого с выхода фотоприемника. Самые первые устройства были применены в клинике и измеряли пульс с пальца в режиме просвета или отражения. Форма пульсовой кривой повторяет реограмму.

Возможности представленных выше датчиков далеко не исчерпываются только теми задачами, которые уже решаются на сегодняшний день. Концептуально рассмотрим возможное их оригинальное применение.

Стандартный датчик для измерения пульса можно применить для измерения насыщенности кислородом крови, так называемой пульсоксиметрии [4]. Стандартный пульсоксиметр имеет периферический датчик, в котором находится источник света двух длин волн – 660 нм («красный») и 940 нм («инфракрасный»). Степень поглощения зависит от того, насколько гемоглобин крови насыщен кислородом (каждая молекула Hb способна присоединить максимум 4 молекулы кислорода). Фотодетектором регистрируются изменения цвета крови в зависимости от этого показателя. То есть, стоит только лишь изменить длину



волны обычного пульсометра и можно измерить насыщенность крови кислородом. Это важно для выявления таких болезней как: анестезиология; хроническая обструктивная болезнь лёгких; саркоидоз; туберкулёз [5]. Так же от насыщенности крови кислородом зависит работоспособность человека.

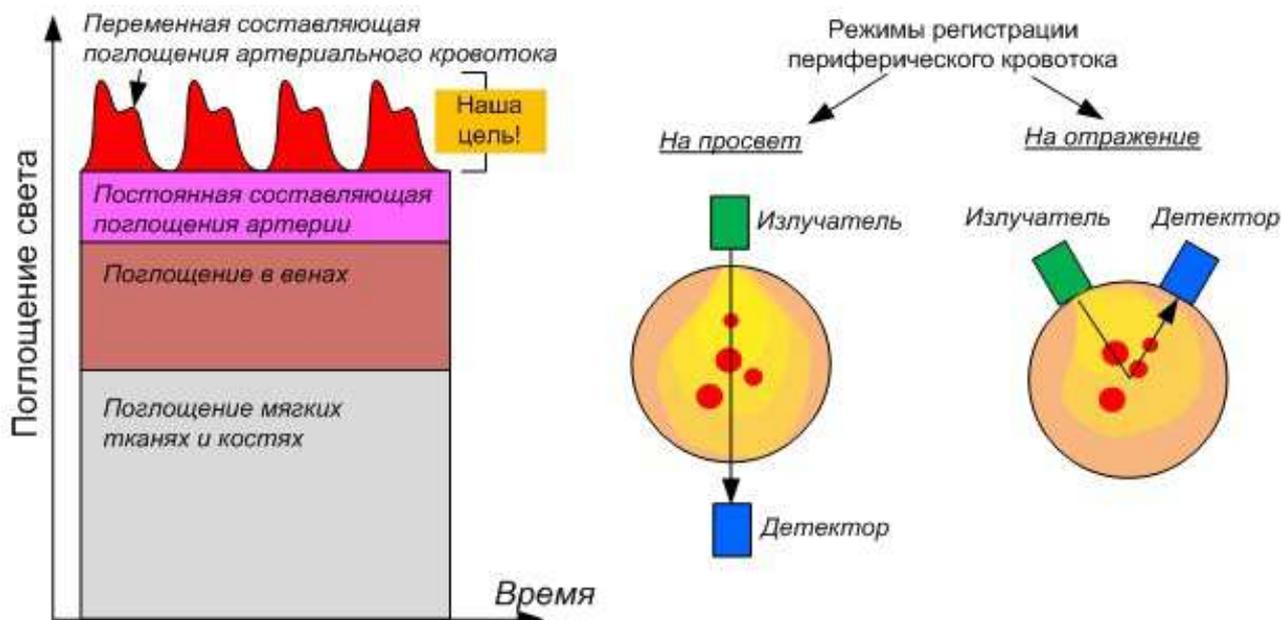


Рис. 1. Оптический принцип измерения пульса

Если встроенный в портативное устройство датчик позволяет работать в инфракрасном диапазоне, то данный световой диапазон позволяет «просвечивать» человеческое тело в 10 раз глубже, чем в случае с обычным датчиком. В результате с помощью такого датчика можно измерять уровень воды в организме человека, что является важным параметром для сохранения здоровья.

С помощью обычного датчика сердцебиения также можно измерять и уровень стресса человека, ведь пульс повышается при наличии страха, тревоги, испуга и других эмоциональных переживаний. Встроенные в браслеты датчики, например прикрепленные на ногу маленького ребенка, могут оповещать родителей по смартфону о движении ребенка во время сна, что важно для его здоровья.

Возможно применение указанных датчиков при занятии спортом с помощью спортивного инвентаря с использованием гироскопа и акселерометра. Например, футбольный мяч, запоминающий траекторию полета, весло для гребли, запоминающее движение весла и т.п. Чехол для смартфона с собственным акселерометром и устройством, действующим по принципу подушки безопасности, позволяет сохранить дорогое устройство при падении.

Таким образом, это далеко не исчерпывающий список возможных оригинальных применений встроенных датчиков носимой портативной электроники, позволяющий существенно расширить их возможности для мониторинга параметров здоровья человека.



Литература

1. Виглеб Г. Датчики. Устройство и применение. Москва. Издательство «Мир», 1989.
2. Использование акселерометра в Metro-приложениях Windows 8* и пример обработки постукивания. <https://software.intel.com/ru-ru/articles/using-accelerometer-in-windows-8-metro-style-app-and-a-case-study-of-tap-detection>.
3. MEMS: микроэлектромеханические системы, часть 1. <https://3dnews.ru/600098>
4. Как умные часы, спортивные трекеры и прочие гаджеты измеряют пульс? Часть 1. https://geektimes.ru/company/darta_systems/blog/246856/
5. Александрович Ю.С., Гордеев В.И., Пшениснор К.В. Неотложная педиатрия. Учебное пособие. – СпецЛит, 2010.

Н.С. Давыдов

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЩЕГО СТАНДАРТНОГО СЕГМЕНТА ЭКГ-СИГНАЛА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В современном мире задача комплексной диагностики организма является крайне актуальной задачей. Для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний используются различные методы, основанные на применении различных преобразований и приведении сигнала к виду, в котором его удобно анализировать и обрабатывать. В данной работе предлагается новый метод приведения сигнала к приемлемому для обработки виду, который заключается в вычислении общего сегмента для всего сигнала. Вычисление общего сегмента основано на приведении каждого сегмента к стандартному виду и усреднении полученного набора. В процессе разработки был использован метод выделения R-зубцов ЭКГ-сигнала, основывающийся на применении преобразования Гильберта и полосового фильтра.

Первым шагом в приведении сегмента к стандартному виду является нормализация амплитуды и её перенос в интервал от нуля до единицы. Изначально сегмент сигнала имеет максимум и минимум, отличающиеся от требуемых и находящиеся в интервале $[-1;1]$. Для сдвига сегмента требуется вычесть минимальное его значение из каждого отсчёта сигнала:

$$f_j^1 = f_{ji} - \min(f_j), \quad i = \overline{1, N},$$

где N – количество отсчётов в j -ом сегменте, f_j – вектор исходных значений сегмента, $\min(f_j)$ – минимальное значение в j -ого сегмента, f_j^1 – смещённый j -ый сегмент.



Далее для того, чтобы максимум сегмента не превышал единицы, требуется поделить полученный смещённый сегмент на максимальное значение сегмента после смещения:

$$f_j^2 = \frac{f_{ji}^1}{\max(f_j^1)}, \quad i = \overline{1, N},$$

где N – количество отчётов в j -ом смещённом сегменте, f_j^1 – вектор исходных значений смещённого сегмента, $\max(f_j^1)$ – максимальное значение смещённого j -ого сегмента, f_j^2 – нормализованный j -ый сегмент.

В результате, будет получен сигнал с амплитудой, находящийся в границах от нуля до единицы (рис. 1).

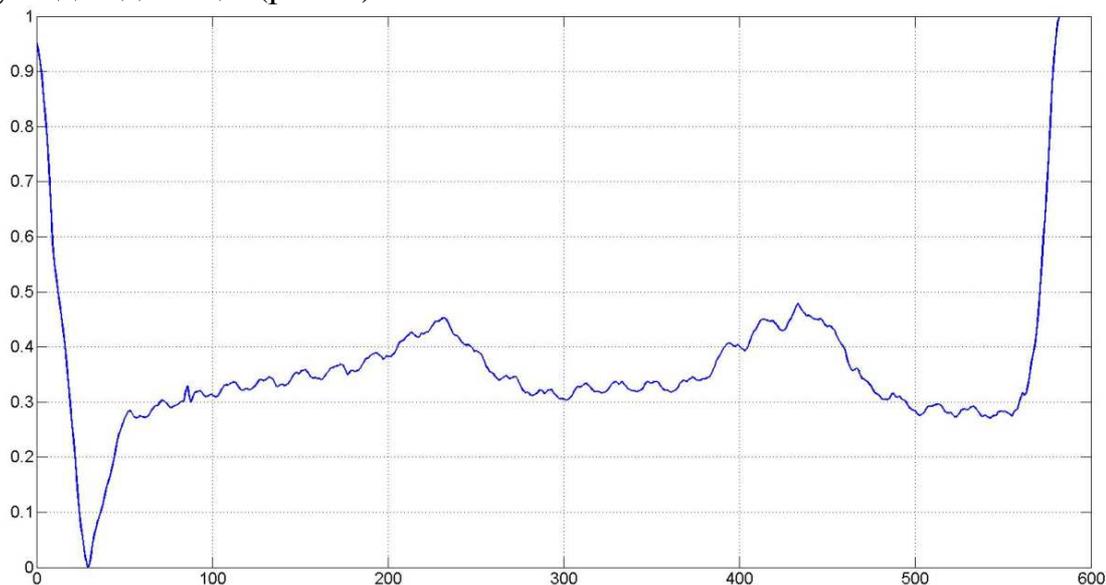


Рис. 1. Нормализованный сегмент сигнала

Длина сегмента или количество отсчётов в сегменте сигнала – одна из варьирующихся величин. У каждого из сегментов сигнала могут быть разные длины, отличающиеся на небольшую неизвестную величину. Подобная неопределённость с количеством отсчётов в сегменте является препятствием при дальнейшем вычислении общего сегмента. Для того чтобы привести все длины сегментов сигнала к единому значению, требуется провести интерполяцию каждого из них. Исходный фрагмент является набором точек, также как и интерполированный, однако обработанный фрагмент будет содержать, предположительно, меньшее количество точек в том же диапазоне. Перед применением интерполяции, исходный сегмент был смещён к нулю относительно оси абсцисс путём вычитания первого значения временной координаты, после извлечения из сигнала. В ходе интерполяции рассматриваются значения новых точек начиная со второго и заканчивая предпоследним, так как крайние значения должны совпадать с известными значениями сегмента. Далее, в случае попадания точки между двумя точками исходного интервала, между этими двумя точками проводится прямая, на пересечении с которой находится значение амплитуды в новой сформированной точке. Вычисления проводятся по следующим формулам:



$$\begin{cases} y_1 = kx_1 + b \\ y_2 = kx_2 + b, \\ y_3 = kx_3 + b \end{cases}$$

где y_1, y_2, x_1, x_2 – абсциссы и ординаты точек, известных из исходного сигнала, x_3 – известная абсцисса из формируемого сигнала, y_3 – искомая ордината формируемого сигнала.

В результате интерполяции будет получен сегмент с требуемым количеством точек (рис. 2).

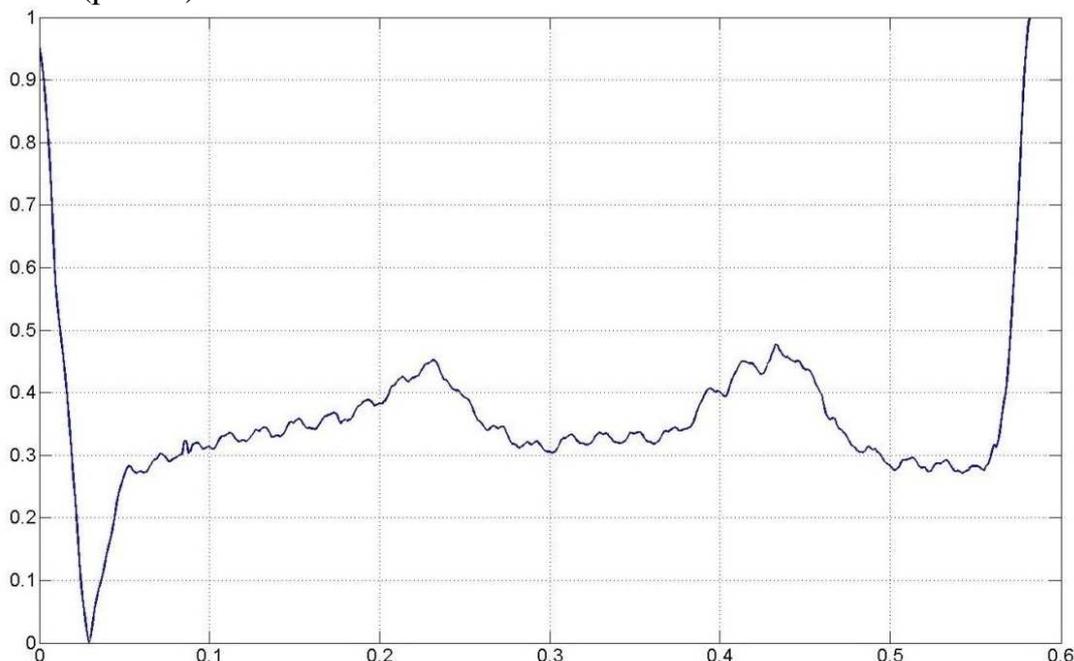


Рис. 2. Интерполированный сегмент сигнала

Последним шагом в приведении сегмента к стандартному виду является масштабирование всего сигнала с целью получения амплитуды равной единице на обоих концах сегмента. Для верного масштабирования, требуется, начиная с меньшего конца, умножать каждый из отсчётов на коэффициент, соответствующий отсчёту. Коэффициенты вычисляются по следующей формуле:

$$a_i = \frac{1}{\min(f_{j1}, f_{jN})} + \frac{1 - \frac{1}{\min(f_{j1}, f_{jN})}}{N} i, \quad i = \overline{1, N},$$

где N – количество отсчётов в j -ом сегменте, $\min(f_{j1}, f_{jN})$ – минимальное из значений амплитуды на левом и правом концах сегмента.

В результате всех проделанных шагов будет получен сегмент стандартного вида. Далее требуется повторить шаги для каждого из сегментов выбранного отведения ЭКГ-сигнала. После обработки каждого сегмента можно проводить усреднение для вычисления общего стандартного сегмента сигнала. Теперь это становится возможным, так как длины всех сегментов одинаковы, а амплитуды находятся в требуемом интервале $[0;1]$. Очевидно, что если наложить все стандартизированные сегменты, то общий сегмент, полученный после усреднения, будет являться линией тренда всех сегментов (рис. 3).

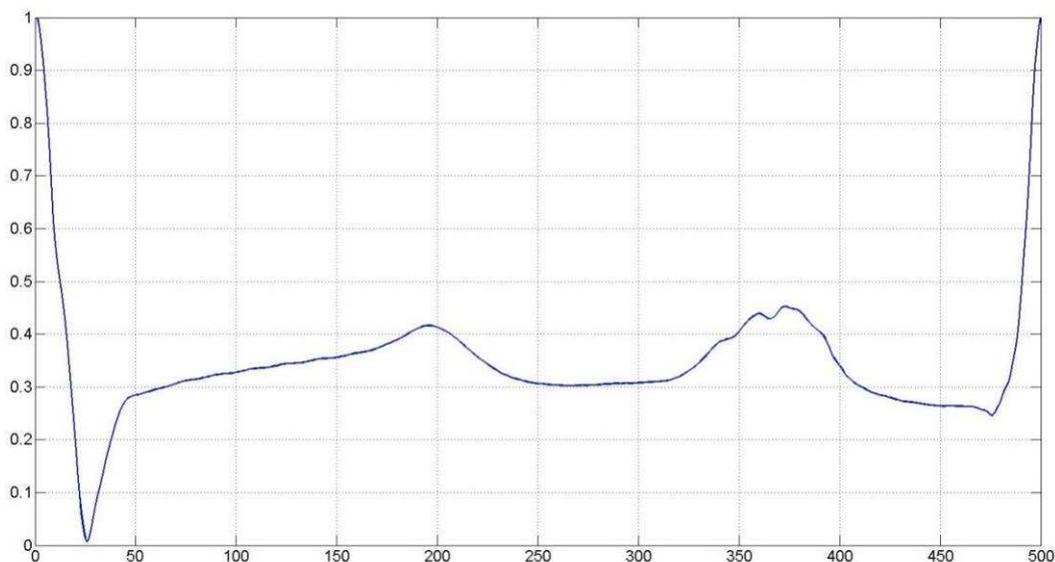


Рис. 3. Общий стандартный сегмент ЭКГ-сигнала

В этой работе были сформированы модель общего стандартного сегмента и метод его вычисления. В дальнейшем, на основе данного вида сегмента будут сформированы методы обнаружения заболеваний и правила работы классификатора. В ходе исследований было получено, что общие стандартные сегменты здоровых пациентов и пациентов с различными видами заболеваний различаются, что позволяет сформировать соответствующие правила для обнаружения сходства с тем или иным видом сердечно-сосудистых заболеваний или сходства с сегментами здоровых пациентов.

Литература

- 1 Fedotov, A.A. Effective QRS-Detector Based on Hilbert Transform and Adaptive Thresholding / A.A. Fedotov, A.S. Akulova, S.A. Akulov // IFMBE Proceedings. – 2016. - Vol 57. – P. 140-144.
- 2 Бахвалов, Н.С. Численные методы [Текст]:учеб. для вузов/ Н.С.Бахвалов, А.А.Корнев, Е.В. Чижанков. – М.: Лаборатория знаний. – 2016. – 352 с.
- 3 Самарский, А.А. Численные методы[Текст]: учеб.для вузов / А.А. Самарский, А.В. Гулин. – М.: Наука. – 1989. – 432 с.
- 4 Gersten, A. The RR interval spectrum, the ECG signal and aliasing / A. Gersten, O. Gersten, A. Ronen, Y. Cassuto. - Ben-Gurion University of the Negev. – 1999. – 17 p.



А.В. Дедушкин

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА БЕСПРОВОДНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

(КНИТУ им.А.Н.Туполева – КАИ)

Хотя бы раз в жизни каждый пациент сталкивался с проблемой беспомощности при необходимости коммутации «отстегнувшихся» многочисленных проводов медицинского назначения. Часто данная проблема возникает при холтеровском мониторинге. Разноцветное окрашивание проводов на практике помогает мало, учитывая и то, что пациент смотрит на себя в зеркальном отображении. Поэтому *актуальность* беспроводного мониторинга несомненна.

Автоматизация и внедрение прорывных инновационных технологий для мониторинга состояния живых систем, в особенности человека, является одной из насущнейших задач нашего времени. Область диагностирования и лечения заболеваний, основанная на параметрическом анализе показателей состояния человека, часто, из-за ограниченности информации и времени для их сбора и обработки, приводит к не совсем верным методикам лечения, вызванным несоответствием постановленного диагноза. Общепринятые методы сбора информации не позволяют получить большое количество данных от источника с высокой точностью, а их обработка является трудоемким и энергозатратным процессом. Влияние же ошибок оператора, в свою очередь, может привести к снижению достоверности результатов. Уменьшить влияние случайных факторов, повысить точность измерений, позволяет использование электронной системы сбора и обработки данных на основе меток Radio Frequency Identification (RFID).

Предлагается использовать малогабаритные RFID метки для *беспроводного дистанционного СВЧ* мониторинга состояния человека. Для унификации и снижения себестоимости на практике удобно использовать классическую систему радиочастотного опознавания, представляющего собой совокупность зависимых между собой функциональных узлов, связанных посредством радиоканала или линий передачи. Изначально, для того, чтобы RFID метка работала только в определенной системе, в кристалл заливается прошивка, содержащая основные инструкции и уникальный идентификационный номер, с помощью которого происходит доступ к терминалу. Сбор основных параметров состояния пациента выполняется либо с поверхности тела, либо изнутри, и ведется с помощью датчиков, изготовленных монолитно с интегральной схемой. Готовая метка радиочастотной идентификации вместе с источником питания заливается электропрозрачным компаундом, который предотвращает ее взаимодействие с локальными участками тканей пациента.

В целях обеспечения энергосбережения и увеличения срока эксплуатации в конструкции RFID метки предусмотрено два рабочих режима: маячковый и передачи. В первом режиме работы, транспондер через равные интервалы



лы времени сканирует пространство на присутствие метки. В случае нахождения метки радиочастотной идентификации в помещении, отправляется запрос на подтверждение. Следует отметить, что прием и передача информации ведется по радиоканалу на частоте 800-900МГц, при максимальной мощности передатчика метки 50мВт. Максимальное расстояние, при котором возможно устойчивое передача данных равняется 50 метрам. Как только осуществилась связь между приемником и передатчиком метка переходит в режим передача. Транспондер в свою очередь передает данные на центральный сервер. По идентификационному номеру RFID метки программа находит страницу пациента и начинает запись в базу показателей его состояния. Данный процесс происходит периодически, через определенный интервал времени. Продолжительность снятия показаний может задаваться из базы. Это говорит о том, что в случае необходимости процесс измерения может быть снова запущен. При таком режиме работы, срок службы RFID метки составляет минимум 6 лет.

Вывод: Предложено использовать RFID метки для беспроводного диагностирования и мониторинга состояния пациента. Относительно большие функциональные возможности RFID системы позволяют непрерывно или через фиксированные интервалы времени снимать показатели состояния человека и записывать их в базу для дальнейшего анализа.

А.В.Дедушкин, В.Р. Галиев, Д.И. Кузнецов

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОШЛЕЙФНЫХ И ГИБРИДНЫХ МОСТОВ ДЛЯ СВЧ МЕДАППАРАТУРЫ

(КНИТУ им. А.Н.Туполева – КАИ)

В силу парности многих человеческих органов, в частности синусных полостей, для лечения и диагностики которых применяются ВЧ и СВЧ частоты, необходимо разделить ВЧ/СВЧ сигнал пополам, что реализуют т.н. СВЧ *мостовые* схемы. Известны многочисленные конструкции СВЧ многошлейфных и гибридных мостов. Несмотря на хорошую надежность и эксплуатационные показатели они мало приспособлены для эффективных прикладных практических технологий массового *коммерческого* поточного изготовления. Один из основных недостатков – невозможность практической реализации на имеющемся на каждом производстве технологическом цикле изготовления обычных низкочастотных печатных плат. Так уже для 3-шлейфного моста ширина микрополоска w бокового 121-омного шлейфа становится приблизительно 0,05 мм, что трудно реализовать при условии непрецизионного изготовления.

Для гибридных мостов для минимизации занимаемой площади приходится приближать друг к другу $\lambda/4$ -ые отрезки, получая таким образом элементы Шиффмана, что вынуждает учитывать и прецизионно реализовывать



возникающие боковые электромагнитные связи между микрополосками.

Предлагаются конструкции и способы настройки, которые устраняют данный недостаток. Нереализуемость высокоомных (свыше 100 Ом) шлейфов устраняется с помощью замены их на С-L-С- или stub-L-stub-структуры, при этом ширина микрополосков увеличивается не менее чем на порядок, что делает возможным реализацию на обычном оборудовании даже многошлейфных мостов с числом шлейфов $n > 3$. Электрическая длина коротких шлейфов в структурах менее $\lambda/4$, что позволяет существенно экономить занимаемую площадь подложки.

При этом, при наличии навесных чип - конденсаторов или индуктивностей появляется возможность «вывернуть» короткие шлейфы наружу, из пространства между 2 трактовыми линиями, при этом возникающая между этими линиями боковая электромагнитная связь позволяет увеличить рабочую полосу частот не менее, чем на 7-10%, для случая 3–4-шлейфных мостов. Аналогично подбирая величину боковой электромагнитной связи для «деформированного» полоскового гибридного моста, появляется возможность увеличить рабочую полосу частот. При этом основной выигрыш получается за счет экономии площади подложки, поскольку практически полностью исчезает неиспользуемая полезно площадь внутри $1,5\lambda$ -волнового кольца. Таким образом, полезное использование появившихся «паразитных» боковых электромагнитных связей позволяет не ухудшить, а улучшить электрические параметры мостов (естественно, величину связей необходимо учитывать в расчетах, например, с помощью программ MWO/AWR или их отечественных аналогов типа «ПАРУС-М»)

ВЫВОДЫ: Достоинством предложенной конструкции медаппаратуры является неоднократная проверка ее реализуемости в условиях реального производства для различных типов подложек (органических и неорганических), для разных толщин подложек (от 0,5 до 1 мм на поликоре и от 1 до 2 мм на органическом диэлектрике), для различных материалов и технологий изготовления микрополосков и токопроводящих покрытий.

Предложенные конструкции запатентованы (отдельно для случая полоскового гибридного кольцевого моста, отдельно для случаев многошлейфных мостов с разными топологическими реализациями). В силу обратимости СВЧ устройств могут быть использованы не только для разделения ВЧ/СВЧ мощности, но и для сбора информации с различных высокочастотных источников или для одного источник, но меняющего свою позицию перед и позади центра приема и обработки данных. Совместим с современными ВЧ RFID технологиями.

В результате прикладного применения основными достоинствами с точки зрения изготовителя признаны возможность изготовления в едином технологическом цикле с изготовлением обычных низкочастотных печатных плат, что значительно снижает себестоимость изготовления.

Переход на современные органические СВЧ подложки (например, «Rogers» или «Arlon») позволяет также получать технологический выигрыш,



выражающийся в стабильности полученных результатов в технологической партии, снижение не менее, чем на порядок времени настройки и технологических разбросов и, в конечном итоге, сказывающийся на себестоимости.

Ю.В. Захаренко, В.Г. Никитаев, Е.В. Поляков

СЕГМЕНТАЦИЯ ЛЕЙКОЦИТОВ В СИСТЕМЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МИКРОСКОПИИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ОСТРЫХ ЛЕЙКОЗОВ

(Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»)

Аннотация: Работа посвящается изучению проблемы выделения лейкоцитов на изображениях мазков крови и аспиратов костного мозга, полученных с применением комплекса Атлант на базе цифровой обработки изображений на основе метода гистограмм и метода водораздела с использованием преобразования расстояния в условиях большого скопления клеток.

Введение

В настоящее время, в медицине существует ряд проблем, при решении которых применяются современные информационные технологии, такие как компьютерное зрение и базы знаний. Одной из проблем является диагностика острых лейкозов – опасных заболеваний, требующих быстрой и точной постановки диагноза. Для оценки общего состояния здоровья и диагностики широкого спектра заболеваний, в т.ч. и острых лейкозов, используется общий анализ крови, для подтверждения диагноза проводится исследование костного мозга. Общий анализ крови информирует о видах и количестве клеток в крови, таких как красные кровяные клетки, лейкоциты, тромбоциты. Зная соотношения количества данных клеток в крови, а также обнаружив дефектные, можно делать вывод о наличии заболевания. В норме у человека в крови присутствуют пять основных типов лейкоцитов: лимфоцит, базофил, нейтрофил, эозинофил, моноцит. При острых лейкозах наблюдается увеличение количества лейкоцитов, в основном незрелых клеток (бластов), которые не могут выполнить свои функции [1-4]. Выявление данных клеток является одним из оснований для постановки диагноза. Для выполнения анализа существует два подхода: провести анализ вручную или использовать гематологический анализатор. Первый подход утомителен, требует больших психофизических усилий, точность которого зависит от опыта и квалификации специалиста. Второй способ более быстр и точен, однако анализаторы дорогие и не позволяют выявить сами бластные клетки. Альтернативным решением является подход на основе цифровой обработке изображений позволяющий автоматизировать ручной микроскопический анализ. Цифровая обработка включает следующие этапы: предобработка, сегментация, описание и классификация. На современном этапе большой интерес представляет одно из проблемных направлений в данной подходе – сегментация лейкоцитов в задаче классификации клеток при диагностике острых лейко-



зов. Данная процедура позволяет отделить лейкоциты от других элементов на изображении[3-10]. В ходе литературного обзора выявлено, что отсутствует подход, обеспечивающий надежную сегментацию патологических клеток, в том числе в условиях большого скопления клеток.

Цель работы– разработка и исследование метода сегментации лейкоцитов на изображениях препаратов крови и костного мозга в условиях большого скопления клеток.

Материалы и методы

Исходными данными для данной задачи являются изображения мазков периферической крови, а также аспиратов костного мозга, которые содержат как здоровые лейкоциты, так и бластные клетки. На рис 1 показано, как лейкоциты соприкасаются друг с другом.

Для решения задачи сегментации на языке C++ с применением библиотеки Qt разработан программный модуль с графическим пользовательским интерфейсом, который позволяет загрузить изображения и применить автоматический анализ, а также отобразить результаты.

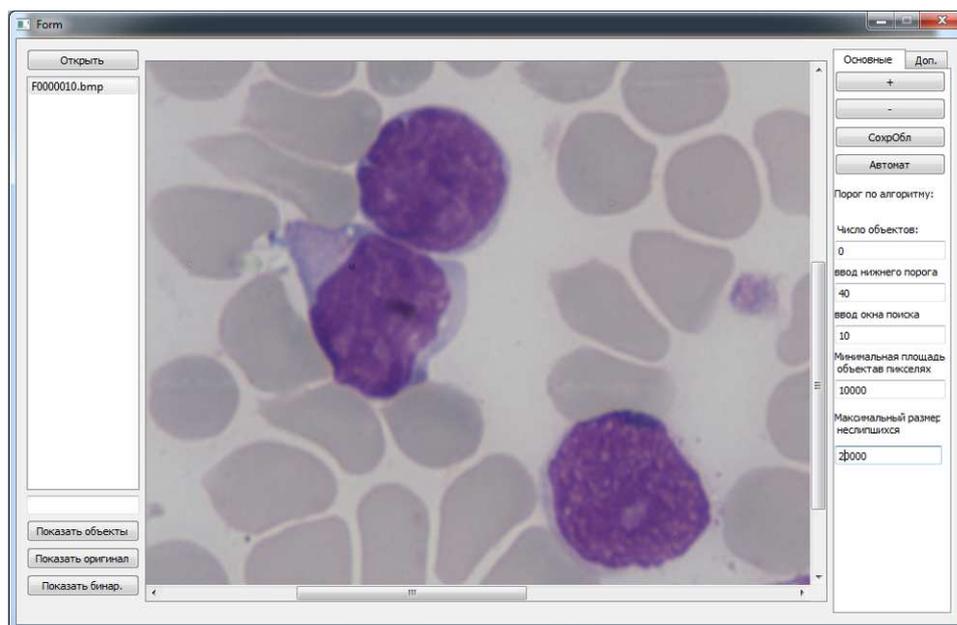


Рис.1. Окно разработанного интерфейса программы с загруженным изображением соприкасающихся лейкоцитов

Методика исследования включает семь этапов: загрузка, бинаризация, фильтрация, заливка, устранение ложных объектов, сегментация, формирования выборки ядер лейкоцитов исходного изображения. На первом этапе используется самостоятельно разработанный алгоритм анализа гистограммы, что позволяет отсеять большую часть ненужной информации. Анализируется зеленый канал, т.к. он лучше всего подходит для выявления пиков на гистограмме. При рассмотрении гистограмм различных изображений именно в зеленой компоненте обнаруживаются наиболее четкие пики на гистограмме, которые соответствуют фону, ядрам лейкоцитов и эритроцитам.



В работе [6] так же использовался анализ данной компоненты. К полученному бинарному изображению применяется медианная фильтрация, что соответствует этапу обработки. Далее происходит поиск связных областей по алгоритму заливки. На следующем этапе найденные области фильтруются по размеру: слишком маленькие отбрасываются, слишком большие анализируются по модифицированному алгоритму водораздела. Области, которые больше задаваемого в программе порога, принимаются за несколько соприкасающихся лейкоцитов. После прохождения данного этапа, область разделяется на несколько, каждая соответствует ядру одного из слипшихся лейкоцитов. Производится подсчет коэффициента формы. Изображения ядер лейкоцитов помещаются в отдельные матрицы и выводятся на экран вместе с параметрами в виде нумерованного списка (рис.2).

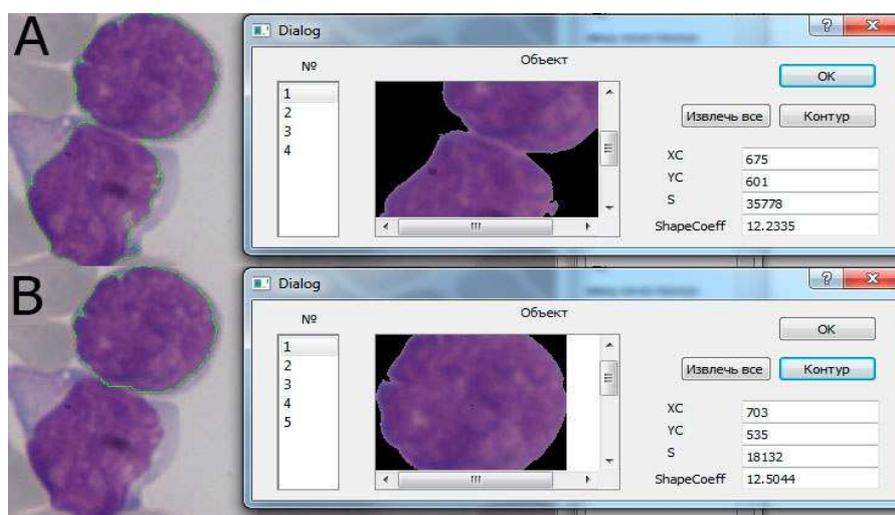


Рис. 2. Пример формирования выборки в условиях соприкосновения клеток без предложенного метода сегментации (А) и с помощью предложенного метода (В)

Для проведения эксперимента сформирована выборка из 200 изображений периферической крови костного мозга полученных с препаратов от Российского онкологического научной центра им. Блохина.

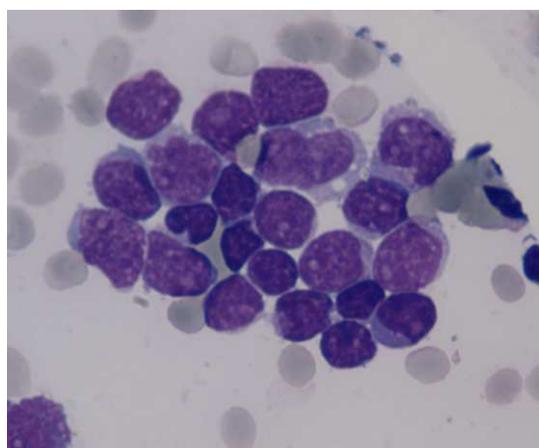


Рис. 3. Пример изображения лейкоцитов, образующих замкнутые цепочки



Для каждого изображения количество лейкоцитов подсчитано вручную и программно. Отношение реального числа лейкоцитов к найденному программно является точностью работы системы. По результатам исследования, точность сегментации составила 91% для лейкоцитов, выстроенных в линию (рис.1) и 69% для лейкоцитов, образующих замкнутые цепочки (рис. 3).

Заключение

Рассмотренный подход позволил эффективно разделить соприкасающиеся клетки и выделить их ядра. На корректность работы алгоритма влияет вид анализируемого объекта: если лейкоциты слиплись в замкнутую структуру, то разделение может быть неверным. Подсчитанный коэффициент формы позволяет легко отличить округлое ядро от ядра неправильной формы, что дает ценную информацию для распознавания.

Литература

1. Френкель, М. Исследование костного мозга в онкологии / М. Френкель // Иммунология гемопоеза. – 2014. – № 12. – С. 18-21.
2. Луговская, С.А. Иммунофенотипирование в диагностике гемобластозов/ С.А. Луговская, М.Е. Почтарь, Н.Н. Тупицын – М. : Триада, 2005. – 166 с.
3. Nazlibilek, S. Automatic segmentation, counting, size determination and classification of white blood cells / S. Nazalibek [et al.] // Measurement. – 2014. – № 5. – P. 58-65.
4. Niranjana, C. Analysis of blood samples for counting leukemia cells using support vector machine and nearest neighbour / C. Niranjana, S. Sini // Journal of computer engineering. – 2014. – № 16. – P. 79-87.
5. Vinutha, H.R. Automatic red blood cell and white blood cell counting for telemedicine system / H.R. Vinutha // International journal of research in advent technology. – 2014. – № 2. – P. 294-299.
6. Puzu, L. White blood cells identification and counting from microscopic blood image / L. Puzu, C. Di Ruberto. // International journal of medical, health, biomedical, bioengineering and pharmaceutical engineering. – 2013. – Vol. 7, № 1. – P. 20-27.
7. Alferez, S. Automatic recognition of atypical lymphoid cells from peripheral blood by digital image analysis / S. Alferez [et al.] // American journal of clinical pathology. – 2013. – Vol. 143, № 2. – P. 168-176.
8. Nikitaev, V.G. Study of the effectiveness of using wavelet analysis in data-acquisition systems for diagnosis of acute leukemias / V. G. Nikitaev [et al.] // Measurement Techniques. –2014. – Vol. 57, Issue 10. – P. 1203-1208.
9. Nikitaev, V.G. Model of description of leukocytes of peripheral blood based on the optical features of the structure of nuclei / V. G. Nikitaev [et al.] // Measurement Techniques. – 2014. – Vol. 57, Issue 5. – P. 560-563.
10. Berdnikovich, E.Yu. Construction of a knowledge base for interactive recognition in systems for computer microscopy. / E. Yu. Berdnikovich [et al.] // Measurement Techniques. –2013. – Vol. 55, Issue 10. –P. 1219-1223.



Е.А. Дулидов, А.М. Леднев

ПРОБЛЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЙ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королева)

Введение

Успешная работа предприятия напрямую зависит от его сотрудников, поэтому их здоровье и благополучие имеют первостепенное значение.

С 1 января 2012 года вступил в действие приказ 302н от 12.04.2011 Минздравсоцразвития России [1]. В нем утверждается перечень вредных и/или опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых в обязательном порядке должны осуществляться медосмотры, а также описывается порядок их проведения. В частности, согласно приказу 302н, организация проведения медосмотров разрешена только тем медицинскими организациями, у которых есть соответствующая лицензия. Также в приказе установлен порядок проведения медосмотров, регламентируя перечень работ, для которых должны проводиться медосмотры, и соответствующие специализации врачей.

Помимо регламентируемых законодательных процедур, многие компании могут предъявлять свои собственные требования к процедурам медосмотров, проводимых для их сотрудников. Обычно это применимо к компаниям, которые стараются показывать более высокие стандарты на рынке, либо к международным компаниям, к которым применимы законодательные нормы различных стран.

Таким образом, медицинские учреждения сталкиваются со сложной задачей организации и проведения различных видов освидетельствований, которые могут отличаться между собой даже в рамках однотипных организаций. Это приводит к увеличению административных затрат.

Процесс организации медицинских освидетельствований

Хорошее медицинское обслуживание принесет любой компании целый ряд важных преимуществ:

- Уменьшить количество больничных за счет вовремя оказанных медицинских услуг
- Повысить производительность
- Сократить расходы на набор и подготовку кадров
- Поддерживать высокий уровень обслуживания клиентов
- Соответствовать законодательным требованиям и снизить риск судебного риска против предприятия
- Улучшить мотивацию сотрудников и репутацию компании

В качестве примера рассмотрим один из наиболее типовых случаев проведения медицинского освидетельствования: устройство на работу нового сотрудника (Рисунок 1).

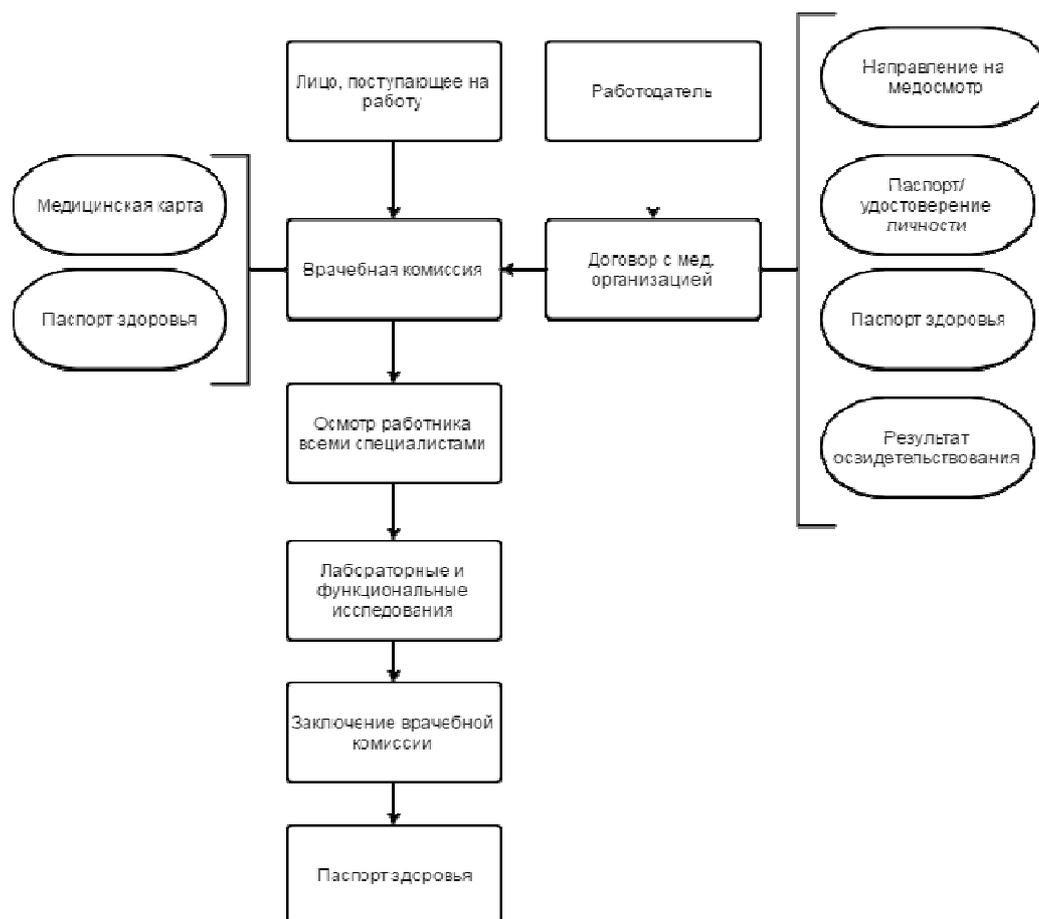


Рисунок 1. Пример процесса медицинского освидетельствования при приеме на работу

При приеме лица на работу организация обращается в медицинское учреждение для выявления пригодности или не пригодности соискателя. Клиника ищет необходимых врачей, которые в течение определенного времени смогут подъехать и взять анализы/провести освидетельствование. Врачебная комиссия заводит паспорт здоровья, куда заносятся данные обследования.

Другим примером использования регламентированных медицинских освидетельствований является проверка экипажа авиационными компаниями (Рисунок 2). Клиника должна найти врача, который в течении часа подъедет и возьмет анализы/проведет освидетельствование.

Медицинское освидетельствование проводит врач, прошедший обучение по программе медицинского освидетельствования для установления факта употребления психоактивных веществ.

Дополнительной сложностью с организационной точки зрения является оказания услуг выездных медицинских комиссий. Данная услуга особенно востребована для крупных предприятий, так как это оптимизировать затраты на организации обязательных медосмотров, уделяя должное внимание здоровью и безопасности сотрудников, снижая трудовые потери, а главное получая возможность видеть и согласовывать объемы работ, указанные в счетах клиник-контрагентов. Однако для медицинской организации, оказывающие подобные услуги, возникает необходимость контролировать территориально распределенный процесс.

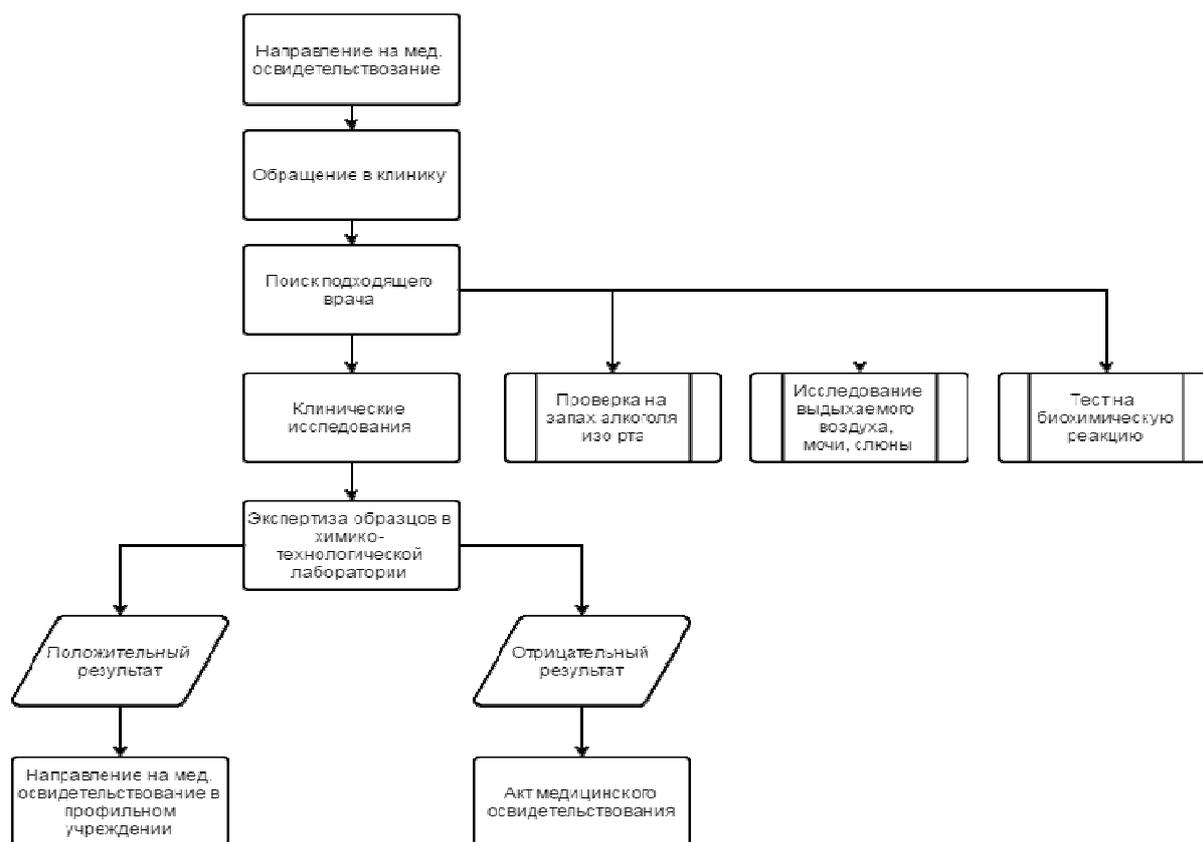


Рисунок 2. Схема освидетельствования экипажа авиакомпании.

Автоматизация медицинских освидетельствований

Исходя из описанных трудностей организации и поддержания различных процессов медицинских освидетельствований возникает потребность в разработке программных средств, которые позволят автоматизировать все формальные процедуры и обеспечить нужный уровень коммуникаций между всеми участниками процессов.

Таким образом, был выделен целый ряд функциональных и технических требований, предъявляемых к автоматизированной системе управления медицинскими освидетельствованиями:

- 1) Система должна быть реализована на платформе, поддерживающей быструю разработку и адаптацию согласно меняющимся бизнес требованиям и условиям заказчика.
- 2) Обязательно наличие движка бизнес-процессов, позволяющий с одной стороны формально описать процедуры проведения медицинских освидетельствований, а с другой поддержать гибкость адаптации данных процессов.
- 3) Система должна поддерживать гибкость настройки ролей пользователей и групп доступа, так как предполагается, что в системе будут работать менеджеры медицинских учреждений, врачи различных профилей и компании-заказчики медицинских услуг.
- 4) Наличие веб клиент для доступа в систему компаний-заказчиков медицинских услуг.



- 5) Возможность интеграции системы с другими приложениями, в частности для координации расписания с другими услугами, оказываемыми медицинской организацией, и с мобильными приложениями для обмена информацией с врачами в ходе выездных мероприятий

Исходя из выявленных требований был произведен анализ существующих платформ и решений, которые позволят автоматизировать описанные процессы. Согласно полученным выводам целесообразно разработать приложение на базе платформы CUBA[2], так данная платформа полностью отвечает указанным требованиям.

Заключение

В данной работе была исследована проблема проведения медицинских осмотров и освидетельствований связанная с трудностями их организации и управления. Существующие автоматизированные средства лишь предоставляют средства учета проводимых услуг и лишены необходимой гибкости.

Для решения проблемы целесообразно разработать автоматизированную систему управления медицинскими освидетельствованиями, которая позволит сделать данный процесс более прозрачным, контролируемым, а главное предоставит возможность его адаптировать согласно меняющимся условиям.

Литература

1. Статья 213 Трудового кодекса Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 1 (ч. 1), ст. 3; 2004, № 35, ст. 3607; 2006, № 27, ст. 2878; 2008, № 30 (ч. 2), ст. 3616).
2. Java web framework for rapid application development. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.cuba-platform.com, свободный. – Загл. с экрана.

М. Кадиров, Г. Каримова

ИННОВАЦИОННЫЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЮРИДИЧЕСКИЕ КЛИНИКИ

(Узбекистан, Ферганский медицинский колледж)

Широкому развитию бизнеса, свободного предпринимательства, созданию экономических и правовых условий, подготовке управленческих кадров для этой сферы экономики правительство республики уделяет неустанное внимание. Но, при этом, на наш взгляд, недооценивается развитие инновационного бизнеса, создающего новую технику и технологии мирового уровня.

Повсеместное распространение малого и среднего бизнеса при наличии высококвалифицированных управленцев (менеджеров) является одной из важнейшей гарантий обеспечения национальной независимости страны. В этой связи особое значение приобретает формирование механизма взаимодействия высшего образования, вузовской науки и бизнеса.



Положение дел на сегодня таково, что на практике вузовская наука, образование и предприятия бизнеса действуют, как правило, разобщено, теряя огромное преимущества совместной деятельности. В некоторых случаях их интересы пересекаются и получают дальнейшее развитие. Сегодня еще не существует механизма, который обеспечивал бы студентам возможность беспрепятственной систематической реализации своего творчества и разработки проектов, изначально, в тесном контакте с предприятиями бизнеса, исходя из реальных проблем, возникающих в малом и частных предприятиях. Между тем успешный бизнес невозможен при отрыве теории от практики. Проверить жизнеспособность идеи можно только в реальных условиях функционирования конкретного предприятия.

Многие предприятия бизнеса сегодня действуют, как правило, по однажды намеченной схеме. Ввиду дороговизны, сложности, неумения у них не налажена внешне экономическая деятельность и эффективный маркетинг. Привлечение специализированных консалтинговых фирм не всегда возможно из-за нехватки денежных средств. Неумелое применение рекламы, результаты которой зачастую не достигают цели, не оказывая влияния на потребительское поведение, приводит к излишним затратам средств.

По инициативе правительства республики при территориальных палатах товаропроизводителей и предприятий созданы и действуют хозрасчетные центры информационно-консультационной поддержки малого и среднего предпринимательства.

Эти центры сегодня оказывают определенную поддержку малому бизнесу. Но вместе с тем специфика предпринимательства такова, что круг решаемых ими проблем весьма широк и их разрешение в должной мере не может быть достигнуто разовыми мероприятиями на основе отдельных информационных и консультационных услуг. Предприятиям нужна постоянная, действенная помощь. Зачастую эта помощь должна быть упреждающей, а предвидения возможных осложнений невозможно достичь без надлежащего глубокого анализа как внутренних, так и внешних обстоятельств деятельности фирм.

Имеющийся потенциал вузовской науки и образования наводит на размышления об изыскании путей вовлечения его в деятельность малых и частных фирм, симбиоза, сращивания с реальным бизнесом в экономике. И в этом деле, существуют эффективные возможности привлечения подрастающего молодого поколения в сферу рыночных преобразований республике.

Затронутые проблемы предпринимательства свидетельствуют о том, что руководители малых и частных фирм должны быть заинтересованы в большей степени в привлечении вузовского потенциала к их решению, нежели сами профессора и студенты. Студенты вузов под научным руководством преподавателей могут весьма успешно, решать многие проблемы малых фирм. Исследования студентов могут охватывать также стратегические решения, занимающие в деятельности фирм особое место. Успешно могут решаться задачи прогнозирования различных рыночных процессов, оказывающих влияния на



перспективное развитие фирмы, например, потребительских предпочтений и поведения. Наряду с этим в «багаже» у многих студентов уже сегодня имеются готовые разработки конкретных бизнес-проектов, способные привлечь внимание предпринимателей.

И, наконец, в настоящее время во исполнение приказа Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан за №62 от 1 марта 2002 года «О поддержке развития малого и среднего бизнеса с привлечением профессорско-преподавательского потенциала высшего, среднего специального, профессионального образования» создана рабочая группа, осуществляющая деятельность по анализу, поддержке и развитию малого и среднего бизнеса в республике. В целом эта деятельность нацелена на комплексную переориентацию учебного процесса в высших и средних специальных, профессиональных образовательных учреждениях с целью содействия развитию этого приоритетного направления.

Перед предпринимателями открываются обширные возможности в организации и повышении эффективности деятельности своих фирм.

Какими же могут быть формы вышеупомянутого симбиоза вузовского науки, образования и бизнеса? Видимо, можно предложить различные варианты. Однако, если учитывать реалии сегодняшнего дня, сложившийся уровень культуры предпринимательства, иметь в виду получение, в конечном счёте, обоюдной выгоды, обеспечение заинтересованности сторон, то объединение студентов и предпринимателей должно быть осуществлено на принципах партнёрского союза.

Принцип партнёрства предполагает создание экономических, юридических и предлагаемых нами инновационных клиник по экономическому, юридическому и инновационному (гуманитарно-психологическому и научно-техническому) консалтингу, членами которых являлись бы, с одной стороны, инициативная группа из числа способных студентов, действующая под научным руководством квалифицированного преподавателя, а с другой стороны, предприниматель фирмы со своими работниками. Речь идёт об оказании разовых услуг студентами, а также в случае необходимости об организации сложной постоянной работы, на основе выработанной комплексной целевой программы деятельности фирмы. Речь также не идёт о придании студентом статуса постоянного законодательно оформленного работника фирмы. В создаваемых клиниках студенту должна быть отведена роль творческого работника, действующего в соответствии с определенными целями и задачами, в тесном контакте с работниками фирмы, с прикладным применением результатов своего труда в деятельности данной фирмы.

Описанный подход к сращиванию вузовской науки, образования и бизнеса в форме клиники сулит обоюдные выгоды:

- бизнесмены без существенных издержек получают целенаправленно формируемый информационный ресурс для осуществления фирмой прибыльной и конкурентоспособной деятельности;



- повышается качество обучения студентов и обеспечивается квалифицированное развитие у них навыков инновационной юридически грамотной предпринимательской деятельности;
- приобретает новое качество научная деятельность студентов, имея прямое практическое приложение;
- студент прошедший практику в клиниках по окончании вуза сможет самостоятельно анализировать экономическую и инновационную деятельность компании в имеющемся правовом поле, а это готовый специалист для предприятий малого и среднего бизнеса;
- в условиях ограниченности бюджетного финансирования усиливается социальная защищенность студентов;
- сфера малого и среднего бизнеса получает источник систематизированной, оперативно обновляемой информации, зачастую инновационного характера, для использования в принятии тактических и стратегических управленческих решений, решения экономических, научных, технических, правовых, социальных, экологических и прочих проблем.

Таким образом, эти клиники, реализуя идею интеграции вузовской науки, образования и бизнеса, в конечном счете, способствуют росту экономики и служат укреплению независимости нашей страны.

Экономическая и юридическая клиники уже действуют на базе соответственно, Ташкентского государственного экономического университета (ТГЭУ) и Ташкентского государственного юридического института (ТГЮИ) при содействии грантов международных фондов, а в будущем будут действовать на принципах самофинансирования.

Ограниченные штаты клиник, а также привлекаемые консультативные группы, состоящие из ведущих преподавателей и наиболее талантливых студентов участвуют в оказании консультативной помощи и проведении конкретных практических мероприятий по развитию деятельности МСП.

В клиниках организованы практические семинары, где обсуждается деятельность клиник и результаты сотрудничества с различными МСП. Эти семинары позволяют выявить положительные стороны МСП, сформулировать наиболее характерные проблемы, встречающиеся в их деятельности и наметить пути их решений.

Основным результатом деятельности клиник является практическая помощь МСП, а также вовлечение преподавателей и студентов в практическую бизнес деятельность, что в конечном итоге способствует повышению эффективности деятельности МСП, с одной стороны, и повышение квалификации студентов, с другой, для их дальнейшей практической деятельности.

Инновационные клиники, по нашему мнению, также должны создаваться, имея целью развитие одаренностей в таланты и лидерских качеств как студенческой молодежи, так и молодежи МСП. Таких клиник в республике, да и в мире, по нашим данным, нет, тоже, а в их необходимости назрела настоятельная необходимость, если республика на деле стремится войти в число высокораз-



витых государств мира. В этих клиниках необходимо использовать весь тот опыт, который излагается в данной книге. И автор готов возглавить одну из таких клиник при соответствующей спонсорской поддержке по ее созданию.

Н.С. Кравцова, Р.А. Парингер, А.В. Куприянов

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО МЕТОДА ВЫЯВЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНЫХ СЕГМЕНТОВ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕДИЦИНСКИХ КРИСТАЛЛОГРАММ

(Самарский университет)

1. Введение

В настоящее время компьютерные методы обработки медико-диагностических изображений используются в качестве одного из важнейших инструментов исследований и повышения эффективности ранней диагностики различных заболеваний. Одним из информативных показателей состояния здоровья человека является изменение состава биологических жидкостей. Медицинские кристаллограммы – это структуры, образованные при кристаллизации солей, вследствие высушивания биологических жидкостей. Информация, содержащаяся на изображении кристаллограмм, является структурно избыточной. Известно, что, если на исходном изображении преобладали параллельные полосы определённого направления, тогда и на Фурье-преобразовании исходного изображения будут преобладать полосы с таким же направлением. Это свойство можно использовать для анализа кристаллограмм.

В работе для определения характеристик исходных изображений кристаллограмм используется информативный набор признаков, для формирования которого используется разработанный метод, основанный на алгоритме дискриминантного анализа. Основным способом повышения быстродействия программной реализации метода является использование параллельной реализации вычислений.

2. Метод формирования информативных признаков

2.1. Описание используемых признаков

В данной работе используются признаки, полученные путём вычисления общей энергии на выбранных областях изображения спектра. Большая часть спектра содержит информацию не пригодную для определения характеристик исходного изображения.

Для получения признаков нужно рассматривать функцию исходного изображения в пространственной области и её преобразование Фурье $F(u, v)$. Тогда величина $|F(u, v)|^2$ определяет энергетический спектр изображения [1].

В качестве признаков применяются значения, полученные путём вычисления общей энергии на выбранной области изображения спектра. Так как изображение спектра симметрично относительно центра, то для выделения при-



знаков будет использоваться только половина изображения пространственного спектра.

2.2. Технология построения эффективного набора признаков для различения изображений

В данной работе описан способ выделения информативных сегментов на изображениях спектра. Оценка информативности сегментов проводилась с использованием критериев разделимости алгоритма дискриминантного анализа. Для формирования новых признаков, направленных на решение конкретной задачи, хорошо зарекомендовали себя методы, основанные на алгоритме дискриминантного анализа. Данные методы позволяют повысить достоверность классификации данных.

Дискриминантный анализ используется для устранения корреляции между признаками и, как следствие, уменьшения размеров набора признаков. Использование алгоритма позволяет с одной стороны сохранить информативность набора признаков для классификации, а с другой уменьшить число признаков, что в свою очередь позволяет использовать более простые методы классификации и снижает значение ошибки классификации [2-3].

3. Параллельная реализация метода формирования информативных признаков

Весь алгоритм формирования информативных признаков можно представить в виде схемы, представленной на рис. 1. При анализе времени работы данного алгоритма было выявлено, что большая часть времени работы приходится на первый этап вычисления признаков.

Как было сказано ранее, наибольшие временные затраты при работе алгоритма приходятся на этап вычисления признаков. На этом этапе нужно произвести предобработку обучающей выборки, сформировать изображения пространственного спектра для каждого обучающего изображения, наложить предложенное в пункте 2.1 разбиение и рассчитать значение признаков. Количество расчётов можно сократить, если принять во внимание тот факт, что изображение пространственного спектра симметрично относительно центра изображения, поэтому расчёт признаков можно и нужно производить только на половине изображения пространственного спектра. Для увеличения скорости работы алгоритма, в данной работе будет использовано разделение по задачам. Так как в данной работе мы не будем использовать технологию MPI, а распределение задач по потокам, поэтому нам неважно как именно нужно делить изображения на задачи. На каждый поток подаётся отдельный элемент сегмент изображения, вычисленный на основе наложенного разбиения. Сразу же после окончания работы потока с данным элементом, на него передаётся следующая задача.

Применение данной схемы разбиения позволяет значительно сократить время выполнения первого этапа алгоритма. На наиболее ресурсоёмком этапе данный способ разделения задач на потоки позволил получить ускорение в три раза при использовании четырёх потоков.



4. Оценка результата классификации тестовых изображений с новым набором признаков

В работе представлены результаты классификации изображений кристаллограмм с применением локальных признаков пространственного спектра. Для классификации изображений использовался метод 3 ближайших соседей. В качестве метрики использовалось в евклидовом пространстве. Наименьшая ошибка значением 6 % была получена при сегментации изображения пространственного спектра исходного изображения на 4 сектора и 8 колец. Далее был найден информативный набор признаков, для формирования которого используется разработанный метод, основанный на алгоритме дискриминантного анализа. Применение информативного набора признаков снизило значение ошибки до 4 %.

Благодарности

Работа выполнена при частичной поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации мероприятий Программы повышения конкурентоспособности СГАУ среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013–2020 годы; грантов РФФИ № 15-29-03823, № 15-29-07077, № 16-41-630761; № 16-29-11698; программы № 6 фундаментальных исследований ОНИТ РАН «Биоинформатика, современные информационные технологии и математические методы в медицине» 2017 г.

Литература

1. Kravtsova N., Paringer R., Kupriyanov A. Development of methods for crystallogram images classification based on technique of detection informative areas in the spectral space // CEUR Workshop Proceedings, 2016, Vol.1638, P. 357-363 DOI: 10.18287/1613-0073-2016-1638-357-363
2. Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Парингер Р.А. Формирование признаков для повышения качества медицинской диагностики на основе методов дискриминантного анализа. Компьютерная оптика. 2014. Т. 38, № 4. С. 81–856
3. Biryukova, R. Paringer, A.V. Kupriyanov. Development of the effective set of features construction technology for texture image classes discrimination // CEUR Workshop Proceedings, 2016, Vol.1638, P. 263-269 DOI: 10.18287/1613-0073-2016-1638-357-363

А.В. Кузьмин

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА

(Пензенский государственный университет)

Сердце человека представляет собой сложную систему, на которую возложены жизненно важные функции. Диагностика состояния сердца является важной задачей как с медицинской, так и с социальной точек зрения, поскольку



заболевание сердца являются одной из наиболее острых медицинских проблем современности.

Поскольку основным аспектом функционирования сердца является его электрическая активность, то его исследование электрической в том или ином виде является востребованным с точки зрения диагностических возможностей. Любые подобные исследования основываются на определенном представлении о сердце как об объекте, обладающем электрической активностью. Для этой цели разработаны модели электрической активности сердца. Общим в ряду таких моделей является то, что все они представляют сердце в качестве некоего эквивалентного электрического генератора с некоторыми упрощениями и допущениями.

Одной из таких моделей является многодипольная модель электрической активности сердца, предложенная академиком Л.И. Титомиром [1]. Данная модель позволяет в процессе исследования электрической активности сердца учитывать индивидуальные геометрические параметры сердца конкретного пациента и его грудной клетки, что является немаловажным с учетом перспектив практического использования предлагаемых методов в диагностике состояния сердца [2].

Многодипольная модель предполагает, что сердце состоит из конечного числа электрически активных объектов - диполей, расположенных в определенных точках миокарда и ориентированных вдоль вектора момента (т.е. по нормальному направлению относительно данного участка поверхности сердца), при этом величина их изменяется в течение кардиоцикла. Каждый такой диполь представляет общую электрическую активность участка сердца. Сумма действий всех диполей, составляющих модель, по определенному закону формирует электрокардиосигнал, который регистрируется на поверхности тела.

Предлагаемая методика исследования электрической активности сердца с помощью многодипольной модели электрической активности сердца включает следующие этапы:

- регистрация электрокардиосигнала в точках отведений;
- определение антропометрических данных;
- регистрация флюорографических снимков;
- определение геометрических параметров трехмерной модели грудной клетки;
- определение геометрических параметров трехмерной модели сердца;
- определение координат точек отведений в модельной системе координат;
- определение координат диполей в модельной системе координат;
- определение параметров многодипольной модели электрической активности сердца;
- синтез модельного электрокардиосигнала;
- сравнение исходного и синтезированного электрокардиосигналов.

Определение антропометрических данных в данном случае заключается в измерении обхвата грудной клетки, ее размеров во фронтальной и боковой проекциях. Данные размеры затем используются на этапе определения



геометрических параметров трехмерной модели грудной клетки и определяют координаты диполей.

Регистрация флюорографических снимков требуется для определения размеров и положения сердца внутри грудной клетки. Данные параметры затем используются на этапе определения геометрических параметров трехмерной модели сердца и определяют координаты точек отведений.

Экспериментальные исследования модели электрической активности сердца позволяют определить адекватность предложенных расчетных алгоритмов, исследовать устойчивость решения в реальных условиях, а также выявить потенциальные направления совершенствования предложенных методик и алгоритмов.

Как показывают предыдущие исследования [3], одним из наиболее ответственных этапов, результаты выполнения которого влияют на результаты моделирования, является определение параметров модели на основе электрокардиографических данных, что, по сути, включает решение обратной задачи электрокардиографии. При этом на решение оказывают заметное влияние не только погрешности в исходных данных, но и применяемый для решения алгоритм.

В связи с широким распространением портативных устройств регистрации электрокардиосигналов, перспективным является исследование возможностей анализа электрической активности сердца с использованием данных сокращенного числа отведений.

Литература

1. Титомир, Л. И. Математическое моделирование биоэлектрического генератора сердца [Текст] / Л. И. Титомир, П. Кнеппо. – М.: Наука. Физматлит, 1999. – 447 с.
2. Митрохина, Н.Ю. Анализ электрической активности сердца с использованием геометрических параметров [Текст] / Н.Ю. Митрохина, А.В. Кузьмин, Е.В. Петрунина // Медицинская техника. - 2013. – № 6. – С. 38–41.
3. Кузьмин, А.В. Исследование алгоритмов определения параметров многодипольной модели сердца [Текст] / А.В. Кузьмин, Н.Ю. Митрохина, А.В. Иващенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2014. – том 16. - №4(2). - С 372 - 377

И.А. Левашов, А.В. Кузьмин, О.Е. Денисов

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА

(Пензенский государственный университет)

Скелет человека представлен около 206 костями, при этом только 23 из них относятся к черепу. Однако именно эта часть скелета человека обладает



наиболее сложным анатомическим строением. К важным структурным особенностям костей черепа относится большое количество полостей и сложный рельеф, что обусловлено проходящими через череп структурами центральной нервной системы (ЦНС), органами чувств, а также сосудами и нервами. Нами разработан технологический конвейер, позволяющий обрабатывать томографические данные и с помощью них создавать анатомически точные трехмерные модели [1]. Но при работе с костями черепа этот алгоритм создания моделей имеет ряд особенностей.

Данные, полученные с томографа, представляют собой набор двумерных изображений, каждое из которых иллюстрирует плотность кости на определенном вертикальном срезе. В процессе обработки изображения распределяются в соответствии с уровнями срезов и затем обрабатываются в специальном программном обеспечении, которое зачастую идет в комплекте с томографом. Трехмерная модель конструируется в результате вычислений, определяющих "порог плотности" между костями и мягкими тканями. В этом процессе играет важную роль точная установка самого "порога плотности", индивидуального для каждой кости, поскольку плотность пористых поверхностей уникальна не только у различных видов костей, но и у различных препаратов одной и той же кости. К сожалению, невозможно задать значение этого параметра, которое бы идеально отображало сложный рельеф основания черепа (Рисунок 1).

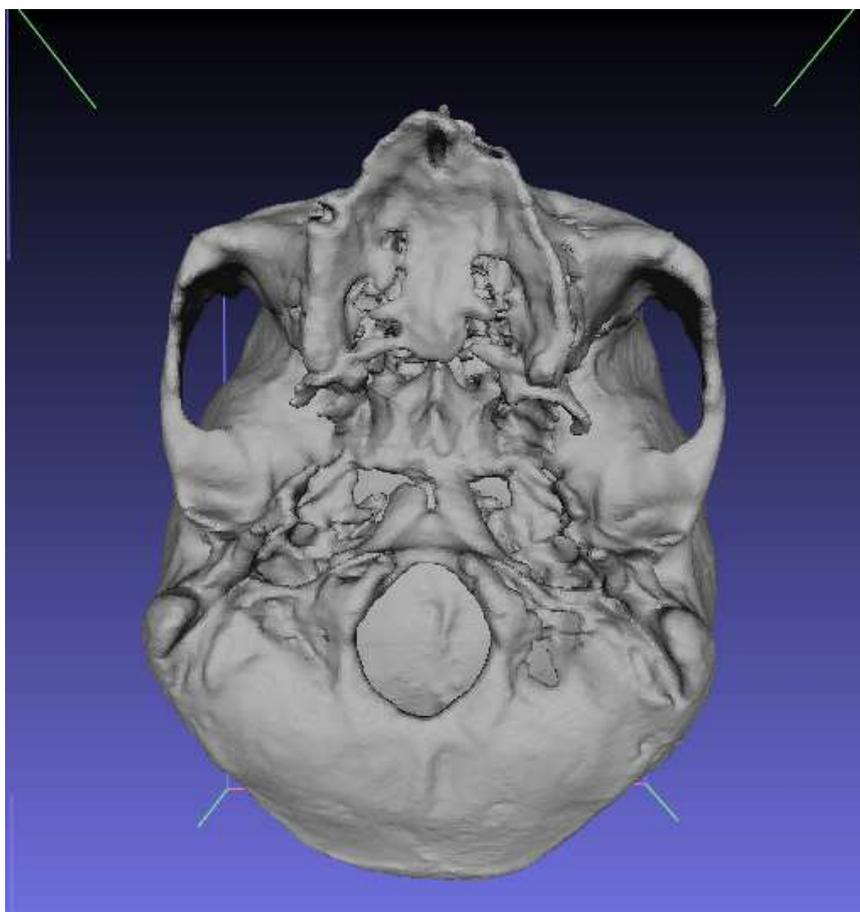


Рисунок 1- Трехмерная модель черепа, полученная м помощью томографа, вид снизу



Далее полученная трехмерная модель проходит детальную обработку в программе трехмерного моделирования, где устраняются многочисленные артефакты, возникающие как в процессе сканирования, так и в процессе воссоздания трехмерной модели. С помощью программных средств воссоздаются детали различных мелких деталей, таких как отверстия и щели, а также микро-рельеф шероховатых поверхностей кости.

Следующим этапом производится ретопология модели, заключающаяся в тысячекратном уменьшении количества полигонов модели. Цель этого процесса — возможность демонстрации модели на устройствах с низкой вычислительной мощностью. При ретопологии используется метод создания "карт освещения" Normal Mapping, позволяющий сохранить мелкие детали и микротопологию кости.

Важную роль в процессе отображения кости играет освещение. В большинстве современных проектов используется метод освещения Physically Based Rendering (PBR), который позволяет моделировать корректное отображение моделей в любой световой обстановке благодаря задаваемым свойствам отражаемости материалов.

Таким образом, для создания моделей костей черепа с помощью разработанного технологического конвейера, следует учитывать следующие особенности: порог плотности для разъединения кости и мягких тканей, обработку деталей мелких образований и микро-рельефа, ретопологию модели и корректность задаваемого освещения.

Литература

1. Левашов И.А. Прототип интерактивного приложения для изучения анатомии человека [Текст] / И.А. Левашов, О.Е. Денисов, А.В. Кузьмин, О.В. Калмин // Актуальные проблемы медицинской науки и образования (АПМНО-2015). – Пенза: Изд-во ПГУ, 2015 – с. 383-385.

И.А. Левашов, А.В. Кузьмин, О.Е. Денисов

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

(Пензенский государственный университет)

В настоящее время активно распространена визуализация медицинской информации. Авторитетные научные издательства все чаще выбирают инфографику в качестве способа подачи материала, для изображения сложных объектов используется трехмерное моделирование, может использоваться видеонаимация. Подача информации в таком виде упрощает понимание преподаваемого материала и его отдельных аспектов.

Подобные процессы неминуемо коснулись и хирургии – не составляет большого труда найти графическую интерпретацию патогенеза различных за-



болеваний, протоколов ведения пациентов, статистических данных и т.д. При этом основа хирургии – это оперативное лечение, а ход операции не всегда можно доступным образом изложить через ряд двухмерных изображений. Поэтому актуальным направлением является создание интерактивных приложений и видеоанимации, способных детально и понятно описывать алгоритмы хирургических вмешательств.

В качестве учебного материала был создан видеоролик, описывающий ход довольно распространенной в настоящее время операции эндопротезирования тазобедренного сустава. Цель этой операции – замена пораженного тазобедренного сустава на искусственный эндопротез.

В ролике (Рисунок 1) последовательно изображены основные этапы операции. В первую очередь производится обработка вертлужной впадины фрезой для удаления остеофитов и суставного хряща. Затем в обработанную вертлужную впадину устанавливается вертлужный компонент эндопротеза, причем для его максимально плотной установки используется размер, превосходящий диаметр вертлужной впадины. Затем производится остеотомия шейки бедренной кости с целью ее подготовки к установке бедренного компонента эндопротеза. Формируется костно-мозговой канал, в который в последующем входит оставшийся имплантат. В завершение демонстрируется установленный искусственный сустав.



Рисунок 1 – Кадр видеоанимации



Используемые трехмерные модели представлены тазовой и бедренной костями, которые созданы с помощью разработанного технологического конвейера [1]. Также потребовалось создание трехмерных моделей инструментов – рашпиля, бедренного и тазового компонентов эндопротеза, реализованных с помощью программы трехмерного моделирования.

Для создания видеоматериала в трехмерном редакторе создается "сцена", в общих чертах схожая с операционной. При этом используемые модели не проходят этап снижения полигонов, поскольку для воспроизведения видеоролика не требуется высокая производительность на устройстве.

Необходимо отметить важность передачи полноты отражения света от металлических объектов и настройку корректного освещения, цель которого — реалистичность изображения, улучшенное восприятие объема предметов. Для корректной передачи освещения используется специальная технология, позволяющая имитировать свет как пучки направленных фотонов. Это означает, что свет будет создавать вторичные и третичные источники освещения при частичном отражении пучка света от любой поверхности в зависимости от ее отражающей способности.

Визуализация хода операции – трудоемкий и длительный процесс, но работа в данном направлении является частью актуальных тенденций к информатизации медицины, в особенности ее образовательной сферы.

Литература

1. Левашов, И.А. Разработка интерактивного трехмерного атласа для изучения анатомии человека И.А.Левашов, О.Е. Денисов, А.В. Кузьмин, Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации: сб. науч. ст. Междунар. науч.-техн. конф. «Шляндинские чтения - 2014». – Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. –С. 150-151.

Н.И. Лиманова, С.Г. Атаев

АЛГОРИТМ ПРОГРАММНОЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ МАЛЫХ АНАТОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО ТОМОГРАФИЧЕСКИМ СНИМКАМ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Введение

Компьютерная томография (КТ), появившись в лучевой диагностике в 70-е годы прошлого века и достигшая широкого внедрения в 80-е, в настоящее время стала важной частью современной медицины, использующейся для решения широкого спектра диагностических задач и контроля результатов лечения. Развитие и доступность средств получения снимков компьютерной томографии привела к активной разработке средств в области систем компьютерной диагностики, назначением которых является повышение скорости и адекватно-



сти диагностического процесса за счет предоставления медикам дополнительной информации со снимков. Статья посвящена описанию алгоритма, позволяющего автоматизировать параметризацию малых анатомических объектов по томографическим снимкам. К подобным объектам можно отнести полости и небольшие образования, занимающие лишь небольшую часть снимка.

Существующие подходы к анализу томографических снимков

Изобретение многослойной КТ позволило повысить скорость и информативность медицинских исследований. Набор слоёв многослойного томографического снимка позволяет получить исчерпывающие данные о внутреннем строении объекта в пространстве. На сегодняшний день существует ряд методов улучшения визуализации снимков КТ и реконструкции 3D-моделей изучаемого объекта [1]. Это позволяет упростить чтение снимков, но не приводит к автоматизированному подсчету параметров исследуемых объектов. Другие известные методы интерпретируют слои снимка по-отдельности. Примером такого подхода является классификация лёгочных узлов на доброкачественные и злокачественные [2]. Это оправдано в тех случаях, когда выполняется классификация объектов, то есть определяются их качественные признаки принадлежности к какому-либо типу [3, 4]. В ряде случаев на практике требуется определять числовые параметры малых анатомических объектов на снимках, например, определять объёмы полостей (верхнечелюстных, лобных пазух и пр.) и исследовать их содержимое. В статье приводится описание алгоритма, решающего данную задачу и выполняющего параметризацию малых анатомических объектов томографических снимков.

Структура послойных томографических снимков

Каждый слой снимка КТ даёт точное значение плотности ткани, отображаемой соответствующими пикселями на снимке, которые имеют градации цвета от светлых до тёмных оттенков серого. Чем светлее оттенок серого, тем плотнее ткань в пределах пиксела [5]. Каждый снимок КТ имеет свой собственный диапазон плотностей, отображаемый с помощью оттенков, находящихся между чёрным и белым цветами («шкала Хаунсфилда»). Данный диапазон зависит от специфики исследуемых объектов, и точная информация о плотности тканей за пределами этого диапазона теряется [5]. Чисто белому цвету пиксела соответствует ткань, превосходящая по плотности диапазон отображения, чисто чёрному цвету — ткань, менее плотная, чем диапазон отображения. Промежуточные оттенки серого цвета пиксела проецируют значения плотности из интервала отображения и позволяют делать выводы о точном значении плотности ткани в данной точке пространства.

Таким образом, информация совокупности пикселей, относящихся к целевому объекту снимка, даёт исчерпывающие сведения о строении объекта и делает возможным его дальнейший анализ и исследование.

Алгоритм сегментации томографических снимков

Рассмотрим разработанный алгоритм программной параметризации объектов на примере задачи исследования верхнечелюстных пазух и определения их объёма. Задача параметризации какого-либо объекта, отображённого на



снимке, выполняется в два этапа: сначала выполняется сегментация слоёв КТ снимка с целью определения границ исследуемого объекта, затем совокупность пикселей, относящихся к исследуемому объекту, анализируется для определения его параметров.

Функционирование предложенного алгоритма сегментации снимков и определения границ исследуемого объекта начинается с загрузки в программу пользователем упорядоченных слоёв томографического снимка. Также необходимо задать значение толщины среза слоев и граничное значение яркости пикселей, которое послужит критерием проверки принадлежности пикселей выбранному объекту, а также поможет выбрать объект, указав принадлежащую ему точку.

В список пикселей на данном слое, относящихся к целевому объекту, добавляется стартовый пиксел, расположенный в выбранной точке. В дальнейшем каждый из пикселей на границе целевой области сравнивается с максимальным значением яркости для пикселей исследуемого объекта. Если его яркость меньше заданного значения, он добавляется к группе пикселей объекта, после чего происходит рассмотрение смежных с ним пикселей. Иначе он добавляется к группе пикселей границы объекта, и не участвует в дальнейшем расширении области.

Поиск пикселей в рамках стартового слоя заканчивается в момент, когда все граничные пиксели рассмотрены, и дальнейшее расширение исследуемой области невозможно. Далее следует проверка возможности расширения исследуемой области на соседние слои до тех пор, пока это возможно. Для этого необходимо повторять поиск пикселей для каждого нового соседнего слоя. На каждом из этих слоёв поиск начинается с заполнения списка пикселей в соответствии с наличием на соседних слоях граничных пикселей, относящихся к исследуемому объекту, и проходит аналогично поиску на стартовом слое. Процесс расширения области исследуемого объекта прекращается в тот момент, когда рассмотрены все возможные граничащие с объектом пиксели.

Параметризация объектов томографических снимков

Результатом работы алгоритма сегментации слоёв КТ снимка на данном этапе является информация о совокупности пикселей, принадлежащих исследуемому объекту, что позволяет провести его дальнейший анализ. На рис. 1 представлен интерфейс программного обеспечения, демонстрирующий результаты параметризации исследуемого объекта.

Применение разработанного алгоритма для исследования верхнечелюстных пазух позволило получить следующие результаты. Объём верхнечелюстной пазухи на каждом слое показан в таблице в левой части интерфейса. Он определялся, исходя из количества принадлежащих анатомическому объекту пикселей. Суммарный объём пазухи составил 12,96 ml. В правой части интерфейса приведена гистограмма распределения плотностей в зоне исследуемого объекта, позволяющая судить о параметрах его внутренних тканей. В центральной части отображаются слои исходного снимка КТ, на которых цветом выделена область исследуемого объекта.

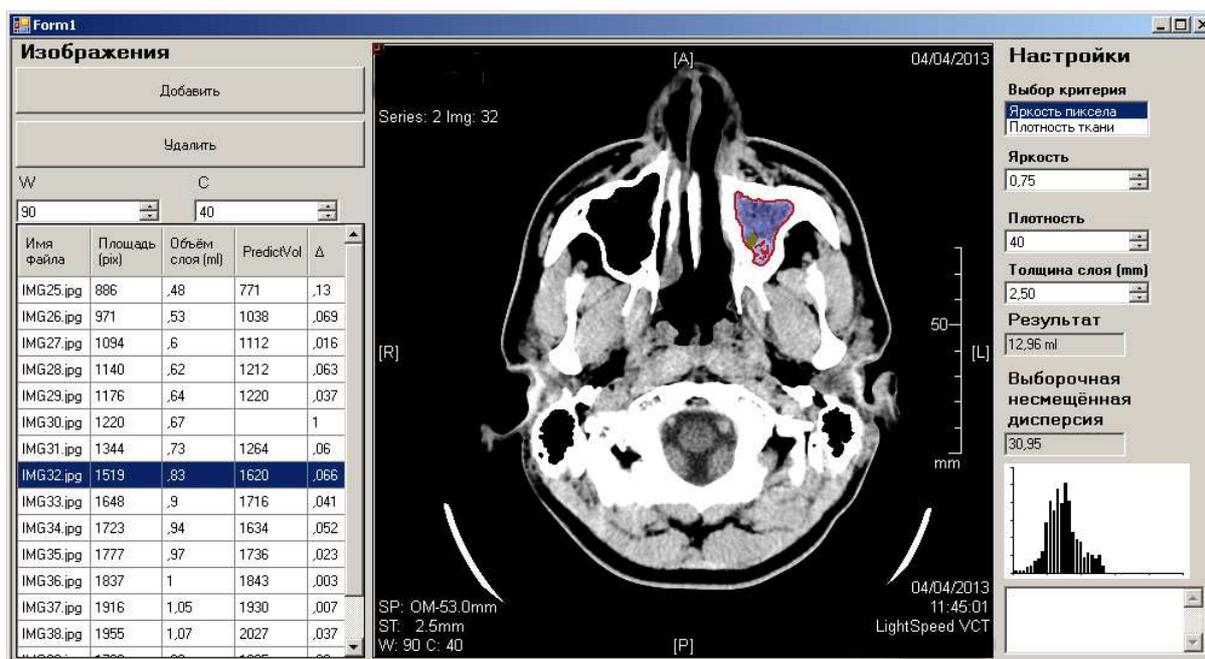


Рисунок 1. Интерфейс разработанного программного обеспечения, отображающий результаты параметризации исследуемого объекта

На основе полученных алгоритмом данных о распределении плотностей тканей в зоне исследуемого объекта определена выборочная несмещённая дисперсия, величина которой составила 30,95. Этот параметр, наряду с гистограммой плотности, является численным показателем степени неоднородности содержимого верхнечелюстных пазух. Например, значение выборочной несмещённой дисперсии для левой верхнечелюстной пазухи, которая заполнена преимущественно воздухом, составляет всего 8,01.

Заключение

Применение разработанного алгоритма позволяет автоматизировать процесс анализа послойных снимков КТ путём вычисления параметров малых анатомических объектов и их визуализации. Дополнительное разделение исследуемого объекта на зоны даёт возможность локализовать области с определёнными свойствами и делать выводы о внутреннем строении объекта. Визуализация гистограммы распределения плотностей в зоне исследуемого объекта даёт сведения о параметрах тканей внутри исследуемого объекта, а вычисляемое значение выборочной несмещённой дисперсии свидетельствует о степени неоднородности его внутреннего строения.

Автоматизированное вычисление параметров объектов позволяет дополнить объём диагностической информации, которую обычно получают по снимкам КТ. Разработанное программное обеспечение прошло апробацию в Самарской областной клинической больнице имени В.Д. Середавина и может способствовать совершенствованию диагностического процесса и в других клиниках и медицинских учреждениях, везде, где используется компьютерная томография.



Литература

1. Techniques, Clinical Applications and Limitations of 3D Reconstruction in CT of the Abdomen / M. Maher, M. Kalra, D. Sahani, J. Perumpillichira, S. Rizzo, S. Saini, P. Mueller // Korean Journal of Radiology, 2004. vol. 5. issue 1. P. 55-67. doi: 10.3348/kjr.2004.5.1.55
2. Computer-aided diagnosis systems for lung cancer: challenges and methodologies / A. El-Baz, G. Beache, G. Gimel'farb, K. Suzuki, K. Okada, A. Elnakib, A. Soliman, B. Abdollahi // International Journal of Biomedical Imaging, 2013. vol. 2013. P. 1-46 doi: 10.1155/2013/942353
3. Neural network ensemble-based computer-aided diagnosis for differentiation of lung nodules on CT images: Clinical evaluation / H. Chen, Y. Xu, Y. Ma, B. Ma // Academic Radiology, 2010. vol. 17. issue 5. P. 595-602. doi: 10.1016/j.acra.2009.12.009
4. Neural network-based computer-aided diagnosis in distinguishing malignant from benign solitary pulmonary nodules by computed tomography / H. Chen, XH. Wang, DQ. Ma, BR. Ma // Chinese Medical Journal, 2007. vol. 120. issue 14. P. 1211-1215. URL:
http://124.205.33.103:81/ch/reader/create_pdf.aspx?file_no=200771851284230&year_id=2007&quarter_id=14&falg=1 (20.06.2015)
5. Hofer M. CT Teaching manual: a systematic approach to CT reading. / M. Hofer // Thieme, 2007. – P.24-25.

Р.А. Пиняжин, А.М. Леднев

ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАЦИЯМИ В СЛУЖБЕ МОБИЛЬНЫХ ДОКТОРОВ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королева)

Введение

Наиболее удобным способом оказания медицинской помощи или проведения консультации для пациентов является вызов доктора на дом. Данная услуга предоставляется как государственными медицинскими учреждениями, так и частными компаниями. При этом услуги частных компаний в некоторых даже более востребованы, так как доктор приедет в удобное время без требований к наличию регламентированных медицинских документов. Обратной стороной данного удобства является стоимость данной услуги, тем не менее, она пользуется большим спросом в развитых странах.

Служба мобильных докторов также актуальна для крупных туристических центров, где ее пользователями становятся иностранные граждане. Этот фактор обуславливает главную задачу к компаниям, оказывающим подобные услуги, - повышение их доступности.



В ходе проведенного анализа выяснилось, что на уровень доступности службы мобильных докторов помимо общепринятых маркетинговых ходов и качества общения с клиентом, в значительной мере могут влиять внутренние бизнес процессы.

Организация коммуникаций между офисом и доктором

Для начала давайте рассмотрим процесс предоставления услуги по вызову доктора.

Взаимодействие пациента, доктора и офиса удобнее всего представить в виде диаграммы последовательности, представленной на рисунке 1. Как видно из диаграммы процесс заказа услуги и её выполнения состоит из 6 основных этапов. Каждый этап это определенное действие со стороны пациента, офиса или доктора.

- 1) Звонок – пациент осуществляет звонок в офис и сообщает необходимые данные для заказа услуги;
- 2) Заказ – совершается звонок доктору из офиса для передачи данного заказа.
- 3) Принял заказ – доктор подтверждает заказ и сообщает ориентировочное время прибытия на место;
- 4) Время приезда – оператор совершает звонок пациенту и говорит примерное время приезда доктора;
- 5) Осмотр – доктор приезжает к пациенту и проводит соответствующий осмотр, который требуется пациенту;
- 6) Информация об осмотре – доктор заполняет медицинский отчет на основе проведенного осмотра и отправляет его в офис;
- 7) Отчет – оператор проверяет высланный доктором отчет и передает его пациенту.

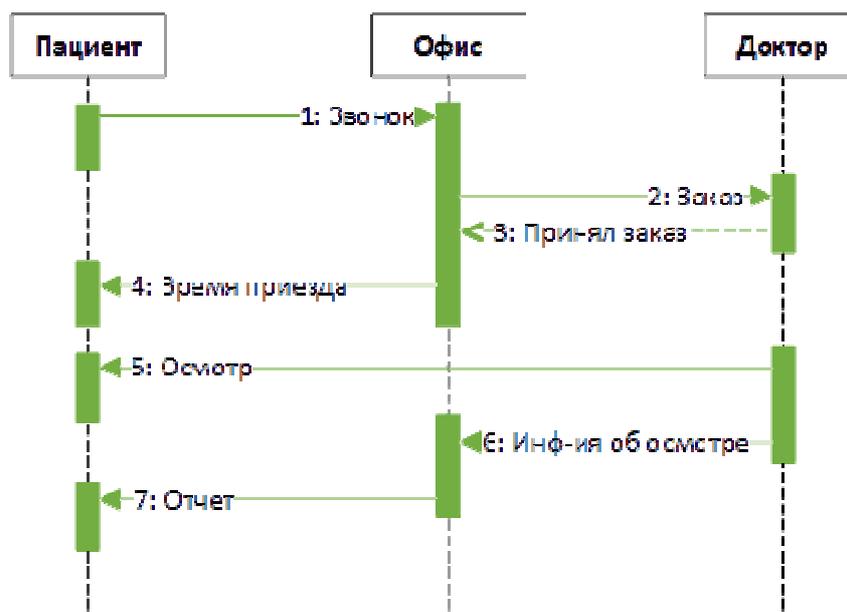


Рисунок 1 – Диаграмма последовательности взаимодействия пациента, офиса и доктора



Как видно из диаграммы офис выступает в качестве посредника практически во всех этапах взаимодействия и, следовательно, несет большую ответственность за передаваемую информацию. Очевидно, что этапы 2 и 3 являются избыточными, так как на это тратится лишнее время, за которое клиент может «передумать». Однако, при отсутствии информации в реальном времени, оператор не может сообщить пациенту ориентировочное время прибытия доктора и подтвердить услугу.

Исходя из этого можно сделать вывод, что данный способ коммуникации между доктором и офисом является недостаточно эффективным, так как могут возникать следующие проблемы:

- большой уровень задержки при передаче информации: необходимо, чтобы и доктор и оператор были одновременно доступны для разговора;
- неточность передаваемой информации: доктору необходимо устно сообщать, где находится клиент, из-за этого доктор может не слышать правильный адрес и соответственно пациенту будет сообщено не точное время приезда с последующими задержками в оказании услуги;
- неактуальность информации: месторасположение доктора постоянно меняется и, исходя из этого, офис не видя положение доктора в реальном времени может внести неправильные корректировки.

Данная проблема повышения эффективности коммуникации между доктором и офисом может быть решена за счет автоматизации процесса их взаимодействия.

Автоматизация коммуникаций службы мобильных докторов

Описанный процесс коммуникаций является типовым для большинства компаний, предоставляющих услуги в данной сфере. Проведенный анализ услуг служб мобильных докторов на рынке Великобритании показал, что большинство решений автоматизируют в основном процесс приема заказа, нежели внутренние коммуникации при непосредственном оказании услуги. Тем не менее, начинают появляться решения, которые призваны оптимизировать взаимодействие, но также не лишены недостатков.

На основе анализа работы службы мобильных докторов была составлена инфологическая модель предметной области (рисунок 2).

Исследование предметной области позволило определить функции для автоматизации коммуникаций между офисом и доктором. Данные функции логически разделяются на клиентское и серверное приложение:

- 1) Функциональность серверного приложения
 - создание/редактирование/удаление заказа;
 - назначение доктора на заказ;
 - отслеживание месторасположения доктора;
 - получение информации о ходе выполнения заказа;
 - информирование о проблемах и исключительных ситуациях.
- 2) Функциональность клиентская приложения:
 - получение нового заказа с сервера;



- отображение информации о заказе;
- отображение адреса заказа на карте;
- построение кратчайшего пути до места выполнения заказа;
- отправка отчета на сервер;
- отправка текущих координат на сервер;
- отправка текущего статуса доктора на сервер.

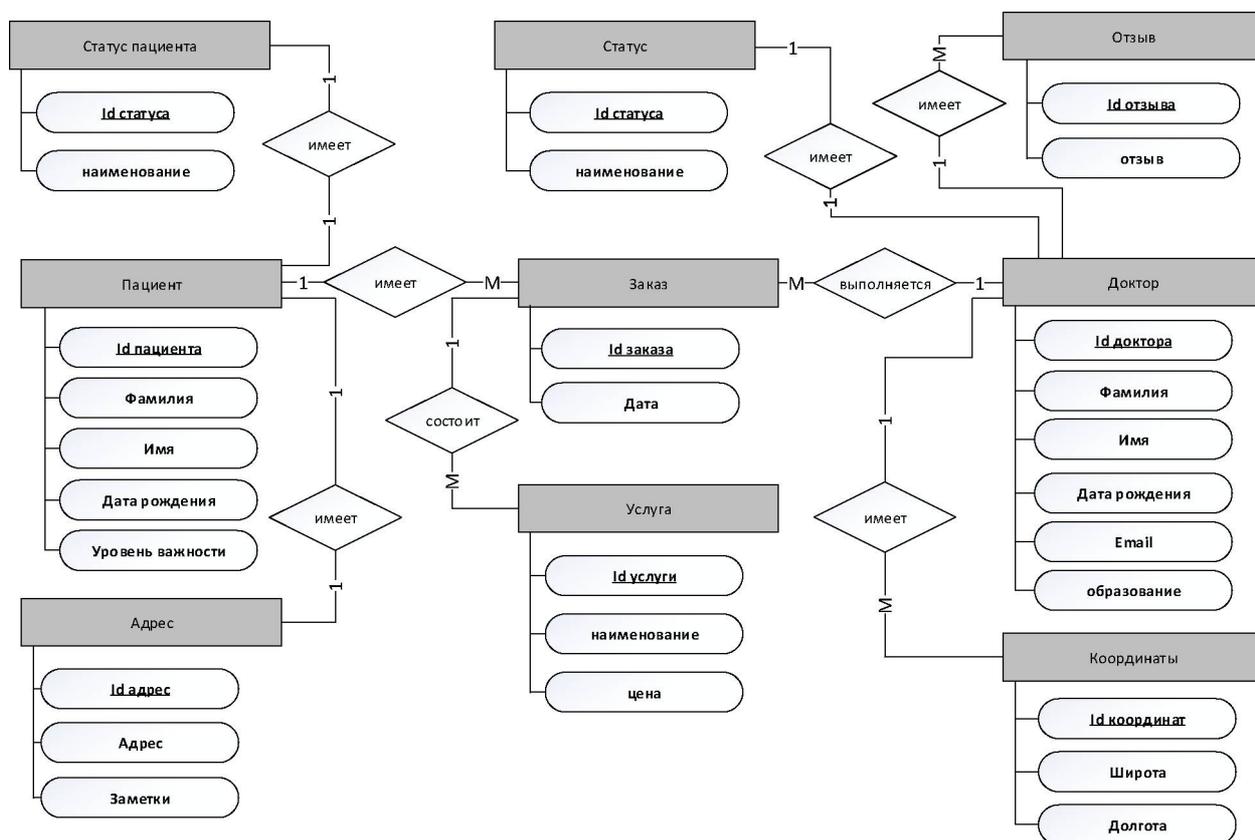


Рисунок 2 – ER диаграмма предметной области

Набор данных функций является базовым для решения поставленной задачи и может быть расширен согласно специфики компании, оказывающей услуги, законодательным требованиям и прочим обстоятельствам.

Заключение

В ходе данной работы были выявлены основные проблемы, с которыми сталкиваются частные медицинские службы при оказании услуг по вызову доктора на дом. Было установлено, что за счет повышения эффективности коммуникации возможно повысить качество оказываемых услуг.

В результате проведенного анализа предметной области и существующих автоматизированных решений были установлены функции, которые необходимо автоматизировать.

В дальнейшем данные функции будут реализованы в виде серверного и клиентского приложения, работа которых будет также в свою очередь проанализирована для определения эффективности использования автоматизированных средств управления коммуникациями в режиме реального времени.



А.А. Порунов, М.М. Тюрина, Д.Р. Абдрахимова

СТРУКТУРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ КАНАЛА ИДЕНТИФИКАЦИИ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ МАТЬ-ПЛОД

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева)

Среди перспективных направлений совершенствования систем идентификации опасных ситуаций (ИОС) в процессе родовспоможения следует выделить возможность введения в их структуру элементов искусственного интеллекта, которые позволяют более успешно решать задачу адаптации структуры и параметров систем ИОС к случайным изменениям структуры потоков информации о параметрах состояния роженицы, поступающих от объекта наблюдения – системы мать-плод (СМП). Переход к многоканальному принципу построения систем ИОС, реализованных в рамках акушерского монитора с расширенными функциональными возможностями [1-3] требует разработки новых методов и алгоритмов обработки массива первичных информативных сигналов.

Особое значение при разработке программно-алгоритмического обеспечения работы системы ИОС является реализация концепции идентификации момента приближения дистотии на основе метода «эталонной модели» [4-5], суть которого состоит в текущем контроле отклонения параметров состояния СМП от математической модели этой системы (по результатам оценки сократительной деятельности матки), полученной на основе предварительных диагностических исследований, проведенных во время последнего триместра. Структурная схема взаимодействия системы СМП с информационными каналами цифровой обработки в рамках предложенной концепции построения акушерского монитора представлена на рис.1.

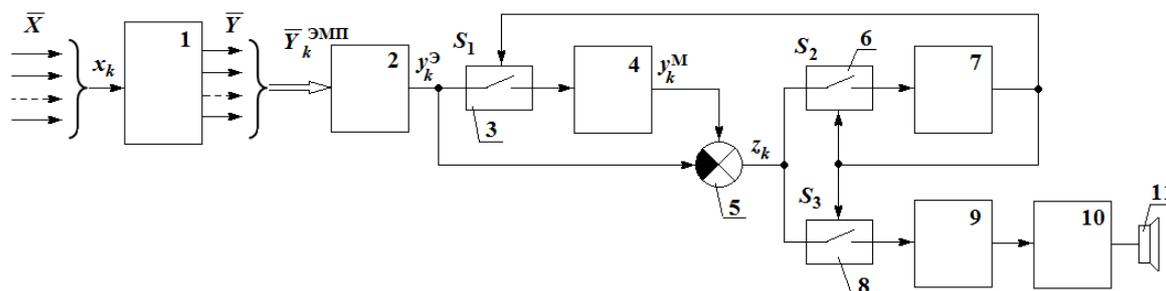


Рис. 1. Структурная схема канала идентификации опасных ситуаций (момента возникновения слабости родовой деятельности) на основе метода эталонной модели: X – массив входных сигналов (параметры окружающей среды), Y – массив параметров состояния СМП (сигналы от ЭКГ-м, ЭКГ-п, ЭхКГ-п, ЭЭГ-м, ЭГГ-м, СД-м) [3]; 1 – СМП; 2 – блок датчиков и цифровой обработки сигналов о параметрах состояния СМП; 3, 6, 8 – ключи S_1, S_2, S_3 ; 4 – эталонная модель; 5 – элемент сравнения, формирующий оценку отклонения z_k параметров эталон-



ной модели y_k^M от текущих параметров состояния СМП – $y_k^Э$; 7 – анализатор оценки порогового уровня отклонения z_k (компаратор, управляющий состоянием ключей S_1, S_2, S_3 ; 9 – вычислитель критерия ошибки $I(a, b)$; 10 – монитор; 11 – звуковой сигнализатор превышения порогового значения $I(a, b)$.

Идентификацию параметров СМП, которую можно отнести к динамическим объектам [4,5], принято осуществлять по результатам наблюдений за параметрами состояния физиологических систем роженицы, являющихся входными и выходными сигналами. Связь между этими сигналами может быть представлена в виде некоторой эталонной модели, оптимальной по выбранному критерию. Выбор такой модели является одним из наиболее ответственных этапов, в значительной степени определяющий эффективность решаемой задачи, например, идентификации момента приближения слабости родовой деятельности. Сравнительный анализ известных моделей [6], позволил выбрать тип модели: параметрические модели, к которым принято относить математическое описание на основе внутренней структуры или состояния СМП. Возможность синтеза внутренней структуры канала идентификации опасных ситуаций СМП обуславливает широкие возможности применения параметрических моделей для описания динамики процессов протекающих при родовой деятельности.

Рассмотрим задачу идентификации СМП в виде динамического объекта. Эта система в рамках класса параметрических моделей может быть описана в виде линейного разностного уравнения:

$$y_k = \sum_{j=0}^M b_j x_{k-j} - \sum_{i=0}^N a_i y_{k-i}, \quad (1)$$

где $x_k = x(t_k)$, $y_k = y(t_k)$ – дискретные отсчеты входного и выходного сигнала СМП соответственно, взятые в моменты времени $t_k = k\Delta t$, (например, параметры сократительной деятельности матки); a_i, b_j – параметры уравнения состояния СМП. Вариант структурного построения математической модели идентификации процессов, протекающих в СМП при родовспоможении, приведен на рис.2.

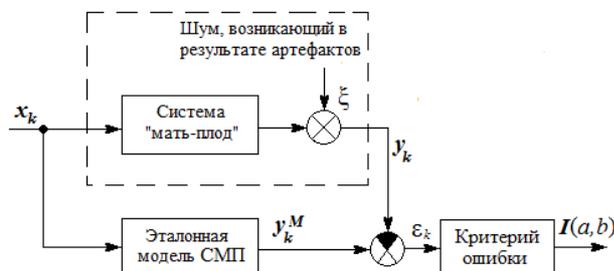


Рис. 2. Структурная схема математической модели идентификации:

y_k^M – выходной сигнал модели, отражающий, например, процессы, протекающие при сократительной деятельности матки; x_k, y_k – входные и выходные сигналы объекта идентификации отклонений в сократительной родовой деятель-



ности, проходящей в СМП; ε_k – ошибка идентификации; $I(a, b)$ – выбранный критерий.

Идентификация сводится к решению уравнения минимизации выбранного критерия качества (например, вероятности пропуска момента приближения слабости родовой деятельности), т. е. определению оценок \hat{a}_i, \hat{b}_i параметров a_i, b_j модели, которые соответствуют наименьшему значению выбранного критерия качества $I(a, b)$ в допустимой области параметров A, B :

$$\hat{a}, \hat{b} : I(\hat{a}, \hat{b}) = \min_{\substack{a \in A \\ b \in B}} I(a, b). \quad (2)$$

В указанном смысле задача идентификации ставится как задача минимизации функционала:

$$I(a, b) = \sum_{k=1}^K e_k^2 = \sum_{k=1}^K (y_k - y_k^M)^2, \quad (3)$$

где $y_k = y(t_k)$ – дискретные отсчеты выходного сигнала объекта идентификации в момент времени $t_k = k\Delta t$.

Используя евклидову норму вектора, функционал (2) можно записать в виде [6]:

$$I(a, b) = \|y - y_M\|_E^2, \quad (4)$$

где $y^T = [y_1, y_2, \dots, y_k]$ – K -мерный вектор дискретных отсчетов y_k выходного сигнала объекта; y_M – K -мерный вектор дискретных отсчетов модели; T – символ транспортирования.

Общее решение для поставленной задачи минимизации функционала (4) требует записи, вектора отсчетов y_M массива выходных сигналов модели (1) в матричной форме [7]:

$$y_M = X \cdot b - Y \cdot a, \quad (5)$$

где X – матрица размером $N \times M + 1$; Y – матрица размером $N \times M$; $a^T = [a_1, a_2, \dots, a_N]$ – N -мерный вектор параметров a_i ; $b^T = [b_1, b_2, \dots, b_M]$ – $M+1$ -мерный вектор параметров b_j . Очевидно, что если для $k \leq 0$ отсчеты $y_k = 0$ и $x_k = 0$, то случай $K \leq N$ соответствует переходному процессу для заданных начальных условий, а случай $K > N$ соответствует установившемуся процессу.

С учетом уравнения (5) функционал (4) можно записать как

$$I(a, b) = [y - X \cdot b + Y \cdot a]^T I [y - X \cdot b + Y \cdot a], \quad (6)$$

где I – единичная матрица размером $N \times N$.

Процедуру минимизации (2) функционала (6) принято выполнять на основе решения экстремальной задачи [6]:



$$\begin{cases} \frac{\partial I(a,b)}{\partial a_i} = 0 \\ \frac{\partial I(a,b)}{\partial b_i} = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Решив систему (7) и представив ее в терминах корреляционных характеристик входного и выходного сигналов СМП систему уравнений для определения критерия $I(a,b)$ оценки степени отклонений текущих параметров СМП от параметров ее эталонной модели можно представить следующим образом

$$\begin{cases} R_y[k] = \sum_{j=k}^M b_j R_{xy}[k-j] - \sum_{i=k}^N a_i R_y[k-i], \quad k = 1, 2, \dots, N; \\ R_{xy}[-k] = \sum_{j=k}^M b_j R_x[k-j] - \sum_{i=k}^k a_i R_{xy}[-k-i], \quad k = 0, 1, \dots, M, \end{cases} \quad (8)$$

где $R_x[k]$ – автокорреляционная функция дискретных отсчетов x_i входного сигнала; $R_y[k]$ – автокорреляционная функция дискретных отсчетов y_i выходного сигнала; $R_{xy}[k]$ – взаимокорреляционная функция отсчетов входного и выходного сигнала.

Алгоритм работы канала системы идентификации момента возникновения слабости родовой деятельности, разработанный на базе критерия (8), позволяет проводить оперативный автоматизированный расчет оценок параметров a_i и b_j модели (1) для различных типов выходных сигналов СМП, используя лишь информацию об автокорреляционных функциях входных и выходных сигналов системы. Разработанная структурная схема эталонной модели СМП позволит решать задачу идентификации момента приближения слабости родовой деятельности по результатам оценки отклонений параметров сократительной деятельности матки от параметров эталонной модели, и тем самым снизить риск неблагоприятного исхода родов.

Литература

1. Пушкова А.С., Пороунов А.А., Тюрина М.М. Разработка принципов и схем построения отечественного акушерского монитора нового поколения. // Труды Международной НПК «Научные аспекты современных исследований». – Уфа, 2015. – С.46-51.

2. Пушкова А.С., Пороунов А.А., Тюрина М.М. Аналитическое обоснование состава и структуры многоканальной системы автоматизированного мониторинга процессов родовспоможения. // Sciences of Europe (Прага), Vol 2. – №6, 2016. – С.42-44.

3. Патент на изобретение РФ № 2568254 20.11.2015 (по заявке 2014106016/14 от 18.02.2014). «Устройство контроля и прогнозирования состояния системы «мать-плод» в процессе родовспоможения»/Авт. Пороунов А.А., Тюрина М.М., Пушкова А.С. Оpubл. в бюл. № 32, 2015.



4. Штейнберг Ш.Е. Идентификация в системах управления. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 80с.
5. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов. М.: Энергия, 1979. – 240с.
6. В.П. Шкодырев корреляционный метод идентификации на основе параметрических моделей. // // Сб. науч. трудов "Датчики систем измерения, контроля и управления", Пенза, 1988. – С. 68-72.
7. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц. 5-е изд. – М.: Физматлит, 2004. – 560 с.

О.В. Пищулина¹, Л.С. Зеленко¹, А.В. Кругомов²

РАЗРАБОТКА КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ ВЕРСИИ МЕДИЦИНСКОГО КАЛЬКУЛЯТОРА ДЛЯ РАСЧЕТА ПЕРИОПЕРАЦИОННЫХ РИСКОВ

(¹Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва,
²Самарский государственный медицинский университет)

С каждым годом в России увеличивается количество проводимых операций. Пациенты, которым при лечении выполняют хирургические вмешательства, подвергнуты значительным рискам сердечно-сосудистых заболеваний. В свою очередь, сердечно-сосудистые заболевания выходят на первое место среди причин смертности. Поэтому одной из наиболее важных проблем современной медицины являются периоперационные осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы пациента.

Облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей (ОАСНК) – поражение крупных сосудов атеросклеротическим процессом, ведущим к их постепенному сужению и нарушению кровообращения. В структуре заболеваний сердечно-сосудистой системы ОАСНК составляет до 20% [1]. Выбор оперативного вмешательства у пациентов с ОАСНК обусловлен желанием получить наилучший отдалённый результат. Однако выполнение оптимального способа реваскуляризации сопряжено с рисками периоперационной заболеваемости и смертности. Прогнозирование этих рисков позволяет избежать необоснованных вмешательств.

На сегодняшний день авторами разработано несколько версий системы «Медицинские калькуляторы для расчета периоперационных рисков»: настольное приложение и мобильные приложения на платформе Android и Windows Phone, они позволяют рассчитать числовые показатели рисков возникновения различных осложнений, которые могут проявиться на этапе подготовки операции, во время ее проведения и после ее окончания, то есть в периоперационном периоде [1].

Комплекс программ позволяет пользователям рассчитать медицинские показатели по семнадцати шкалам и индексам, для этого необходимо предварительно заполнить анкету. Данные, которые заполняет пациент при анкетирова-



нии, хранятся в локальной базе данных (см. рис. 1). Данные расчетов можно сохранить в файл как по отдельной шкале, так и по всем шкалам, где был произведен расчет.

Это создает ряд неудобств при совместном использовании программ: результаты расчетов хранятся в разных источниках данных и в разных форматах, что затрудняет накопление общей статистики. В связи с этим авторами было принято решение о реализации системы в виде клиент-серверного приложения, доступ к сервисам которой будет реализован через разграничение прав доступа, а информация будет доступна в любое время. На рис. 2 приведена структурная схема системы. Все компоненты системы будут расположены на клиентской части системы, на сервере будут храниться только база данных и файлы с данными расчетов. Обработка данных будет вестись по технологии «толстый клиент».

В системе будут предусмотрены три роли: «администратор», «врач» и «гость». Для каждого пользователя будут определены разные уровни доступа к данным:

- гость может выполнять только расчет медицинских показателей без сохранения исходных и результирующих данных;
- администратор может работать с учетными данными пользователей;
- врач обладает максимальным набором прав, он имеет доступ ко всем функциям системы: может создавать анкеты, рассчитывать медицинские показатели, формировать необходимые документы и статистику, он имеет доступ ко всем данным системы.

Новая версия программы позволит накопить большой объем статистических данных о различных заболеваниях, это позволит врачам в повседневной практике использовать количественные методы стратификации тяжести состояния пациентов и выбора показаний для определённого вида оперативного лечения.



Рис. 1. Логическая схема базы данных

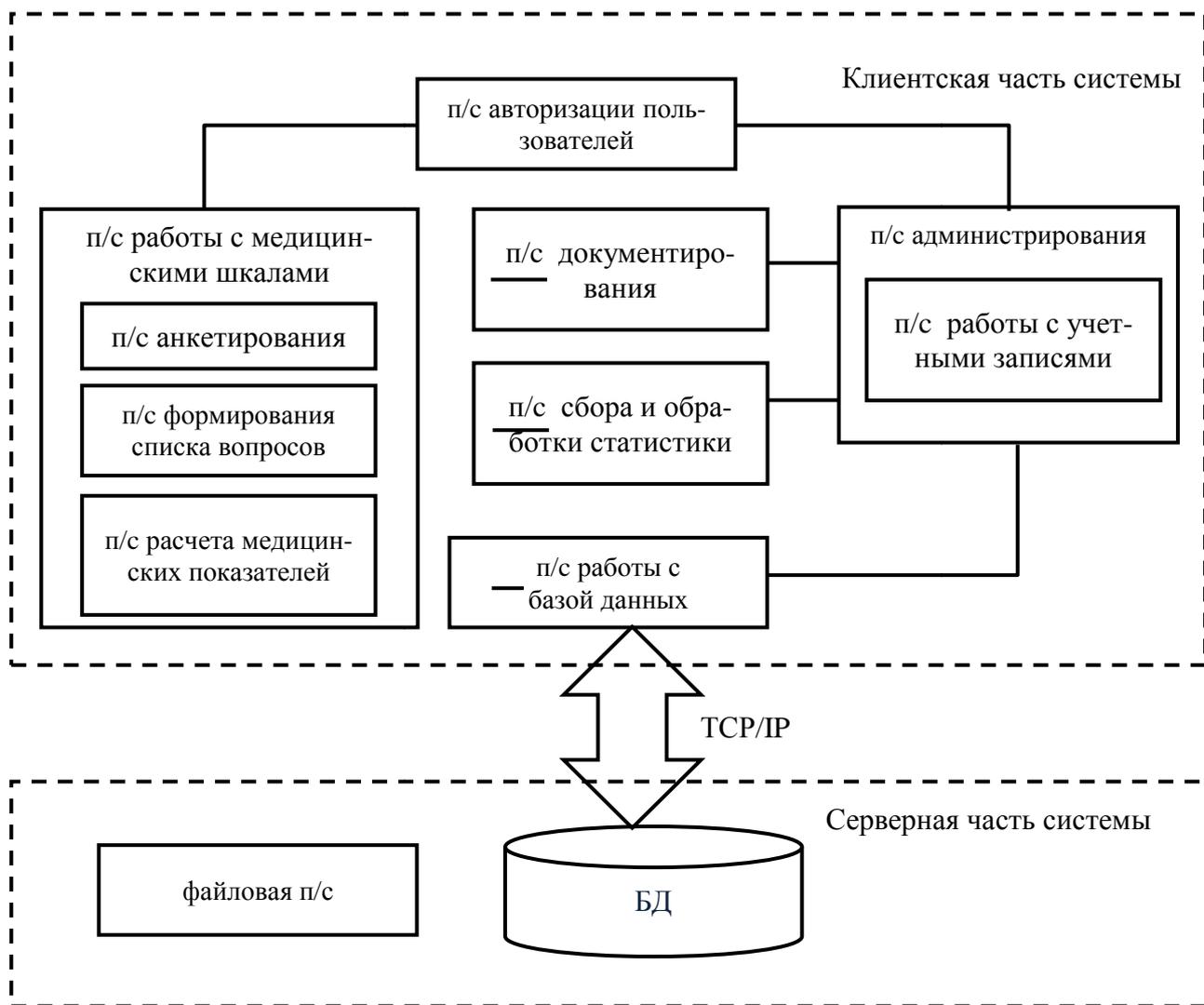


Рис. 2. Структурная схема системы

О.Б. Рузибаев, Ш.Б. Сайфуллаев, Д.А. Алиева

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

(Ташкентский университет информационных технологий)
(Республиканский онкологический научный центр (РОНЦ МЗ РУз))

В последнее время наблюдается тенденция роста и широкого распространения Рака молочной железы (РМЖ) среди женщин в возрастной группе 35-55 лет. Диагноз РМЖ является широко обсуждаемой и глобальной проблемой, в связи с чем, ранняя диагностика становится актуальной проблемой здравоохранения Республики Узбекистан. Раннее выявление РМЖ имеет большое значение для спасения жизней, позволяет свести к минимуму риск распространения заболевания ткани в другие органы. Точные и надежные методы, необходимые



для раннего обнаружения, позволяют рентгенологам на раннем этапе различать злокачественные и доброкачественные новообразования в молочной железе.

Создание точных и эффективных классификаторов для больших баз данных является одной из основных задач научных исследований в области интеллектуального анализа данных и машинного обучения.

В настоящее время предложены много различных методов классификации, таких как деревья принятия решений, наивный - байесовский метод, и метод логистической регрессии, SVM, KNN и др.

Метод дерева принятия решений (j48) - обычно используется в интеллектуальном анализе данных для изучения данных и построения дерева и самих правил, которые будут использоваться для создания прогнозов.

Дерево решений - это классификатор, в виде древовидной структуры, где каждый узел является узлом листьев, указывающий значение целевого атрибута или класса примеров, или узел решение. Дерево принятия решений может использоваться для классификации объекта, путем перемещения начиная с корня дерева, пока не будет достигнут конечный узел, который обеспечивает классификацию экземпляра.

Наивный байесовский классификатор может быть как параметрическим, так и непараметрическим, в зависимости от того, каким методом восстанавливаются одномерные плотности. Основные преимущества наивного байесовского классификатора – простота реализации и низкие вычислительные затраты при обучении и классификации. В тех редких случаях, когда признаки действительно независимы, наивный байесовский классификатор оптимален. Основным его недостаток – относительно низкое качество классификации в большинстве реальных задач. Чаще всего он используется либо как примитивный эталон для сравнения различных моделей алгоритмов, либо как элементарный строительный блок в алгоритмических композициях [4].

Машина опорных векторов – является одной из наиболее популярных методологий обучения по прецедентам, предложенной В.Н. Вапником и известной в англоязычной литературе под названием SVM (Support Vector Machine). Это наиболее быстрый метод нахождения решающих функций. Метод сводится к решению задачи квадратичного программирования в выпуклой области, которая всегда имеет единственное решение. Не существует общего подхода к автоматическому выбору ядра в случае линейной неразделимости классов.

К-ближайших соседей – это метрический алгоритм классификации, основанный на оценивании сходства объектов. Классифицируемый объект относится к тому классу, которому принадлежат ближайшие к нему объекты обучающей выборки. Классификацию, проведенную данным алгоритмом, легко интерпретировать путём предъявления пользователю нескольких ближайших объектов. Поиск ближайшего соседа предполагает сравнение классифицируемого объекта со всеми объектами выборки, что требует линейного по длине выборки числа операций.

Метрики точности и полноты - Определим следующие величины:



TP - истинно положительные примеры - это количество случаев, правильно определенных как доброкачественные (true positives, TP):

TN - истинно отрицательные примеры - это количество случаев, правильно определенных как злокачественные (true negatives, TN):

FP - истинно положительные примеры - это количество случаев, неправильно определенных как доброкачественные (false positives, FP):

FN - ложные отрицательные примеры - это количество случаев неверно определенных как злокачественные (false negative, FN):

Точность представляет долю опухолей, которые были предсказаны как злокачественные от фактического числа злокачественных опухолей. Точность, специфичность и чувствительность вычисляется по следующим формулам:

$$(Точность) Accuracy = \frac{TP + TN}{TN + TP + FN + FP} \quad (1)$$

$$Специфичность(Specificity) = \frac{TN}{TN + FP} \quad (2)$$

$$Чувствительность(Sensitivity) = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

Значение показателей точность, чувствительность и специфичность может быть определена с помощью матрицы смешивания, как показано в таблице 1. Матрица смешиваний описывает количество правильных и неправильных прогнозов, выявленных в системе классификации.

Таблица 1: Матрица смешиваний

	Фактически	
Фактический (actual)	Положительно	Отрицательно
Положительный	TP	FP
Отрицательный	FN	TN

Проводим оценку разработанной модели с использованием набора данных рака груди Висконсин для классификации поражения молочной железы.

Набор данных состоит из записей 699 пациентов. Среди них 458 или 65,5% имеют рак груди, для 241 или 34,5% результат неизвестен. Чтобы проверить результаты сравнения популярных шести методов интеллектуального анализа данных используется 10 - пересекающихся групп проверок.

При настоящем исследовании, данные разделены на 10 групп, где 1 группа используется для тестирования и 9 групп для обучения. Диагностические результаты записи каждого пациента из набора данных состоят из десяти переменных, которые кратко излагаются в таблице 2. Одна из 10 переменных является переменной, представляющей состояние диагностики пациента с или без рака груди (т.е. злокачественная или доброкачественная).



Таблица 2. Сведения об атрибутах.

№	Атрибут	Значение
1	Clump thickness (CT)	1-10
2	Uniformity of cell size (UCS)	1-10
3	Uniformity of cell shape (UCSh)	1-10
4	Marginal adhesion (MA)	1-10
5	Single epithelial cell size (SECS)	1-10
6	Bare nuclei (BN)	1-10
7	Bland chromatin (BC)	1-10
8	Normal nucleoli (NN)	1-10
9	Mitosis (M)	1-10
10	Class (C)	2/4

Таблица 2 сведения об атрибутах 2 для доброкачественных, 4 для злокачественных.

Степень точности классификации оценивается с точки зрения чувствительности и специфичности. Значения производительности методов (то есть точность, чувствительность, специфичность, коэффициент ошибок и время) определены на основе матрицы смешивания и показаны в таблице 3.

Таблица 3: Производительность обучения и тестирования данных

Алгоритм	Обучение данных (499)				Тестирование данных (200)			
	Acc	Senst	Spec	Err	Acc	Senst	Spec	Err
J48	95.59	0.96	0.949	4.41	92	0.942	0.873	8
NB	96.79	0.966	0.972	3.21	94.5	0.934	0.968	5.5
LR	96.79	0.978	0.949	3.21	92.5	0.956	0.857	7.5
SVM	97.59	0.981	0.966	2.41	94.5	0.956	0.921	5.5
KNN	95.19	0.978	0.904	4.81	94	0.949	0.921	6

Здесь Acc - точность, Senst - чувствительность, Spec - специфика, Err – коэффициент ошибок. Из приведенной выше таблицы видно, что метод SVM имеет наивысшую точность (97.59%) и наиболее низкий коэффициент ошибок (2,41%) как в обучении, так и в тестировании данных.

Выводы

В этой статье точность классификации методов оценивается на основании конкретных примеров. Важной задачей в области интеллектуального анализа данных и машинного обучения - построить точные и вычислительно-эффективные классификаторы для их применения в медицинской практике. Производительность метода SVM выше по сравнению с другими классификаторами. Следовательно, SVM показывает лучшие результаты для записей паци-



ента с заболеванием РМЖ. Поэтому классификатор SVM предлагается для диагностики РМЖ, так как позволяет получить результаты с высокой точностью, низким коэффициентом ошибок и высокой производительностью.

Литература

1. A. Endo, T. Shibata and H. Tanaka Comparison of seven algorithms to predict breast cancer survival, Biomedical Soft Computing and Human Sciences, vol.13, pp.11-16. (2008)
2. Asuncion A. and D.J. Newman: "UCI Machine Learning Repository", Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science, 2007. [Online]. Available: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>
3. О.Б. Рўзибоев, О.Қ. Хўжаев Исследование и программная реализация метода ближайших соседей// Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2014. – №2. – С. 84-89. ISSN 1815-4840.
4. Hastie, T. The Elements of Statistical Learning / T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman – Springer, 2001. – ISBN 0-387- 95284-5.

Е.Г. Супонев

АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ СИГНАЛОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ С ПОМОЩЬЮ ВСПЛЕСКОВ ДОБЕШИ

(Воронежский государственный университет)

Введение

В настоящее время компьютерные технологии широко применяются в исследованиях биологических систем. Одной из важных областей является электрокардиография (ЭКГ), изучающая активность сердечно-сосудистой системы человека.

Разработка эффективных алгоритмов сжатия сигналов ЭКГ обычно усложняется, во-первых, значительной вариабельностью и разнообразием признаков, во-вторых, наличием шумов от которых трудно избавиться на этапе регистрации сигнала, что обусловлено сложной природой явления [1,2]. Наличие этих факторов предполагает предварительную обработку сигнала перед компрессией. Поэтому актуальной задачей становится разработка универсальных алгоритмов и математических моделей, позволяющих повысить эффективность сжатия, при этом обеспечив максимальное качество результата.

1. Всплески с компактным носителем

Одной из тенденций настоящего времени в области цифровой обработки ЭКГ является применение теории всплесков [3]. Для осуществления сжатия удобно использовать всплески с компактным носителем, называемые всплесками Добеши.

Выражения для масштабирующей функции $\varphi(x)$ и всплеска $\psi(x)$ порядка $n/2$ (n – четное) выглядят следующим образом [4]



$$\varphi(x) = \sum_{k=-\frac{n}{2}+1}^{\frac{n}{2}} C_k \varphi(2x-k), \psi(x) = \sum_{k=-\frac{n}{2}+1}^{\frac{n}{2}} (-1)^k C_{l-k} \varphi(2x-k).$$

Исследуемый сигнал $f(x)$ раскладывается по функциям $\varphi_{j,k}(x) = 2^{-j/2} \varphi(2^{-j}x - k)$ и $\psi_{j,k}(x) = 2^{-j/2} \psi(2^{-j}x - k)$, $k, j \in Z$. Процедура нахождения коэффициентов разложения называется анализом. Ее удобно осуществлять с помощью так называемого пирамидального алгоритма Малла [5]. После его реализации для исходной функции получается представление вида:

$$f(x) = \sum_j \sum_k d_{j,k} \psi_{j,k}(x).$$

Восстановление сигнала по полученным коэффициентам $d_{j,k}$ называется синтезом. Между процедурами анализа и синтеза, как правило, с коэффициентами производят дополнительные преобразования с целью осуществления сжатия и сглаживания сигнала. Часть $d_{j,k}$ обычно обнуляется, проводится округление. Подобного рода алгоритм сжатия ЭКГ с помощью всплесков Добеши рассмотрен в работе [6].

Приведенные в статье [6] расчеты показывают, что алгоритм с использованием всплесков Добеши наиболее эффективен для плавно изменяющихся сигналов. Особенности сигналов в виде пиков и другие явления малого временного масштаба, но большой амплитуды, требуют привлечения большого количества ненулевых коэффициентов $d_{j,k}$.

2. Аппроксимация пиков суммой нескольких функций Гаусса

Сигналы электрокардиограммы имеют локальные особенности в виде пиков [1,2]. Важной задачей является нахождение математической модели для их описания. Один из вариантов был рассмотрен в статье Нихада Насера [7]. В его работе предлагается новый алгоритм аппроксимации пиков суперпозицией $N=2$ или $N=3$ функций Гаусса:

$$f(x) = \sum_{p=1}^N A_p \exp\left(-\frac{(x - m_p)^2}{2\sigma^2}\right),$$

где σ – фиксированная величина.

Идея указанного алгоритма состоит в том, чтобы найти такие значения параметров модели, при которых совпадают несколько первых моментов модельного и экспериментального сигналов. Под моментом k -го порядка функции $f(x)$ понимается следующая величина

$$\nu_k = \int_{-\infty}^{\infty} x^k f(x) dx.$$

На практике используется конечномерный вариант последнего соотношения с применением квадратурных формул.

Данный подход, как показано в статье [7], является достаточно эффективным при моделировании пиков, однако, обеспечивает низкий процент сжатия для плавно изменяющихся участков ЭКГ.



3. Комбинированный алгоритм

Основной задачей при сжатии сигналов электрокардиограмм является сохранение клинически значимой части информации при минимальном количестве ненулевых коэффициентов. Однако, при использовании обычного алгоритма, применяемого в работе [6], и большом проценте сжатия, прореживание может затронуть коэффициенты, содержащие информацию о форменных элементах ЭКГ, что приведет к потере важной, с медицинской точки зрения, информации.

В данной работе предлагается алгоритм, соединяющий достоинства подходов, использованных в статьях [6] и [7]. Он позволяет с достаточной клинической точностью, восстановить сигнал при меньшем, по сравнению с [6], числе ненулевых коэффициентов.

Идея алгоритма состоит в том, что непосредственно перед сжатием происходит обработка ЭКГ, при которой форменные элементы выделяются и аппроксимируются с помощью нескольких функций Гаусса. Затем, смоделированные пики вычитаются из исходного сигнала, а к получившемуся более плавному сигналу с помехами, применяется обычный алгоритм сжатия при помощи всплесков Добеши. Чтобы восстановить исходный сигнал, остается добавить ранее удаленные элементы.

Особенность нового комбинированного алгоритма заключается в том, что получившийся после вычитания пиков сигнал представляет собой относительно плавную линию с помехами гораздо меньшей амплитуды, чем форменные элементы. Поэтому при сжатии ее на 99% получаем, в основном, эффект сглаживания без значительных искажений: визуально исходный и сжатый сигналы ЭКГ неразличимы, следовательно, это не повлияет на решение специалиста при постановке диагноза.

Для демонстрации результатов приведем таблицу 1, в которой сравним обычный [6] и предлагаемый нами комбинированный алгоритм. Количественным критерием качества сжатия в нашей работе выступает среднеквадратичная норма разности исходного $f(x)$ и сжатого $\tilde{f}(x)$ сигналов, выраженная в процентах к среднеквадратичной норме исходной ЭКГ, т. е.

$$\gamma = \sqrt{\frac{\sum_k (f(x_k) - \tilde{f}(x_k))^2}{\sum_k f(x_k)^2}} \times 100\%.$$

Как видно из таблицы 1, комбинированный алгоритм обеспечивает лучшее качество восстановления сигнала ЭКГ (параметр γ меньше) при большем проценте сжатия (до 99%). Таким образом, использование комбинированного алгоритма позволяет повысить процент сжатия и произвести сглаживание помех без потери важной медицинской информации, которая позволяет специалисту правильно расшифровать сигнал, а затем поставить диагноз.



Таблица 1. Сравнение эффективности алгоритмов сжатия ЭКГ на основе всплесков Добеши 8-го порядка

№ ЭКГ	Алгоритм	Процент сжатия, %	Отклонение γ , %
1	Обычный	98%	17%
	Комбинированный	99%	3%
2	Обычный	97%	11%
	Комбинированный	99%	3,5%
3	Обычный	98%	8%
	Комбинированный	99%	2%

Литература

1. Зудбинов Ю.И. Азбука ЭКГ / Ю.И. Зудбинов. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 2003. – 160 с.
2. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии / В.Н. Орлов. – М.: «Медицинское информационное агентство», 2012. – 560 с.
3. Addison P.S. Wavelet transforms and the ECG: a review / P.S. Addison // *Physiological Measurement*. – 2005. – V. 26, № 5. – P. 155–199.
4. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам / И. Добеши. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 464 с.
5. Воробьев В.И. Теория и практика вейвлет-преобразования / В.И. Воробьев, В.Г. Грибунин. – СПб.: «ВУС». – 1999. – 204 с.
6. Сравнительный анализ эффективности сжатия сигнала ЭКГ с помощью всплесков Добеши и дискретного косинусного преобразования / Л.А. Минин [и др.] // *Системы управления и информационные технологии*. – 2011. – № 3(45). – С. 177–180.
7. Насер Нихад Аппроксимация пиков в электрокардиограммах комбинацией сдвигов функций Гаусса / Нихад Насер // *Системы управления и информационные технологии*. – 2015. – № 1(59). – С. 77–80.

М.В. Телегина, Д.С. Карелин

О РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕДИКО-САНИТАРНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ХИМИЧЕСКИХ АВАРИЙ

(Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова)

Риск возникновения опасной ситуации присутствует практически на любом промышленном предприятии. Однако на крупных химических производствах аварии могут наносить огромный ущерб, как самому предприятию, так и городу, в котором оно находится. Помимо материального ущерба, в таких слу-



чаях также наноситься ущерб населению и персоналу. В отличие от многих других химические аварии характеризуются прежде всего масштабностью последствий и скоростью распространения. В этих условиях чрезвычайно важны роль действенной системы мониторинга, прогнозирования, оперативной оценки складывающейся обстановки и выработки решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации [1-3]. Своевременная медицинская помощь также может значительно снизить ущерб здоровью населения. В таких ситуациях очень важна быстрая оценка нанесенных повреждений, на основе которой можно более качественно спланировать мероприятия оказания помощи населению и персоналу предприятия [4].

Для прогнозирования медико-санитарных последствий химических аварий и определения потребности в силах и средствах для их ликвидации под руководством министерства здравоохранения были разработаны методические указания [2], в которых в первую очередь рассчитываются:

- глубины и площади зон возможного поражения аварийно-опасными химическими веществами (АОХВ) людей с различными степенями тяжести поражения, а также изменения этих зон с течением времени;
- стойкость АОХВ или продуктов их деструкции, выброшенных в окружающую среду;
- продолжительность поражающего действия АОХВ;
- количество и структуру пораженных среди персонала объектов и населения, подвергшихся воздействию АОХВ, на любое заданное время с учетом особенностей химически опасного и потенциально поражаемого объектов, окружающих условий и самой аварии.

На текущий момент существует по меньшей мере три программных комплекса, позволяющих проводить прогноз последствий аварий на химических объектах.

Программа «АХОВ» разработана научно-производственным предприятием «Титан-Оптима» [6] в соответствии с методикой [5]. Согласно описанию на сайте производителя, она позволяет рассчитать:

- прогнозируемые потери населения в зоне химического объекта;
- силы и средства для проведения химической разведки и химического контроля;
- необходимое количество противогазов населению, их марок для эффективной защиты и потребного количества пунктов выдачи;
- количества сил и средств для мероприятий по обеззараживанию, постановки завес и перекачки в резервную емкость;
- количество сил и средств для обеззараживания техники;
- количество сил и средств для проведения санитарной обработки;
- количество сил и средств для проведения мероприятий по обеззараживанию местности.

Обилие возможностей данного продукта является, как и его плюсом, так и его минусом, так как интерфейс программы сильно перегружен, поэтому ис-



пользование комплекса не подготовленным пользователем крайне затруднительно. Так же стоит отметить высокую стоимость продукта.

Программный комплекс «Токси» разработан в Российском химико-технологическом университете имени Д. И. Менделеева и предназначен для прогнозирования последствий химических аварий и идентификации аварийных источников загрязнения атмосферного воздуха [7].

В программе реализовано 5 сценариев:

1. Полное разрушение емкости с газообразным опасным химическим веществом (ОХВ);
2. Частичная разгерметизация емкости с газообразным ОХВ;
3. Частичная или полная разгерметизация трубопровода с газообразным ОХВ, для вещества, находящегося в технологическом оборудовании в жидком состоянии;
4. Полное разрушение емкости со сжиженным ОХВ;
5. Частичная разгерметизация емкости со сжиженным ОХВ.

Несмотря на то, что имеется пять сценариев, данный комплекс имеет узкую специализацию. По информации на сайте вуза, можно сделать вывод, что система не была завершена и до сих пор находится в стадии тестирования.

Последней системой является комплекс продуктов «НПО Омега» [8]. В него входят следующие продукты: «Аммиак», «Токси», «Токсодоза», «Экспресс-оценка». Из них наибольший интерес представляет продукт «Токсидоза», так как он выполнен по методике [2]. Она позволяет выполнять:

- определение количества поступивших в атмосферу ОХВ при различных сценариях аварии;
- пространственно-временное поле концентрации ОХВ в атмосфере;
- рассчитать размеры зон и площадей химического поражения людей, соответствующие различной степени поражения, определяемой по ингаляционной токсодозе;
- определить значения максимальных концентраций и токсодозы на следе облака;
- рассчитать количество пораженных людей;
- рассчитать потребное количество в медицинских силах и средствах.

Производитель данного комплекса предоставляет достаточно мало сведений о продукте, поэтому довольно сложно делать какие-либо выводы о качестве данного продукта.

Помимо минусов, описанных для каждой системы, все системы обладают общим недостатком – программа устанавливается на компьютер пользователя и данные о предприятиях хранятся у пользователя на компьютере. Такой способ хранения данных имеет следующие недостатки:

- при сбое на машине пользователя, данные могут потеряться;
- для изучения/изменения данных необходим прямой доступ к машине пользователя;
- пользователь может работать с не самой последней версией программного продукта;



- администрирование большого количества предприятий одним пользователем затруднительно.

Для решения выше обозначенных проблем предполагается разработать программный комплекс, реализованный в виде web-сайта. Использование данного способа решает проблемы хранения, резервного копирования и редактирования. Хранение данных на сервере и их резервное копирование. Хранение данных пользователей позволяет обезопасить их от потери данных. Резервное копирование данных позволяет не бояться отказа одного из серверов, т.к. потеря сразу всех серверов крайне маловероятна.

Редактирование данных возможно с любого компьютера, подключенному к сети Интернет. Это повышает мобильность пользователя.

Так как обработка данных производится на сервере, то пользователю не нужно думать об обновлении программного обеспечения, он всегда будет работать с последней версией продукта.

Разграничение прав доступа позволяет иметь одному пользователю доступ к информации о нескольких предприятиях. Так же информация о предприятии может быть доступна сразу нескольким пользователям, что позволяет разграничить зоны ответственности. Например, данные о химических веществах, находящихся на предприятии, могут заполняться представителями этого предприятия, а оперативные данные, на момент аварии, могут заполняться представителями служб, ответственных за ликвидацию аварии.

В качестве основного стека технологий предполагается использовать следующие продукты: Microsoft Azure, Asp.Net MVC, MySql.

Microsoft Azure – облачная платформа компании Microsoft. Предоставляет возможность разработки и выполнения приложений и хранения данных на серверах, расположенных в распределённых дата-центрах [9]. Она предоставляет возможности развертывания сайтов, хранения данных в хранилищах. Также Microsoft берет на себя обязательства сохранности данных.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что разработка собственного комплекса для прогнозирования медико-санитарных последствий химических аварий и определения потребности в силах и средствах для их ликвидации более высокого качества с применением web-технологий является актуальной задачей.

Использование облачных технологий позволяет развертывать приложения и тратить минимальные силы для их администрирования.

Литература

1. Янников, И.М. К вопросу об организации системы безопасности химически опасных объектов // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: ИжГТУ. – 2009. – №2 (14). – С.216–222.
2. Габричидзе Т.Г., Янников И.М., Зубко Т.Л. Когда в регионе химически опасный объект// Гражданская защита. – 2007. – №2. – С.28–29
3. Габричидзе Т.Г., Фомин П.М., Янников И.М. Повышение эффективности мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций и минимизации



их последствий // Технологии гражданской безопасности. – 2008. – №3 (17). – С.74–80.

4. Колб Л.И., Леонович С.И., Леонович И.И. Медицина катастроф и чрезвычайных ситуаций – Минск: Вышэйшая школа, 2008. – 447 с.

5. Официальный сайт ВНИИГОЧС России. Методические указания «Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации» № 2000/218 [Электронный ресурс]. М. URL: <http://www.vniigochs.ru> (Дата обращения 12.10.2016)

6. Программа «АХОВ». Титан-олимп [Электронный ресурс]. М. URL: <http://www.titan-optima.ru> (Дата обращения: 18.09.2016)

7. Прогнозирование последствий химических аварий [Электронный ресурс]. М. URL: <http://cisserver.muctr.edu.ru/cis/solu4.htm>. (Дата обращения: 18.09.2016).

8. НПО Омега. [Электронный ресурс] М. URL: <http://pro-omega.ru/instruments/riski/> (Дата посещения: 18.09.2016).

9. Microsoft Azure. [Электронный ресурс]. М. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/> (Дата посещения: 18.09.2016).

К.О. Тимошкина, А.М. Леднев

ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДОКТОРОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

С развитием средств вычислительной техники появилась возможность создавать интерактивные системы, которые позволяют вести электронную запись на прием к врачу, узнать компетенцию врача и выбирать наиболее подходящих по стоимости специалистов.

Такие системы с каждым годом становятся все более востребованными. К примеру, компания Lumeon в Великобритании произвела настоящую революцию в области здравоохранения за последние 10 лет. Их облачная платформа CarePathway Manager работает напрямую с врачами (поставщиками медицинских услуг) [1]. Она позволяет врачам видеть базу клиентов с их личными данными, дает возможность автоматического поиска нужного оборудования на основе симптомов пациента.

Однако с точки зрения пациента наиболее актуальными в настоящий момент остаются проблемы доступности медицинских, где под доступностью подразумевается набор критериев, позволяющих выбрать наиболее подходящего врача, а также возможность находить врачей, способных решать сложные медицинские случаи.



Проблема коммуникации сложных медицинских случаев

В большинстве случаев, когда у пациента возникают проблемы со здоровьем, он обращается к терапевту, который производит первичную диагностику и выдает направление к конкретному специалисту для прохождения дальнейшей диагностики или лечения. Реже пациент обращается к врачу-специалисту напрямую, выбирая либо ближайшего доктора, либо по рекомендациям. При этом зачастую выбор достаточно ограничен и может привести к задержке лечения, если выбранный специалист не обладает достаточным опытом и компетенциями.

Данная проблема может быть решена за счет организации сети докторов, которая позволит не только осуществлять подбор требуемого доктора, но и предоставить возможность обмениваться информацией, передавая друг другу сложные медицинские случаи для поиска оптимального решения. Данная возможность позволит пациентам получить более эффективное решение, когда методика лечения не ограничивается выбранным доктором.

При этом сами доктора в данной сети являются абсолютно равноправными элементами, что позволяет рассматривать данную организацию взаимодействия в виде P2P сети. Данный подход был ранее исследован и показал свою применимость к смежным областям [2, 3, 4].

Одним из дополнительных и не менее важным преимуществом, которое может быть извлечено из данного подхода является возможность динамического ценообразования. Как известно, стоимость оказания медицинских услуг в настоящий момент является высокой. При этом порой большую часть стоимости зачастую формируют административные издержки. Использование P2P сети врачей позволит ввести конкурентную составляющую в предложении медицинской услуги.

Формирование P2P сети докторов

P2P реализует концепцию сети равноправных элементов. При этом участники такой сети способны взаимодействовать без централизованного управления [5].

Для формальной проверки применимости P2P сети для формирования сетевого взаимодействия между врачебными практиками необходимо провести проверки на соответствие следующим критериями:

- 1) децентрализация. Взаимодействие происходит напрямую без централизованного контроля. При этом доктора могут добавляться или исключаться из сети, подтверждая свои компетенции;
- 2) совместное использование распределенных услуг и ресурсов. В данном случае в качестве совместного ресурса можно рассматривать медицинский случай, который доктора могут передавать друг другу;
- 3) автономность. В контексте P2P сетей автономность означает возможность элементов самостоятельно определять какие услуги и когда доступны другим элементам. Каждый доктор имеет право отказаться от предлагаемого ему медицинского случая.



Ввиду соответствия всем обозначенным требованиям реализация данного подхода является целесообразным, а само физическое формирование сети должно осуществляться за счет использования информационных технологий.

Разработка автоматизированной системы управления P2P сетью врачебных практик

Для реализации описанной выше P2P сети необходимо реализовать соответствующую систему управления, базовая функциональность которой должна включать:

- Учет данных врачей;
- Учет данных пациентов;
- Создание пациентами медицинских случаев;
- Автоматический поиск врача согласно описанному медицинскому случаю с возможностью его дополнения и редактирования;
- Передача медицинских случаев между врачами;
- Организация коммуникаций между врачами и пациентами для обсуждения медицинских случаев.

Для реализации алгоритмов поиска подходящих врачей согласно описанному медицинскому случаю особое внимание следует уделить сущности врача, которая должна включать в себя (рисунок 1):

- Компетенции;
- Ученую степень/звание;
- Медицинский опыт;
- Образование;
- Общую информацию;
- Отзывы;
- Район местоположения врача;
- Стоимость;
- Тип лечебного учреждения или мед. организации.

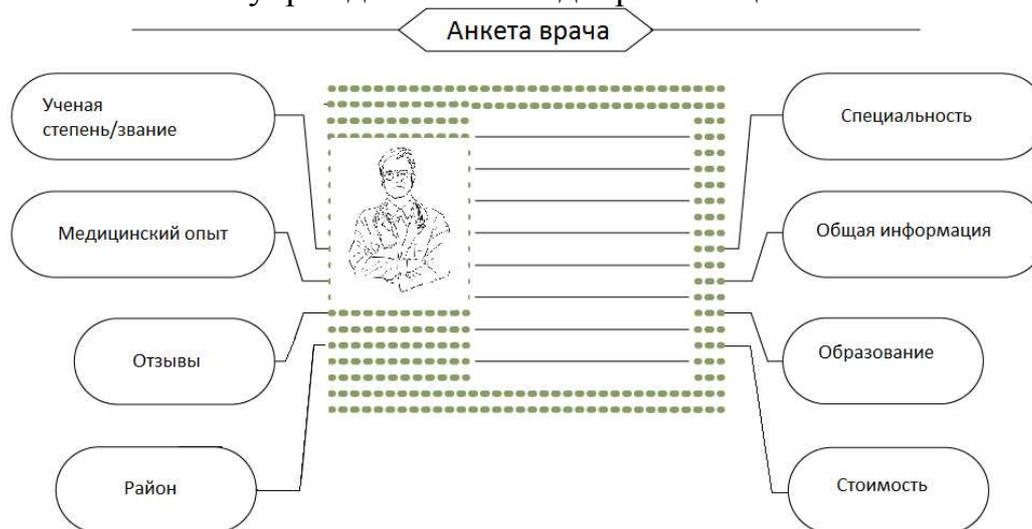


Рис. 1. Анкета врача



Заключение

В данной работе была рассмотрена проблема лечения сложных медицинских случаев, которая может быть частично решена за счет создания и активизации сетевого взаимодействия, что позволит улучшить коммуникации между врачами.

Для реализации данной сети необходимо разработать автоматизированную систему, что позволит организовать максимально удобный и качественный врачебный сервис, избежать и нейтрализовать многие проблемы связанные с формированием заказов, предоставив возможность каждому человеку выбрать врача, исходя из своих собственных пожеланий и медицинских потребностей.

Автоматизированная система управления P2P сетью врачебных практик позволит избежать проблем связанных с формированием заказа, контролировать загруженность различных учреждений и отдельных специалистов и в случае необходимости направлять пациента в другую клинику или к другому специалисту, также плюсом системы является то что, врач не привязан к конкретному ПК.

Литература

1. Technology that delivers 21st century healthcare. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lumeon.com/>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Lednev A. Mobile P2P taxi service / MSc Dissertation, University of Surrey. – 2010. –с. 75.
3. A. Ivaschenko, and A. Lednev, “Time-based regulation of auctions in P2P outsourcing”, Proceedings of the 2013 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technology (IAT), Atlanta, Georgia, USA, 2013, pp. 75 – 79.
4. A. Ivaschenko, A. Lednev, etl. Agent-Based Outsourcing Solution for Agency Service Management”, Proceedings of SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys), 21-22 September 2016, London, United Kingdom, ISBN (IEEE Xplore): 978-1-5090-1121-6 ISBN (USB) - 978-1-5090-1665-5, pp. 753-758
5. Schoder, D., Fischbach, K., and Schmitt, C. Core Concepts in Peer-to-Peer Networking. [Электронный ресурс]: 2005. Режим доступа: <http://www.idea-group.com/downloads/excerpts/Subramanian01.pdf>.

М.С. Якубов, Г.А. Шихназарова

ВЫБОР ПРИОРИТЕТНЫХ ПРИНЦИПОВ ДИЕТОЛОГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЕ

(Ташкентский университет информационных технологий,
г. Ташкент, Узбекистан)

Здоровье человека невозможно без правильного питания. Именно пища обеспечивает нормальный рост и развитие организма, помогает ему защищаться от заболеваний и вредных факторов внешней среды. Но это при условии



правильного рационального питания. Наиболее адекватный современный подход к питанию носит название функционального питания. Функциональное питание – венец современной диетологии. Самый технологичный подход к построению своего питания. Функциональное питание реально повышает сопротивляемость организма заболеваниям, улучшает многие физиологические процессы в организме человека, позволяя ему долгое время сохранять активный образ жизни, эффективно реализовать свои индивидуальные цели.

Приоритетными принципами диетологии то есть правильного питания является: направленное воздействие на обмен веществ, режим питания; разнообразие пищи, индивидуальный подход, учет особенностей конкретных продуктов, правильная кулинарная обработка, учет сопутствующих заболеваний.

Правильное питание обеспечивает нормальное развитие и оптимальный рост человека, оказывает влияние на его активную деятельность и качество жизни. При помощи правильного подбора рациона питания можно не только увеличить или снизить вес, но и восстановить организм после операций, стабилизировать течение некоторых заболеваний внутренних органов, провести профилактику имеющихся у человека наследственных и хронических болезней (аллергических, онкологических, эндокринных), укрепить иммунную систему. Рациональное питание должно быть неотъемлемой частью здорового образа жизни каждого человека, так как оно является эффективным профилактическим средством большинства недугов. При составлении диет специалисты выделяют для оценки рационов питания следующие критерии:

- сбалансированность питания (пища должна содержать оптимальное, соответствующее потребностям групп населения или конкретного человека количественное и качественное соотношение пищевых веществ, в том числе незаменимых);
- энергетическая ценность пищи (должна соответствовать энергозатратам человека, производимым им в процессе жизнедеятельности);
- метод технологической обработки пищи (во время приготовления пищи возможность образования токсинов должна быть исключена, биологическая ценность пищи должна сохраняться);
- режим питания (в течение суток распределение приемов пищи должно соответствовать характеру и режиму трудовой деятельности или других видов активности).

Важнейшим инструментом из всех, которыми располагает диетология, является диетотерапия. Она представляет собой лечение различных патологических состояний и заболеваний при помощи специально подобранного, научно обоснованного и приготовленного строго определенным образом пищевого рациона, называемого диетой.

Диетические блюда готовят по правилам традиционной технологии. Однако в зависимости от характера заболевания выдвигаются специальные требования к выбору продуктов и способам приготовления. В ассортименте диетической продукции преобладают блюда в отварном виде. Рубленые мясные и рыбные изделия предпочтительно варить на пару, а овощи и плоды припускать. Это



улучшает вкусовые достоинства пищи и повышает сохранность многих пищевых веществ. Если в диете допускаются жареные блюда, то жарят на топленом или растительном масле. Сливочное масло кладут в готовое блюдо.

Во многих лечебных диетах необходимо щажение желудочно-кишечного тракта: механическое, химическое и термическое. Технологические приемы, обеспечивающие *механическое щажение* желудочно-кишечного тракта:

используют овощи, плоды, крупы с низким содержанием клеточных оболочек; мясо молодых животных, птиц, кроликов, части говяжьей туши, имеющие относительно мало соединительной ткани; при первичной обработке продукты подвергают разной степени измельчению, для создания пышной, воздушной консистенции измельченную массу интенсивно перемешивают, выбивают, вводят предварительно взбитые яичные белки; продукты подвергают термической обработке. При этом протопектин овощей переходит в пектин, и продукты приобретают нежную консистенцию, коллаген и эластин соединительной ткани превращается в глютин, происходит клейстеризация крахмала. Технологические приемы, обеспечивающие *химическое щажение* желудочно-кишечного тракта:

исключают кислые плоды, овощи, богатые эфирными маслами, острые и соленые гастрономические изделия, пряности, мясные и рыбные продукты, содержащие большое количество экстрактивных веществ, газированные и алкогольные напитки;

Здоровое питание значительно сокращает риск возникновения всех этих заболеваний. Правильно подобранный рацион благотворно влияет на обменные процессы, что способствует поддержанию нормального уровня холестерина, контролирует уровень кровяного давления, предотвращает накопление лишнего веса.

Литература

1. Якубов М. С., Турсунов И.И., Шихназарова Г.А. Системный анализ дифференцированного влияния питания матери на перинатальное развитие ребёнка // Научных и прикладных исследований №2 2016 г. Уфа 133 стр.

М.С. Якубов, Г.А. Шихназарова

АЛГОРИТМ ПРЕНАТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ РАЗВИТИЕ ПЛОДА

(Ташкентский университет информационных технологий,
г. Ташкент, Узбекистан)

Одним из важнейших направлений Государственной программы «Год здоровой матери и ребенка» определено дальнейшее совершенствование законодательства и нормативно-правовой базы, касающейся охраны семьи, материнства и детства, защиты интересов женщин, повышения их роли в воспитании здорового ребенка, укрепления института семьи как основы сильного, стабильного и процветающего государства. Созревание будущего младенца про-



исходит в строго контролируемой среде – матке, но однако при этом внешняя среда может показать существенное влияние на его развитие. Проанализированные развитие плода возможно, с помощью пренатальной диагностики развитие плода.

О пренатальной диагностике, нужно в первую очередь иметь ввиду не только биологические, но этические проблемы. Ведь речь идет не о лечении болезни, а о предупреждении рождения ребенка с болезнью, не поддающейся лечению. При современном уровне развития пренатальной диагностики можно установить диагноз всех хромосомных болезней, большинства врожденных пороков развития, энзимопатий, при которых известен биохимический дефект. Однако это делается на разных сроках беременности.

Процесс пренатальной диагностики развитие плода предопределяет решения следующих задачи: - предоставление будущим родителям полной информации о степени риска рождения больного ребенка;

- предоставление информации о возможности прерывания беременности и последствиях принятого родителями решения;

- обеспечение оптимального ведения беременности и ранней диагностики внутриутробной патологии;- определение прогноза здоровья будущего ребенка.

Пренатальная (дородовая) диагностика позволяет исключить большую часть врожденной и наследственной патологии плода на этапе внутриутробного развития.

Риск родить неполноценного ребенка у совершенно здоровых людей составляет 5%, учитывая воздействие современной экологической обстановки и других неблагоприятных факторов.

Методы пренатальной диагностики развитие плода подразделяются на две группы рис.1:

- инвазивные методы (методы, входящие в эту группу, предполагают медицинское вхождение в полость матки с целью взятия материала для исследования и с высокой точностью определить кариотип плода и исключить такие патологии, как синдром Дауна, синдром Эдварса и др. К таким процедурам относятся биопсия хориона, амниоцентез, плацентоцентез, кордоцентез. В связи с этим, производится забор клеток хориона, плаценты, околоплодных вод, крови из пуповины плода);

- неинвазивные методы (данные методы безопасны и включают в себя ультразвуковое сканирование плода и определение биохимических маркеров в крови беременной).

При неинвазивном методе пренатальной диагностики ультразвуковое исследование применительно к беременности - это также один из способов оценить состояние плода без вторжения в полость матки. То есть - неинвазивно. Поэтому УЗИ можно считать методом пренатальной диагностики. При помощи УЗИ можно определить: беременность является маточной или внематочной; сколько плодов находится в матке - один или несколько; каков возраст плода (срок беременности) и нет ли отставания в его развитии; имеются ли у него видимые дефекты (пороки развития); какая часть плода пред-



лежит к выходу из таза женщины голова или ягодицы; каков характер сердцебиения плода; - пол плода; где располагается плацента и каково ее состояние; каково состояние околоплодных вод; нет ли нарушений кровотока в сосудах плаценты; нет ли угрозы выкидыша.



Рисунок 1. Алгоритм пренатальной диагностики развития плода

Стандартные ультразвуковые исследования проводят в разные сроки беременности. В первом триместре это может понадобиться для подтверждения беременности и определения ее характера - маточная или внематочная? УЗИ в последнем триместре беременности помогает врачу выбрать правильную тактику родоразрешения.

Допплерометрия плода – это подвид ультразвуковой диагностики, который позволяет оценить характеристики кровотока в сосудах ребенка, матки и плаценты. На основании данного исследования врач может судить о том, страдает ли малыш от недостатка кислорода, или нет. Также устанавливается тот факт, на каком уровне произошла патология сосудов (в матке, плаценте или пуповине).

Кардиотокографией называется специфический метод оценки состояния плода, который заключается в регистрации, а также последующем анализе частоты биения его сердца в спокойном состоянии и при движении либо при сокраще-



ниях матки, спровоцированных воздействием определенных факторов среды. Благодаря этому исследованию можно своевременно определить первые признаки кислородной недостаточности, что позволит значительно снизить способность плода адаптироваться к воздействию на него организма матери и условиям окружающей среды.

Инвазивные методы пренатальной диагностики - это способы получения образцов клеток и тканей эмбриона, плода и провизорных органов (плацента, оболочки) с последующим изучением полученных материалов. В настоящее время в мировой практике применяются следующие инвазивные методы: хорион - и плацентобиопсия, получение амниотической жидкости (амниоцентез), биопсия тканей плода, взятие крови плода (кордоцентез). Инвазивные методы должны быть безопасными для беременной и плода и применимы в ранние сроки беременности.

Как метод пренатальной диагностики биопсия хориона может определить врожденные дефекты плода на очень ранних сроках беременности, когда аборт может быть менее сложным, поэтому она обретает все большую популярность. Хорион это плодовая оболочка, часть плаценты. Ворсинки хориона генетический материал ребенка. Хорион образует слой клеток на внешней стороне родового пузыря, которые обычно содержат тот же хромосомный материал, что и будущий ребенок. Из клеток хориона состоит детская часть плаценты (детское место). Ткань на поверхности хориона имеет небольшие пальцеобразные выступы так называемые ворсинки. В ходе беременности ворсинки осуществляют обмен веществ между женщиной и плодом. Биопсия хориона позволяет исследовать хромосомный материал ребенка.

Биопсия хориона может применяться экспериментально вместо амниопункции. Бывают такие случаи, когда из-за малого количества околоплодной жидкости невозможна амниопункция. К тому же биопсия хориона позволяет значительно быстрее получить результат, и в будущем она сделает возможным лечение и коррекцию многих нарушений развития плода еще в матке. Это исследование проводится, если: мать в возрасте старше 35 лет (с целью определения синдрома Дауна);-семья уже имеет ребенка с синдромом Дауна или с синдромом Хантера;-кто-то из родителей имеет ребенка или близкого родственника с нарушениями нервной системы;-оба родителя страдают болезнью Тэй-Сакса или серповидно-клеточной анемией;-один из родителей болен хореей Гентингтона; Биопсия хориона: недостатки

Амниоцентез проводят на 16-й неделе беременности. Допустимы и более ранние сроки (13-15-я неделя) с тщательным соблюдением мер безопасности. В отличие от анализа амниотической жидкости биопсия хориона не позволяет выявить расщепление позвоночника. Амниоцентез чаще всего используется для обнаружения генетических аномалий, он может помочь диагностировать или исключить многие возможные врожденные дефекты. Результаты могут также показать пол ребенка, оценить зрелость легких (если все сделано близко к сроку родов), обнаружить инфекции в амниотических жидкостях или другие осложнения беременности.



Литература

1. Полётова Ю.И., Осипова Е.А., Леут Е.В., Панжинская Н.Н. Исследование роли пренатальной диагностики в раннем выявлении патологии плода // «Краснодарский краевой базовый медицинский колледж» министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия стр 11-15.
2. Якубов М. С., Турсунов И.И., Шихназарова Г.А. Системный анализ дифференцированного влияния питания матери на перинатальное развитие ребёнка // Научных и прикладных исследований №2 2016 г. Уфа 133 стр.

М.П. Шлеймович, С.А. Ляшева

АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А.Н. Туполева-КАИ)

В настоящее время в работе автотранспортных предприятий, станций техобслуживания и автомобильных парковок для контроля наличия автомобилей, определения времени обслуживания клиентов, организации въезда и выезда автомобилей и др. операций применяются системы автоматического распознавания автомобильных номеров.

В основе автоматического распознавания автомобильных номеров лежат процедуры локализации, нормализации, сегментации, распознавания и синтаксического анализа, связанные с обработкой изображений автомобилей. Процедура локализации предназначена для обнаружения на изображении области с регистрационным номером автомобиля. Процедура нормализации заключается в приведении размеров и ориентации области изображения с номером к требуемому виду в результате геометрических преобразований, шумоподавления, изменения яркости и контраста. Процедура сегментации обеспечивает выделение областей отдельных символов. Процедура распознавания предназначена для формирования строки символов автомобильного номера. Процедура синтаксического анализа выполняется для определения элементов строки, содержащей символы номера, которые могут различаться согласно стандартам стран регистрации автотранспортных средств. Например, в Российской Федерации используется стандарт, определяемый ГОСТ Р 50577-93 с изменениями, внесенными приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [1].

Для локализации области номера на изображении применяются различные алгоритмы. В большинстве своем они базируются на бинаризации, морфологической обработке и контурном анализе изображений (при этом предполагается, что исходное цветное изображение преобразуется в полутоновую форму). В результате выполнения процедуры при использовании данного подхода формируется набор контуров, из которых выбирается контур, соответствующий



границе области автомобильного номера. Алгоритмы, основанные на анализе контуров, позволяют находить номер различного размера и под различным наклоном. Однако при их реализации необходимо учитывать, что, во-первых, на изображении автомобиля может быть много прямоугольных объектов, похожих своими очертаниями на автомобильный номер, во-вторых, они имеют относительно высокую трудоемкость вычислений, в-третьих, они основаны на анализе границ номера, что не всегда возможно в реальных условиях. Более эффективным, с точки зрения указанных замечаний, является подход для локализации области автомобильного номера на изображении, базирующийся на методе Виолы-Джонса для обнаружения заданных объектов [2]. Этот подход позволяет находить область номера в сложных и нетипичных условиях. Соответствующая процедура анализирует искомую область на предмет наличия в ней характерных для номера отношений, точек или градиентов, выявленных на этапе обучения по положительным и отрицательным примерам. При этом, используя некоторые известные соотношения, можно еще больше повысить эффективность поиска. Например, начальное значение сканирующего окна можно задать исходя из размеров автомобильного номера согласно ГОСТ Р 50577-93. Недостатком данного подхода является относительно невысокая степень инвариантности к аффинным и проекционным искажениям объектов на изображениях.

После локализации области изображения с автомобильным номером необходимо сформировать изображение, содержащее только номер, и выполнить его нормализацию. В простейшем случае нормализация заключается в повороте соответствующей прямоугольной области таким образом, чтобы его ориентация совпадала с ориентацией осей системы координат изображения. Но, как правило, часто приходится выполнять обрезание рамки номера по горизонтали и по вертикали. Кроме того, можно выполнить фильтрацию с целью шумоподавления или повышения контраста. Как правило, выделенная область с номером имеет сравнительно небольшой размер, содержит границы номера, горизонтальные полосы очертания бампера и радиаторной решетки. Поэтому для определения угла поворота рамки номера можно применить алгоритм на основе преобразования Хафа для линий [3]. Обрезание рамки можно осуществить с помощью анализа гистограммы интенсивности по горизонтали и вертикали соответственно. Для построения гистограмм необходимо просуммировать значения всех пикселей бинарного изображения по строкам или столбцам, затем выделить максимум и отсеять все значения, меньшие заданного порога.

Процедура сегментации состоит в выделении знакомест на изображении (сегментация). Самым простым подходом для сегментации символов является использование заранее заданного шаблона. Шаблон можно представить в виде изображения темных прямоугольников, соответствующих символам, на светлом фоне. Основным требованием для эффективной сегментации здесь является правильное определение рамки номера на этапе нормализации, а любое отклонение от реальных габаритов будет способствовать ухудшению сегментации символов номера. Другой подход основан на построении горизонтальной проекции средней интенсивности. Суть этого подхода сводится к тому, что вычис-



ляется средняя интенсивность в каждом столбце изображения номера и определяются столбцы, в которых средняя интенсивность значительно отличается от порогового значения. Еще один способ базируется на проведении контурного анализа. После получения контуров, которые представляют собой связанные последовательности точек бинарного изображения, определяются те из них, которые являются границами областей символов номера автомобиля. Это достигается путем фильтрации контуров, удовлетворяющих определенным требованиям к соотношению геометрических характеристик. Метод, основанный на использовании шаблонов, очень прост в реализации, и не требует сложных операций, связанных с анализом изображения для поиска символов, но для его работы необходимо точное выделение границ рамки номера, что в реальных условиях не всегда выполнимо. Гистограммный анализ изображения имеет высокую чувствительность к шумам и дефектам на изображении, особенно в промежутках между символами. В результате этого гистограммы могут не дать выявить ярко выраженные максимумы в промежутках между символами. Также в данном методе могут возникнуть затруднения при выделении символов региона, так как под ними находятся символы принадлежности к стране. Сегментация на основе контурного анализа является менее требовательной к условиям реализации, поскольку здесь используются обобщенные геометрические признаки.

Для распознавания символов необходимо привести каждый из них к заранее определенному стандартному виду. Как правило, это сводится к масштабированию и проведению бинаризации символов для достижения наилучшего контрастирования символов и фона. После предварительной обработки к соответствующим выделенным знакам можно применить различные методы распознавания. Часто применяются методы сопоставления с шаблонами, методы на основе анализа моментов, машины опорных векторов. Преимущества шаблонных методов заключается в простоте реализации и устойчивости к дефектам изображения символов. Основным недостатком шаблонных методов заключается в невозможности распознавания символов, которые подвержены аффинным и проекционным искажениям и отличаются от заложенных в системе шаблонов. Достоинство использования моментов изображения для выделения признаков символов заключается в высокой устойчивости к изменению масштаба изображения и другим геометрическим преобразованиям. Недостаток их использования заключается в высокой чувствительности к шумам и дефектам на изображении, в результате чего символы могут неправильно классифицироваться. Достоинство метода машин опорных векторов (SVM) заключается в том, что для построения классификатора для распознавания символов достаточно обучающей выборки сравнительно небольшого размера [4]. Кроме того, он имеет низкую вероятность ошибки. Недостаток данного метода заключается в том, что в процессе классификации учитывается не все множество данных, а только ближайшая к разделяющей классы границе часть. Метод опорных векторов представляется наиболее эффективным для распознавания символов автомобильного номера.



Таким образом, эффективная система автоматического распознавания автомобильных номеров может быть построена на основе метода Виолы-Джонса для локализации области номера на изображении, методов Хафа и анализа гистограмм яркостей пикселей для нормализации, контурного анализа для сегментации и метода SVM для распознавания символов [5].

Сформулированные выводы по эффективности реализации каждой из процедур были подтверждены в результате проведения экспериментов с разработанным программным обеспечением. Эксперименты проводились на базе двухядерного персонального компьютера с процессорами Intel Core 5i, тактовой частотой 1,6 ГГц, оперативной памятью 4Гб, под управлением операционной системы Windows. Программное обеспечение разработано на языке C# с применением библиотеки компьютерного зрения Emgu [6]. Результаты экспериментов приведены в таблице 1. Разработанные алгоритмы позволили обеспечить распознавание автомобильных номерных знаков, соответствующих ГОСТ Р 50577-93 (группа 1, тип 1), с точностью не менее 85% при различных углах поворота.

Таблица 1 Время распознавания в зависимости от расстояния до объекта

№	Расстояние до объекта, М	Время локализации, сек	Время распознавания, сек	Общее время обработки, Сек
1	1	0,67	0,26	0,93
2	2	0,69	0,28	0,97
3	3	0,84	0,29	1,13
4	4	0,94	0,29	1,23
5	5	0,81	0,32	1,13
6	6	0,89	0,31	1,20
7	7	0,85	0,29	1,14
8	8	0,91	0,29	1,20
9	9	0,79	0,31	1,10
10	10	0,85	0,31	1,16

Литература

1. ГОСТ Р 50577-93 «Знаки государственные регистрационные транспортных средств. Типы и основные размеры. Технические требования».
2. P. Viola and M. J. Jones, Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features, proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001, vol. 1, p. 511 – 518.
3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, исправленное и дополненное/ Р. Гонсалес, Р.Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.



4. Кирпичников, А.П. Автоматическое распознавание автомобильных номеров/ А.П. Кирпичников, С.А. Ляшева, А.В. Обухов, М.П. Шлеймович// Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18, № 4. С.218-222.

5. Обухов, А.В. Методы автоматического распознавания автомобильных номеров/ А.В. Обухов, С.А. Ляшева, М.П. Шлеймович // Вестник Чувашского университета. 2016. №3. С.201-208.

6. Shin Shi Emgu CV Essentials. Packt Publishing, 2013. 105 p.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

А.С. Белоногов, Я.Н. Пугачев, Н.В.Шутова, Л.Б.Смирнова

ПРИМЕНЕНИЕ RSS СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ IEEE 802.15.4 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Важное место в сооружениях железных дорог занимают переезды – места пересечений в одном уровне железнодорожного полотна и автомобильных дорог. Они являются зонами повышенной опасности для движения как по железнодорожному пути, так и по автомобильной дороге. С каждым годом число железнодорожных переездов сокращается, однако оно остается по-прежнему очень высоким – 11 046 переездов, из них 2347 – с дежурными работниками и 8699 – без. 8851 переезд оснащен автоматической переездной сигнализацией. На 1793 из 2347 переездах используются устройства заграждения. Несмотря на постепенное уменьшение количества самих железнодорожных переездов и модернизацию уже существующих, ситуация на них остается крайне напряженной. Ежегодно фиксируется большое количество дорожно-транспортных происшествий, связанных со столкновением автомобильного и железнодорожного транспорта (рис. 1), и, как видно из рисунка, подавляющее количество аварий (88,93 % за 2012 г.) происходит на неохраняемых переездах. [1]

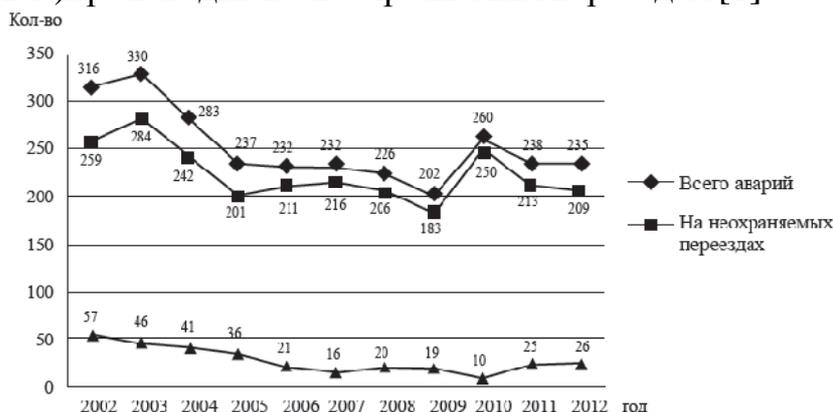


Рис. 1. Количество аварий на железнодорожных переездах на сети железных дорог в 2002–2012 гг

В связи с этим актуальным остается задача управления предупредительной сигнализацией и заградительными устройствами неохраняемых железнодорожных переездов на основе данных о расположении машин на проезжей части с одновременной передачей машинисту информации о наличии автотранспортных средств на переезде, а также автоматического выявления нарушения правила дорожного движения при проезде железнодорожного переезда.



Существует множество способов идентификации подвижных объектов на местности: системы спутникового и мобильного позиционирования, оптические системы и прочие, которые имеют недостатки с позиции точности определения местоположения [2,3]. Основным достоинством беспроводных систем позиционирования является возможность организации системы как дополнительной опции в уже развернутой сети при минимальных капитальных вложениях. Привлекательным выглядит способ получения информации о положении транспортного средства на переезде и в его зоне с использованием радиотехнических средств на базе RSS системы, описанный в [4], и основанный на базе стандартов IEEE 802.15.4 [5, 6] - стандарт, основа протокола ZigBee. **Очевидно, что точность данных методов в значительной степени зависит от точности построения модели распространения сигнала. Поэтому часто возникают сложности с позиционированием в сложной или изменяющейся обстановке.**

Оценим технические параметры системы – определим количество приемных ZigBee устройств системы и диаграммы направленности ее антенн для достоверного определения местоположения автотранспорта. Для этого оценим **запаздывание сигнала двух антенн различного расположения**. Использование двух антенн позволяет нам определить, в каком направлении передвигается объект в зоне переезда (предполагается, что антенны будут устанавливаться на столбы, которые стоят возле проезжей части). **Рассмотрим диаграмму направленности (ДН) антенны.**

ДН характеризуется шириной Θ_A её главного луча на уровне 0,5 от её максимального значения по мощности:

$$\Theta_A = \lambda / d_A. \quad (1)$$

Так как рассматриваемая антенна является узконаправленной, рассмотрим равнобедренный треугольник, с помощью которого определим расстояние до подвижного объекта. Для построения диаграммы направленности, примем следующие значения: длина волны $\lambda = 0,125$ м; длина антенны $d_A = 0,25$ м; ширина диаграммы направленности антенны $\Theta_A = 30^\circ$.

Проведем моделирование четырех вариантов с разным расположением антенн относительно друг друга целью фиксации подвижного объекта в зоне переезда.

На рис. 2 представлены диаграммы направленностей 2 антенн, расположенных на одном столбе, повернутых относительно друг друга на $\pm 15^\circ$. Из рис. 2 видно, что запаздывания сигнала составляет 3 часть области диаграммы по ширине, условно определим ее как 1,5 м, т.е для определения времени запаздывания прибегнем к простой формуле нахождения времени, а именно:

$$t = S/v, \quad (2)$$

где $v=60$ км/ч, так как это является максимальной скоростью передвижения в пределах города.



Время, которое требуется для фиксации объекта на рис.2, составит :

$$t = 1.5/16 = 0.09 \text{ с.}$$

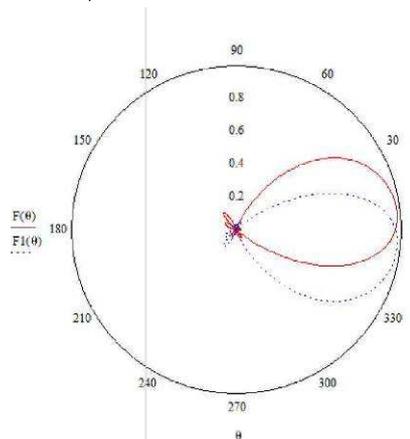


Рис. 2. Диаграмма направленности 2 антенн, расположенных на одном столбе, повернутых друг относительно друга на $\pm 15^\circ$.

На рис. 3 представлены диаграммы направленностей 2 антенн повернутых относительно друг друга на $\pm 30^\circ$.

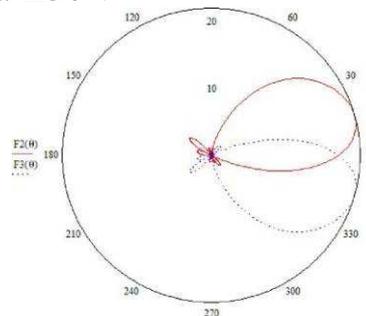


Рис. 3. Диаграмма направленности 2 антенн, расположенных на одном столбе, повернутых друг относительно друга на $\pm 30^\circ$.

Время, которое требуется для фиксации объекта на рис.3, составит :

$$t = 2.5/16 = 0.18 \text{ с.}$$

На рис. 3 и 4 показаны диаграммы направленности 2 антенн, расположенных на разных столбах.

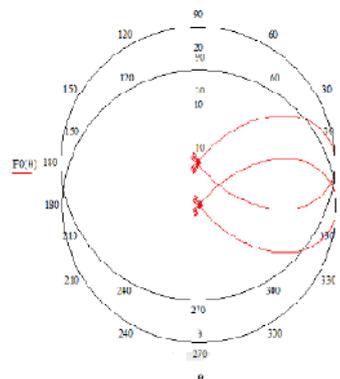


Рис. 3. Диаграммы направленности 2 антенн на разных столбах расстоянием 4 м.



Из рис. 3 наблюдаем наполовину накладки сигнала, что означает, что время запаздывания составляет:

$$t = 2/16 = 0.12 \text{ с.}$$

Устройство, имеющее ДН рис. 3, требует усложнения инфраструктуры переезда, поэтому малопривлекательно к практической реализации.

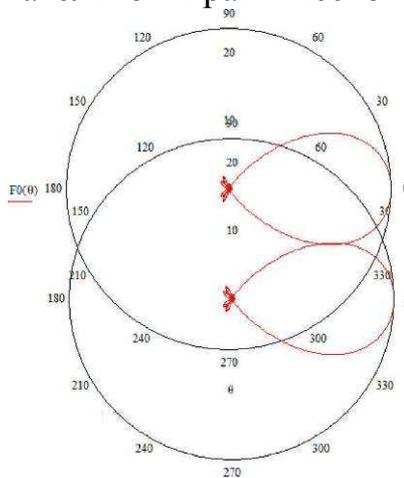


Рис. 4. Диаграммы направленности 2 антенн на разных столбах, стоящих друг от друга на расстоянии 8 м.

На рис. 4 никаких наложений не наблюдаем, а это значит что сигнал будет приходить в 2 раза позднее чем на рис. 3, и что значит время запаздывания $t=0,24 \text{ с.}$

В результате установлено, что наиболее оптимальный вариант является использование двух антенн, повернутых относительно друг друга на $\pm 15^\circ$, так как меньшее время запаздывания и приемлема для ZigBee системы.

Литература

1. Тарасов А. В. Система контроля габарита транспортного средства, въезжающего в путепровод. Известия ПГУПС № 4. – СПб, ПГУПС, 2011. с. 15–22.
2. Тарасов Е.М., Белоногов А.С., Горбунов А.Е. Разработка структурно - функциональной схемы устройства определения координат и скорости вагонов.// Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Сборник статей. – Самара, САГМУ, 2013. с.170-173.
3. Тарасов Е.М., Фокеев А.Б., Варламов А.В. Принцип непрерывного определения координаты и скорости движения отцепов по спускной части сортировочной горки. // Вестник транспорта Поволжья № 6(48). – Самара, СамГУПС, 2014. с.48-53.
4. Белоногов А.С., Горбунов А.Е., Куров М.Б., Пугачев Я.Н. Исследование возможности локального позиционирования автотранспорта на перекрестке автомобильных дорог на основе стандарта беспроводных сетей IEEE 802.15.4. //Материалы I Международной научно- практической конференции «Инновации в системах обеспечения движения поездов» - Самара: СамГУПС, 2016, с.21.



5. Комраков Д. В. Технологии позиционирования наземных подвижных объектов в сетях GSM// Технические науки в России и за рубежом: материалы II международной научной конференции - М.: Буки-Веди, 2012. — С. 38-40.

6. Поникар А.В., Евсеев О.В., Анциперов В.Е., Мансуров Г.К., Исследование возможности локального позиционирования в беспроводных сетях IEEE 802.15.4// IV Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь» - М: ИРЭ РАН, 2010 г.

G.A. Akramova

MODELING BUSINESS PROJECT QUALITY MANAGEMENT

(Tashkent University of Information Technologies Fergana branch, Uzbekistan)

For a more compact representation of the business project, designed for a holistic view of activities interconnected and interoperable business processes, it is advisable to use a business model. Building a business model is used as one of the initial phases of strategic planning, the structure of which is exclusively developed by senior management of the organization.

From a theoretical point of view of the business model allows us to analyze the elements of the business systems and establish links between them. The simulation result is the definition of methods for the most efficient operation of parts of the organization.

From a practical point of view of the business model, it never remains constant. The various operational processes, aspects of small business and enterprise organizational policies have an impact on development and deformation of the business model in the course of the ongoing economic cycles. The main task is to find alternative ways to solve problems that can be caused by contradictions in the implementation of the strategy.

Modeling - a cyclical process of research facilities, based on the study of the created models.

Business modeling - process of formation of the organization model, based on the information developed, with further optimization of business systems.

The following types of business models: a hierarchical list, graphical models of business processes, strategic model parameters, the model of the organizational structure, document library models, information systems, models of goods and services and the model for quality management.

In modern conditions of great importance is the technical progress, understood not only as the application of new methods of production (innovation in manufacturing processes); but as a creation and a significant improvement of goods (innovation in products). In this regard, the main "points (poles) growth" are the monopoly of innovation occurring in the production process improved or entirely new products and services. The monopoly position may hold not only large, but also medium and small enterprises. It all depends on the industry, manufactured goods or services rendered.



Innovation management is a relatively new concept for the scientific community and the business community of the country, including.

It is now not only in our region is experiencing a boom in innovation, but also the whole country. In place of one the forms and methods of economic management come others.

The most pressing question remains interoperability of local information systems to each other. Advanced modern and at the same time common standards for the management of business processes of the organization is (Business Process Execution Language). Based on this product, you can create a single integration platform for all applications, ensuring coverage of the modeling process.

Business Process Execution Language, recommended by reputable consulting organizations in the world market, is working on a detailed business plan architecture. Analysis on all levels of the project in the dynamics carried out by the use of advanced information technology products. Major businesses are actively collaborating with Business Process Execution Language, as the successful implementation of business modeling requires a qualitatively new level.

Given the current financial and economic situation, it is reasonable to introduce in the business simulation the following tools:

1. Software (Business Studio, ARIS, Microsoft Visio);
2. The notation for business modeling and business processes (Data Flow Diagram, Cross Functional Flowchart);
3. The typical solutions - a systematic and structured information directory used in the field of management to solve similar problems;
4. Methods of management in small business: development and implementation of a balanced scorecard, description of business processes, optimization and quality improvement, business process management in the long term, value analysis, simulation, analysis of the organizational structure, the construction of systems of motivation of staff, organization of functioning of the quality management system, project management, the creation of an integrated business model, benchmarking, total quality management, the use of industry standards and development consulting firms.

Functionally-value analysis - method system research facility functions with a view to finding a balance between cost and utility.

Balanced Scorecard:

- financial component; client component;
- component management; component development.

Organizational structure - a set of methods that set the process of labor in quantitative and qualitative scale in the individual departments, which then coordinates the labor resources of the enterprise on a common strategic objective.

The organizational structure is formed on the basis of the interests of management, management practices, diversification of production, the main activity of the legal form of the enterprise. Hence, there are several types of organizational structures: hierarchical, linear, staff, functional, simplified matrix, balanced matrix, reinforced matrix, project, process, and divisional.



Reengineering - fundamental and radical redesign of business processes to achieve the maximum effect of production and economic, financial and economic activity of using a specific means of representation and processing of the information problem.

Contact development - a study of the object in order to understand how it works and to determine the degree of utility.

Quality management - coordinated system designed to improve the regular activities of the organization.

Staff motivation - the personnel policy of labor productivity growth in the organization.

Benchmarking - the adaptation of existing cases of effective business systems functioning in order to improve their own activities in the organization.

Automation of production - process in the development of production where monitoring and control functions are assigned to the technical devices. Divided into automation of technological processes: continuous, discrete, hybrid.

Simulation - method case studies with experiments (simulations) on the model. Such modeling refers to the mathematical cycle. Mathematical economics as an applied science formulated the basics of mathematical methods in economics, in detail reflecting the mathematical description of economic phenomena.

This allowed the experts to improve technologies in business modeling:

- 1) mathematical programming;
- 2) a static analysis of business processes;
- 3) dynamic analysis of business processor.

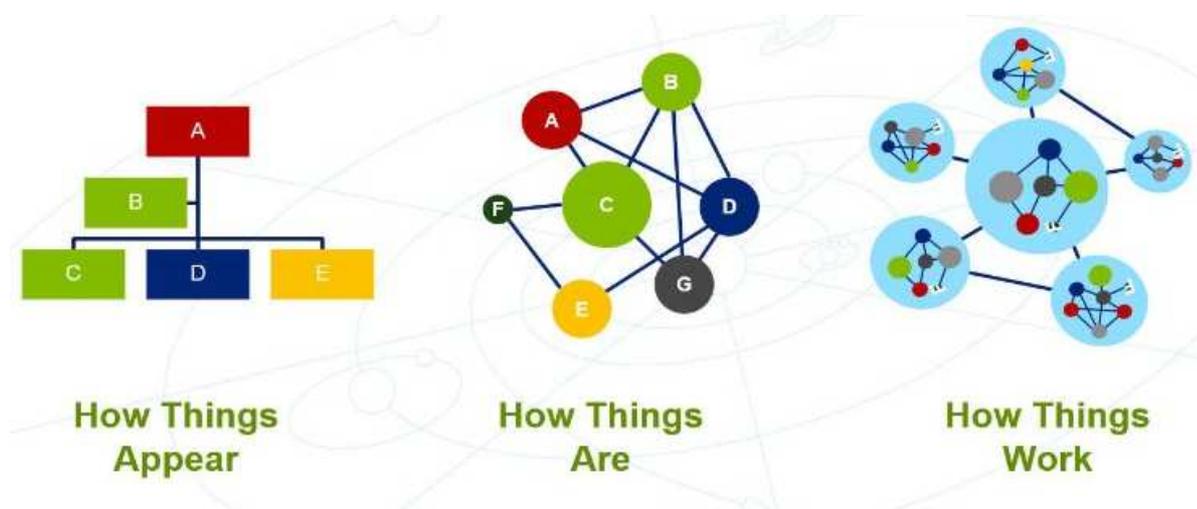


Fig. 1. The organization of today

Efficiency is achieved by simulation accurately reproduced the business simulation and modeling by comparing species with established objectives: agent-based modeling, discrete event simulation and system dynamics modeling.

A wide range of approaches to business modeling and the presence of different format information management provides the ability to use a combination of approaches in management. An important task and situational approach in the function-



ing of modeling tools, but all the same preferences are given, mainly the approach of the process.

Process approach - management concept, related to the achievement of the interaction processes and activities of the operational conversion of horizontal relations in the organization.

Business process - a set of interrelated activities aimed at the implementation of the business plan.

The following types of business processes:

- Control - processes which directly control the operation of the system (strategic management, corporate governance);

- Operating - processes that make up the company's core business and Create a basic income (production, logistics, and marketing);

- Support - processes that serve the core business (technical support, accounting, recruiting staff).

A business process can be ungrouped by several processes that have their own attributes, but to achieve the objectives of the main business process. They must be constructed so as to create and cost value to consumers. The output of well-formed business processes increases cost-effectiveness. Business process analysis performed depending on the modeling purposes.

Principles of successful implementation of management - component business modeling objectives: customer focus, leadership, leadership, involvement of personnel, process development, management systematic, regular optimization, model making and mutually beneficial contracts.

The results of the organization to achieve high positions in the rankings opens up additional possibilities: improving the image of the market, the opportunity to participate in tenders and accreditation, expansion of the customer base, attracting investors and financial growth. Using processor approach in small innovative business contributes to the development of the organization (firm) and the formation of its more solid foundation.

Management options accounted rating agencies in the non-financial institutions ratings: Elaborate organization strategy, operational risk management system, the level of regulation of business processes, business process quality, automation progress, state of the information systems and technologies, the efficiency of the organizational structure and evolutionary development management methods.

Bibliography

1. Bulgakov, M. Mathematical methods for solving practical-rientirovannyh economic problems in 2011.
2. Podpovetny, Y. Using econometric models in forecasting the processes of trade economy in 2013.
3. Drucker PF Business and Innovation 2007.
4. R. Abrams Business Plan 100%: Strategy and tactics of effective business in 2014.
5. Serenkov, PS quality management methods. Process approach in 2014.



S.S. Beknazarova, G.A. Qayumova

MODELING THE PROCESSING OF INFORMATION RESOURCES

Abstract: digital processing algorithm capable of converting images to improve their visual perception, ensuring their storage, transfer, visualization in electronic form and further analysis laid down in them.

Keywords: control, the brightness of the image, polynomials.

The main objective of sharpening is to emphasize the small parts of the image or improve those details because of errors or imperfections of the shooting method. Image sharpening is used quite broadly — from e-printing and medical imaging to technical control of industrial and automatic pointing systems in the military sphere.

Consider the grid system equations

$$-a_{ij}z_{i-1,j} - b_{ij}z_{i,j-1} - c_{ij}z_{i+1,j} - d_{ij}z_{i,j+1} + e_{ij}z_{ij} = f_{ij} \quad (1)$$

approximating two-dimensional boundary value problems on rectangular grids (or topologically equivalent rectangular). The equations are considered in internal nodes of the computational domain indexes

$$i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J_i,$$

where J_i — the number of Interior nodes in the i - grid lines. It is expected that sites odds and right parts of equations (1) determined by the boundary conditions (e.g., if the nodes $(i-1, j)$ and $(i, j-1)$ external, $a_{ij} = b_{ij} = 0$). All coefficients in (1) we assume non-negative and possessing property of diagonal dominance. In other words, the matrix A the system is written in vector form as

$$Az = f \quad (2)$$

where $z = fz = \{z_{ij}\}$, $f = \{f_{ij}\}$, is M — matrix.

Entering under vectors z_i dimension J_i represent values of the grid functions on i grid lines, the system of equations can be represented as

$$-L_i z_{i-1} + D_i z_i - U_i z_{i+1} = f_i, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad L_1 = U_1 = 0 \quad (3)$$

There $D_i = \{-b_{ij}, e_{ij}, -d_{ij}\}$ — square three diagonal M — matrix order J_i , L_i and U_i — in general, rectangular matrices, with its rows of one nonzero element a_{ij} or c_{ij} respectively.

The system matrix can be written in the form.

$$A = D - L - U = \left\| \begin{array}{cc} D_1 - U_1 & \\ -L_i & D_i - U_i \end{array} \right\|$$



where $D = \{D_i\}, L$ and U – accordingly, block-diagonal, lower and upper triangular matrices. We will also assume symmetry matrix A , $D = D^1, L = U^1$, where the bar denotes the transpose.

To solve the system of equations (1)-(3) consider an iterative Conjugate gradient method

$$\begin{aligned} r^n &= f - Az^n, \quad \bar{z}^n = K^{-1}r^n, \quad p^0 = \bar{z}^0, \\ z^{n+1} &= z^n + a_n p^n, \quad a_n = \frac{(r^n, \bar{z}^n)}{(Ap^n, p^n)}, \\ p^{n+1} &= \bar{z}^{n+1} + \beta_n p^n, \quad \beta_n = \frac{(r^{n+1}, \bar{z}^{n+1})}{(r^n, \bar{z}^n)}, \end{aligned} \quad (4)$$

with the downsizing of the matrix

$$K = (G - L)G^{-1}(G - U) \quad (5)$$

There $G = \{G_i\}$ – block-diagonal matrix whose blocks G_i the essence of band matrices and are determined from recurrences

$$G_1 = D_1, \quad G_i = D_i - L_i(G_{i-1}^{-1})^{(p)}U_{i-1} - \theta S_i, \quad i = 2, 3, \dots, I, \quad (6)$$

where $p = 0, 1, 3, \dots$ — an odd number, $0 \leq \theta \leq 1$ — iterative "compensating" option $(G_{i-1}^{-1})^{(p)}$ — "band part" of the matrix with a width of strip p , S_i — diagonal matrix, calculated by using the equality

$$S_{ie} = L_i \left[G_{i-1}^{-1} - (G_{i-1}^{-1})^{(p)} \right] e \quad (7)$$

where e denotes the vector with single components.

Note that if $p = 0$ (this implies $(G_{i-1}^{-1})^{(p)} = 0$), then $G_i = D_i - \theta S_i$ and the resulting algorithm can be viewed as a generalization of the method of block symmetric consistent top relaxation with "compensation" or close to him to implement alternately-triangular method and explicit methods of variable directions.

Implementation methods (4) —(7), call implicit because matrix G_i no longer are the diagonal contains at least two notable algorithmic aspects. its solution is easily carried out using the oncoming amount. In the end, to find each of the matrices G_i the required number of operations is proportional to the $p^2 J_i$, These calculations must be performed only once before beginning the iterations.

The second point is the finding in (4) of vector z^n . By definition K and block structure matrices G , L and U , calculation under vectors z_i^n when known G_i and r_i^n is based on the following formulas:

$$G_i v_i^n = r_i^n + L_i v_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (8)$$

$$G_i w_i^n = U_i z_{i+1}^n, \quad z_i^n = v_i^n + w_i^n, \quad i = I, I-1, \dots, 2, 1. \quad (9)$$



Here the decision support systems with three diagonal (P -diagonal when $p \geq 5$) matrices G_i is executed in turn, using the amount.

Т.В. Бошкарева, Е.В. Добрынин, О.В. Табаков

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ДИАГНОСТИКИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Стремление автоматизировать процессы для облегчения жизни человека коснулось практически всех её направлений. Автоматизация процессов управление имеет широкое развитие в тяговом электроснабжении, начиная от систем телемеханики и релейной защиты, и заканчивая автоматизированными рабочими местами (АРМ) энергодиспетчеров [1].

Железнодорожный транспорт является крупнейшим перевозчиком пассажиров и грузов. Более 80% всех перевозок осуществляется на электрифицированных участках[2]. Контактная сеть является неотъемлемой составляющей системы тягового электроснабжения, более того она не имеет резерва. Именно поэтому состоянию контактной сети уделяют пристальное внимание.

В настоящий момент ключевую роль по оценке состояния и диагностики выполняет автоматизированный комплекс вагон-лаборатория контактной сети (ВИКС), который предназначен для оценки состояния контактной сети электрифицированных железных дорог постоянного и переменного токов на основании контрольно-измерительных операций, выполняемых специальной аппаратурой комплекса информационно-вычислительного (КИВ), установленного в вагоне-лаборатории.

Задачи, решаемые с помощью ВИКС крайне широки – от видеоконтроля и тепловизионной съемки всех деталей и узлов до построения 3D-модели контактного провода для оценки состояния износа его контактирующей поверхности.

Полная автоматизация измерений и контроля параметров контактной сети, достигается компьютеризацией всех систем диагностики и оформлением сводной документации по результатам инспекций. Полученные результаты записываются на электронные носители.

Во время экспериментальных поездок в режиме реального времени все данные отображаются на мониторах у инженеров вагона-лаборатории.

Вагон-лаборатория оснащен современной аппаратурой, выполняющей следующие диагностические функции: бесконтактные измерения с погрешностью не более ± 10 мм из-под крыши вагона высоты подвески и положения в плане от одного до четырех контактных проводов, включая отходящие, с помощью стереотелевизионной системы.



Измерения этих параметров обеспечиваются при движении со скоростью, ограничиваемой только допустимой скоростью вагона-носителя, при любой погоде, кроме условий, исключающих визуальную видимость объектов наблюдения.

Средством измерения является стереотелевизионная система (СТВС), использующая три цифровые линейные телекамеры с встроенными сигнальными микропроцессорами, в которых выполняются алгоритмы отстройки от фона, выделения интересующих объектов и определения их угловых положений. Данные о положении объекта с каждой из камер передаются в ИВК, рассчитывающий высоту и смещение контактного провода.

Телекамеры защищены от воздействий внешней среды вращающимися иллюминаторами, а в нерабочем положении - герметичной заслонкой с приводом изнутри вагона.

Измерения высоты основных стержней фиксаторов с погрешностью ± 10 мм осуществляются датчиками, размещенными вдоль бортов вагона. Средством измерения высоты основных стержней фиксаторов являются две дальнометрические системы с двумя линейными цифровыми телекамерами. Поля зрения камер ориентированы вдоль оси пути. Камеры имеют встроенные системы адаптации к изменяющимся условиям освещенности и работают с негативным сигналом днем и позитивным ночью. Для работы в ночном режиме используется подсветка с помощью осветителя с галогенными лампами накаливания.

По результатам таких экспериментальных поездок в дальнейшем формируются отчеты, которые позволяют оценить в целом работу участков контактной сети.

Еще одним важнейшим элементом контактной сети является секционный разъединитель. Разъединители служат для создания видимого разрыва, отделяющего выведенное из работы оборудование от токопроводящих частей, находящихся под напряжением. Это необходимо, например, при выводе оборудования в ремонт в целях безопасного производства работ. Таким образом, от состояния разъединителя напрямую зависит безопасность обслуживающего персонала и сохранность оборудования [3].

Как показывает опыт, при отключении разъединителя может произойти заклинивание ножей и разрушение изоляторов – привод отработывает переключение и сигнальный датчик сообщает об этом энергодиспетчеру, но цепь остается замкнутой. В другом случае – при включении, из-за разрегулировки ножей, цепь либо не замкнется, либо контакт будет иметь большое сопротивление, что приведет к его пережогу при большой токовой нагрузке.

Установка дополнительных датчиков, контролирующих состояние цепи (замкнута/разомкнута) помогает контролировать процесс переключения, но не состояние самого оборудования. То есть позволяет определить аварийную ситуацию, но не предотвратить.

Передача информации в виде изображения позволяет увеличить ее объем, достоверность и скорость. Таким образом, энергодиспетчер по видимому изо-



бражению разъединителя сможет определить не только его положение, но и состояние – наличие механических повреждений до, во время и после переключения. Значит, для усиления контроля состояния оборудования, следует использовать систему видеоконтроля.

Литература

1. Фроленков С.А. Усиление существующей системы тягового электро-снабжения для организации движения поездов повышенного веса 12000 тонн на электрифицированных участках дороги / С.А. Фроленков, Т.В. Бошкарёва // Инновации в системах обеспечения движения поездов: материалы I Международной научно-практической конференции 19–20 мая 2016 г. – Самара: СамГУПС, 2016. – с. 82-84.

2. Бошкарёва Т.В. Совершенствование расчета наличной пропускной способности электрифицированного транспорта постоянного тока по элементам обратной тяговой сети/ Т.В. Бошкарёва, О.В. Табаков //Вестник транспорта Поволжья– Самара : СамГУПС, 2014. – Вып. 3. – С. 13-18.

3. Митрофанов А.Н. Оценка технологических норм удельных расходов электроэнергии на тягу поездов на базе статистического анализа данных маршрутов машинистов / А.Н. Митрофанов, О.В. Табаков // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – Самара: СамГУПС, 2006. - с. 205-207.

В.С. Брыляков

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

(Казанский национально-исследовательский технический
университет имени А.Н.Туполева-КАИ)

Трудно переоценить роль логистики в реалиях современного мира: в условиях глобального экономического кризиса, ускорения процессов глобализации, увеличения почти в два раза населения в мире за последние 40 лет всё более остро стоит вопрос сокращения затрат на грузоперевозки, рост количества которых обуславливается распространением наукоёмких технологий, увеличением благосостояния жителей развивающихся стран, интеллектуализацией отраслей промышленности, в том числе благодаря сети Интернет [1].

Процесс вычисления наименее затратного способа доставки(как по критерию материальных затрат, так и по критерию времени) способствует развитию отношений потребителей и поставщиков, потому как более низкая стоимость перевозкнапрямую влияет на цену товара, в чём заинтересован покупатель.



Сегодня, когда сеть Интернет активно развивается, а количество пользователей глобальной сети с каждым годом растёт, существует множество сайтов для решения логистических задач в режиме онлайн. Однако, постоянная зависимость от доступа в Интернет, неудобность некоторых сервисов, либо их ограниченный функционал заставляют задуматься о поиске аналогов [2].

Рекламируемые в сети программы для решения задач транспортных перевозок имеют широкий функционал, зачастую ненужный, либо непонятный потенциальному пользователю. Кроме того, такие программы, как правило, носят исключительно ознакомительный характер(демо-версии), за полную версию программного продукта необходимо платить сумму, часто не оправдывающую себя или не позволительно большую для некрупного предприятия.

Разрабатываемый мной комплекс программ логистического обеспечения предприятия имеет максимально понятный на интуитивном уровне интерфейс и позволяет решать следующие типы задач: классическая транспортная задача(открытая и закрытая), ТЗ в сетевой постановке, ТЗ с ограничением на пропускную способность дуг, ТЗ с разнородными продуктами(многопродуктовая ТЗ), ТЗ по критерию времени.

На данный момент в разработке находится программа решения КТЗ, реализующая легко алгоритмизируемый алгоритм метода потенциалов [3]. Пользователю достаточно ввести название и количество хранимых на точках(складах) продукции, аналогичные данные о точках сбыта товара(магазинах), стоимости перевозок из складов в магазины и нажать на кнопку "Принять данные"(см. Рисунок).

Программа сама построит план перевозок с подсчётом общей стоимости доставки товара.

Если предложенный программой план перевозок товара не является оптимальным(т.е. суммарная стоимость доставок не минимально возможная в условиях данной задачи), пользователю предоставлена возможность построить другой план перевозок, с меньшей общей стоимостью доставки продукции. Для этого следует нажать на кнопку "Оптимизировать"(см. Рисунок).

Как видно из Рисунок , результатом работы программы является таблица, наглядно демонстрирующая объём перевозимой продукции из каждого склада(расположены в строках таблицы) в магазины(столбцы). Ниже таблицы указана суммарная стоимость перевозок (в условных единицах).



Исходные данные

Излишек на складах:

Название:	Склад 1	Склад 2	Склад 3	Склад 4
Количество:	100	40	25	25

Новый склад Удалить склад

Недостаток в магазинах:

Название:	Магазин 1	Магазин 2	Магазин 3	Магазин 4
Количество:	60	70	40	20

Новый магазин Удалить магазин Принять данные

Стоимости перевозок:

	Магазин 1	Магазин 2	Магазин 3	Магазин 4
Склад 1	100	500	350	300
Склад 2	450	200	500	400
Склад 3	250	150	250	150
Склад 4	400	300	350	450

Рисунок 1 - Ввод исходных данных

Исходные данные Опорный план

План перевозок:

	Магазин 1	Магазин 2	Магазин 3	Магазин 4	Наличие
Склад 1	60		20	20	100
Склад 2		40			40
Склад 3		25			25
Склад 4		5	20		25
Потребность	60	70	40	20	

Стоимость перевозки = 39250
План оптимален!

Оптимизировать

Рисунок 2 - План перевозок

Литература

1. Роль логистики в современном мире [Электронный ресурс] – Электрон.текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2013. – Режим доступа: <http://usetrans.com/rol-logistiki-v-sovremennom-mire.html>, свободный.



2. Цели и задачи логистики [Электронный ресурс] – Электрон.текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2017. – Режим доступа: <https://znaytovar.ru/new2735.html>, свободный.

3. Новикова С.В. Преимущества компьютерных тренажёров при изучении вычислительных методов // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2015. - V.18. - №2. - С.478-488. - ISSN 1436-4522.

А.В. Волынская

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В КАНАЛАХ СВЯЗИ С НИЗКИМ ОТНОШЕНИЕМ СИГНАЛ/ПОМЕХА

(Уральский государственный университет путей сообщения)

В настоящее время в каналах связи применяется угловая модуляция (частотная и фазовая) и их модификации, основанные на нелинейных преобразованиях несущего колебания и подверженные пороговому эффекту помехоустойчивости [1]. Причем, чем шире полоса полезного сигнала, тем раньше наступит пороговый эффект. В работе [2] приведены результаты исследований каналов передачи информации, в которых отношение сигнал/помеха существенно меньше единицы, что актуально для обеспечения помехоустойчивости и скрытности.

В данной статье рассматривается один из способов линейной модуляции, при котором модулируется не один или несколько параметров гармонического несущего колебания, а все отсчетные значения сложного шумоподобного несущего колебания.

Линейная мультипараметрическая модуляция (ЛММ) – алгоритм, реализующий идею, предложенную К. Шенноном: перераспределять мощность передатчика на участки спектра, где мощность помехи – мала [3]. Алгоритм и варианты технической реализации ЛММ шумоподобной несущей путем ее свертки (convolution) с передаваемым сигналом и развертки (deconvolution) на приемном конце предложены в [4, 5]. На рис. 1 представлены схема и временные диаграммы, поясняющие суть ЛММ. Сигнал на выходе модулятора является сверткой полезного сигнала и несущего колебания, при этом каждое его отсчетное значение есть результат линейного взаимодействия всех отсчетных значений несущего колебания со всеми отсчетными значениями полезного сигнала, что обеспечивает как высокую помехоустойчивость, так и высокую скрытность.

Для проверки корректности ЛММ и оценки его помехоустойчивости проведено моделирование в программной среде Visual Studio 2010 [6]. В качестве передаваемых сигналов рассматриваются канонические сигналы Баркера и новые, более сложные, комбинированные сигналы Баркера, а в качестве несущего колебания – случайная (шумоподобная) двоичная последовательность [7]. Производится свертка одного из выбранных сигналов с псевдослучайной двоичной



последовательностью, в результате чего получается сложное шумоподобное колебание, к которому добавляется помеха, сформированная с помощью генератора случайных чисел. Для демодуляции вычисляется матрица, обратная матрице несущего колебания и соответствующая демодулирующему колебанию, и производится его свертка с принятой смесью сигнала и помехи. В результате получаем демодулированный сигнал, для которого вычисляется нормированная функция взаимной корреляции (ВКФ) с переданным сигналом. По главному пику этой функции оценивается возможность надежного обнаружения переданных сигналов.

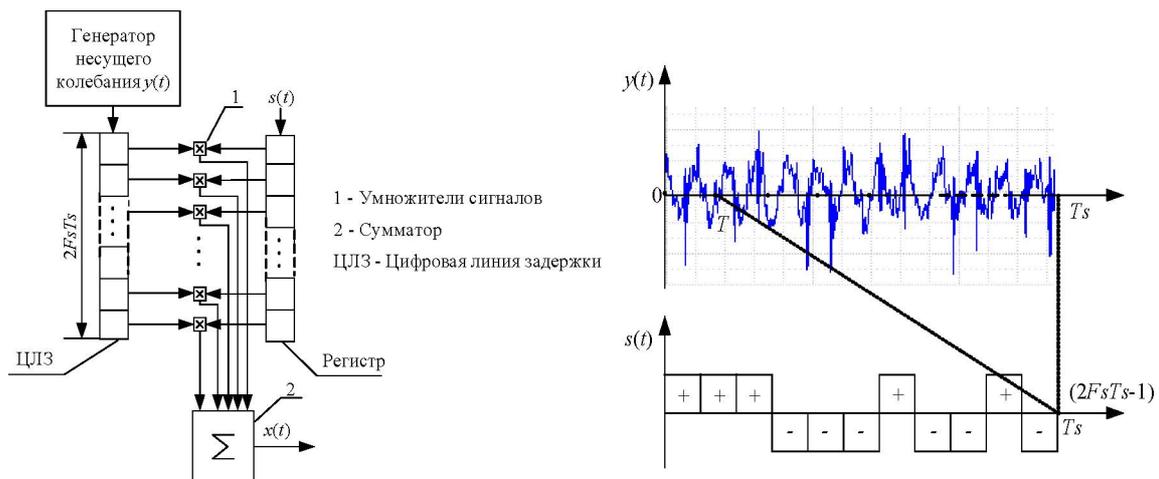


Рис. 1. Схема линейного мультипараметрического модема и временные диаграммы его работы

Результаты моделирования показали, во-первых, устойчивость алгоритма сложной модуляции-демодуляции, что подтверждается полным совпадением сигналов и видом функции их взаимной корреляции до модуляции и после демодуляции; во-вторых, высокую помехоустойчивость этого алгоритма [7].

Кроме помехоустойчивости, предложенный алгоритм ЛММ позволяет обеспечить и высокую скрытность передачи информации.

Для того, чтобы осуществить перехват информации требуется последовательно решить три задачи (рис. 2): установить сам факт передачи информации; выявить сигналы, с помощью которых передается информация; расшифровать эти сигналы [8].

Анализ возможности применения ЛММ для обеспечения защиты передаваемой информации позволяет сделать следующие выводы:

1. Так как выбор несущего колебания произволен, то можно формировать спектр сигнала в канале связи подобный спектру помех, что маскирует сам сеанс связи.

2. Если спектр канального сигнала располагается в области высоких частот, то на приемной стороне можно организовать накопление полезного сигнала, уровень которого значительно ниже уровня помех [9].



Рис. 2. Трехуровневая структура обеспечения информационной безопасности

3. В паузах передачи информации сигнал в канале равен нулю, в отличие от традиционных видов модуляции, когда в канале присутствует несущее синусоидальное колебание в чистом виде, которое легко обнаруживается средствами перехвата.

4. Структурная скрытность обеспечивается за счет того, что информационный сигнал и несущее колебание никогда не присутствуют в канале порознь, а только в свертке (их нельзя разделить подобно тому, как по сумме невозможно однозначно определить слагаемые). Таким образом, невозможно выделить несущее колебание, и, следовательно, произвести демодуляцию.

5. Информационный барьер можно обеспечить, применяя процедуру свертки для шифрования передаваемых сообщений [10].

Таким образом, применение операции математической свертки для модуляции позволяет повысить как помехоустойчивость, так и энергетическую, структурную и информационную скрытности передаваемой информации.

Литература

1. Голдман С. Теория информации. – Изд. Иностранной литературы М.: 1957. – 446 с.

2. Волынская А.В., Сергеев Б.С. Предпосылки применения псевдослучайных сигналов-переносчиков в каналах телемеханики железнодорожного транспорта // Транспорт: наука, техника, управление : Научный информационный сборник РАН ВИНТИ, 2011. – Вып. 6. – С. 39-41.

3. С. Е. Shannon. Communication in the presence of noise. – PIRE 37, 1, 10-21. – 1949.

4. Самойлов А.И. Выбор оптимального зондирующего сигнала // Геология и геофизика, 1982. – №7. – С. 105-112.



5. Волынская А.В. Разработка устройств формирования и оптимальной обработки сложных двоичных сигналов для информационных систем железнодорожного транспорта // Информационные технологии : Теор. и прикл. науч.-техн. журнал. – М.: Новые технологии, 2014. – № 2. – С. 65-70.

6. Волынская А.В., Сапожников И.В. Результаты компьютерного моделирования мультипараметрической модуляции // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : Труды XVI Международной конф. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2014. – С. 540-548.

7. Волынская А.В., Сапожников И.В. Разработка линейного мультипараметрического модема для каналов передачи информации с низким отношением сигнал/помеха // Информационные технологии : Теор. и прикл. науч.-техн. журнал. – М.: Новые технологии, 2015. – Т. 21. – № 8. – С. 590-594.

8. Волынская А.В. Метод повышения энергетической и структурной скрытности радиоканалов // СвязьПром-2004 : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. – С. 417-422.

9. Волынская А.В. Применение адаптивного накопления сигналов для повышения надежности PLC-R канала управления локомотивом // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : Труды XVII Международной конф. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2015. – С. 583-589.

10. Волынская А.В. Способ защиты данных при передаче ответственной информации по открытым каналам // Фундаментальные исследования : Науч. журнал РАЕ. – М., 2016. – № 8 (часть 1). – С. 19-23.

Д.М. Габитова, Ю.Н. Дементьев, А.В. Никитин

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА СТАРТОВЫХ И НА ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ РЕЖИМАХ ВЕРТОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

Для предотвращения авиационных происшествий на стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета, при решении полетных и специальных задач необходима информация о величине и положении вектора ветра относительно продольной оси вертолета [1-3]. Измерение параметров вектора ветра и вектора истинной воздушной скорости на стоянке, при рулении и маневрировании по земной поверхности, при взлете и посадке, на режиме висения и в полете известными средствами [4, 5] ограничивается значительными аэродинамическими возмущениями, вносимыми вихревой колонной несущего винта, что определяет необходимость создания бортовых систем, максимально учитывающих специфику аэродинамики и динамики движения вертолета на всех этапах полета.

Учитывая специфику работы бортовой системы измерения параметров вектора ветра одновинтового вертолета для определения параметров вектора



ветра \mathbf{W} и вектора истинной воздушной скорости \mathbf{V}_B вертолета при работе двигательной установки и раскрутки трансмиссии, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на взлетно-посадочных режимах, при снижении и на режиме висения, предложено построить ее на основе неподвижного комбинированного аэрометрического приемника с использованием информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта [6].

В качестве информативного параметра аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта вертолета используется вектор скорости \mathbf{V}_Σ в виде геометрической суммы стационарных составляющих вектора скорости \mathbf{V} воздушного потока, формируемого движением вертолета относительно окружающей среды или вектором скорости ветра \mathbf{W} , и вектора скорости \mathbf{V}_i индуктивного воздушного потока, создаваемого несущим винтом вертолета, т.е. $V_\Sigma = V + V_i$. За меру величин составляющих вектора скорости ветра \mathbf{W} и вектора истинной воздушной скорости \mathbf{V}_B вертолета принимается угловое положение вектора скорости v_Σ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта, относительно неподвижного датчика воздушных сигналов, которое регистрируется ортогонально расположенным приемникам давлений P_1 и P_2 , P_3 и P_4 на поверхности полусферического приемника.

Величину V_Σ скорости результирующего набегающего воздушного потока можно определить по полному $P_{\Pi\Sigma}$ и статическому $P_{\text{СТ}\Sigma}$ давлениям и температуре $T_{\text{Т}\Sigma}$ заторможенного результирующего воздушного потока, воспринимаемой приемником температуры торможения, используя зависимость [7]:

$$V_\Sigma = 44,826 \sqrt{\frac{T_{\text{Т}\Sigma} \left[\left(\frac{P_{\Pi\Sigma}}{P_{\text{СТ}\Sigma}} \right)^{0,2857143} - 1 \right]}{\left(\frac{P_{\Pi\Sigma}}{P_{\text{СТ}\Sigma}} \right)^{0,2857143}}}, \quad (1)$$

где параметры, входящие в формулу (1) имеют размерности в единицах системы СИ.

Для конкретного места установки неподвижного датчика воздушных сигналов на фюзеляже вертолета составляющие V_{ix} , V_{iy} , V_{iz} вектора индуктивного потока \mathbf{V}_i в связанной системе координат можно описать уравнениями вида [7]:

$$V_{ix} = k_{ix}|V_{i0}|; \quad V_{iy} = k_{iy}|V_{i0}|; \quad V_{iz} = k_{iz}|V_{i0}|, \quad (2)$$

где k_{ix} , k_{iy} , k_{iz} – безразмерные коэффициенты, зависящие от величины (модуля) вектора скорости \mathbf{V} , угла атаки α , угла скольжения β и других параметров полета вертолета, определяемые по результатам летных испытаний системы на вертолете;

$|V_{i0}| = \sqrt{\frac{Gn_y}{2\chi\rho_H F}}$ – модуль вектора скорости V_i индуктивного потока на режиме висения ($V = 0$); G – текущий вес вертолета; n_y – нормальная перегрузка;



$\rho_H = \frac{P_H T_H}{T_0 P_0} \rho_0$ – плотность воздуха на высоте полета H ; P_H и T_H – статическое

давление и температура на высоте H ; F – площадь, ометаемая несущим винтом вертолета; χ – коэффициент заполнения несущего винта.

Поскольку неподвижный датчик ветра расположен на фюзеляже на определенном радиусе-векторе \mathbf{r} от центра масс вертолета, то при вращении вертолета относительно центра масс имеет место кинематическое искажение вектора скорости \mathbf{v} невозмущенного воздушного потока, набегающего на приемник, которое определяется уравнением вида

$$\mathbf{V}_k = \mathbf{V} + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{R}(x, y, z), \quad (3)$$

где \mathbf{V}_k – кинематически искаженный вектор скорости набегающего воздушного потока в месте установки многофункционального аэрометрического приемника; $\boldsymbol{\omega}(\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ – вектор угловой скорости вращения вертолета относительно центра масс; $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – угловые скорости вращения вертолета относительно осей связанной системы координат; x, y, z – координаты места установки многофункционального аэрометрического приемника в связанной системе координат, центр которой находится в центре масс вертолета.

Проекции вектора \mathbf{V}_k на оси связанной системы координат определяются как

$$V_{kx} = V_x + (\omega_y z - \omega_x y); \quad V_{ky} = V_y + (\omega_z x - \omega_x z); \quad V_{kz} = V_z + (\omega_x y - \omega_y x). \quad (4)$$

По давлениям P_1, P_2 и P_3, P_4 , воспринимаемым отверстиями, расположенными на верхней поверхности полусферического приемника, используя известные соотношения, можно вычислить углы φ_1 и φ_2 , определяющие положение вектора скорости \mathbf{V}_Σ результирующего набегающего воздушного потока вихревой колонны несущего винта вертолета относительно осей приемника:

$$\varphi_1 = \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{01}} \frac{P_1 - P_2}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\Sigma\Gamma\Sigma}} \right); \quad \varphi_2 = \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\Sigma\Gamma\Sigma}} \right). \quad (5)$$

Тогда по давлениям P_1 и P_2, P_3 и $P_4, P_{\Pi\Sigma}$ и $P_{\Sigma\Gamma\Sigma}$ и по температуре торможения T_{Σ} , после их преобразования в электрические сигналы с помощью датчиков дифференциального и абсолютного давлений 4 (см. рисунок) и ввода через мультиплексор 5 и аналого-цифровой преобразователь 6 в микропроцессор 7, параметры вектора истинной воздушной скорости вертолета при рулении и маневрировании по земной поверхности и на взлетно-посадочных режимах вычисляются в соответствии с уравнениями вида:

$$V_x = V_\Sigma \cos \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{01}} \frac{P_1 - P_2}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\Sigma\Gamma\Sigma}} \right) \right] \times \\ \times \cos \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\Sigma\Gamma\Sigma}} \right) \right] - K_{ix} |V_{i0}| - (\omega_y z - \omega_x y);$$



$$\begin{aligned}
 V_y &= V_\Sigma \sin \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{01}} \frac{P_1 - P_2}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\text{СТ}\Sigma}} \right) \right] \times \\
 &\times \cos \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\text{СТ}\Sigma}} \right) \right] - K_{iy} |V_{i0}| - (\omega_z x - \omega_x z); \\
 V_z &= V_\Sigma \sin \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\text{СТ}\Sigma}} \right) \right] - K_{iz} |V_{i0}| - (\omega_x y - \omega_y x); \\
 V_B &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}; \quad \alpha = \arctg \frac{V_y}{V_x}; \quad \beta = \arcsin \frac{V_z}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}} = \arcsin \frac{V_z}{V_B}.
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Используя информацию о величине V_Π и углу сноса ψ_c вектора путевой скорости V_Π вертолета от доплеровского измерителя скорости и угла сноса (ДИСС) и информацию о составляющих вектора истинной воздушной скорости, можно определить величину W и направление ψ вектора скорости ветра W или продольную W_x и боковую W_z составляющие вектора ветра на взлетно-посадочных режимах:

$$\Psi = \beta + \psi_c; \quad W_x = V_x - V_\Pi \cos \psi; \quad W_z = V_z - V_\Pi \sin \psi; \quad W = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}. \tag{7}$$

Таким образом, рассмотренные алгоритмы обработки первичных информативных сигналов являются основой системотехнического проектирования бортовой системы измерения параметров вектора ветра и вектора истинной воздушной скорости при маневрировании по земной поверхности и на взлетно-посадочных и полетных режимах вертолета.

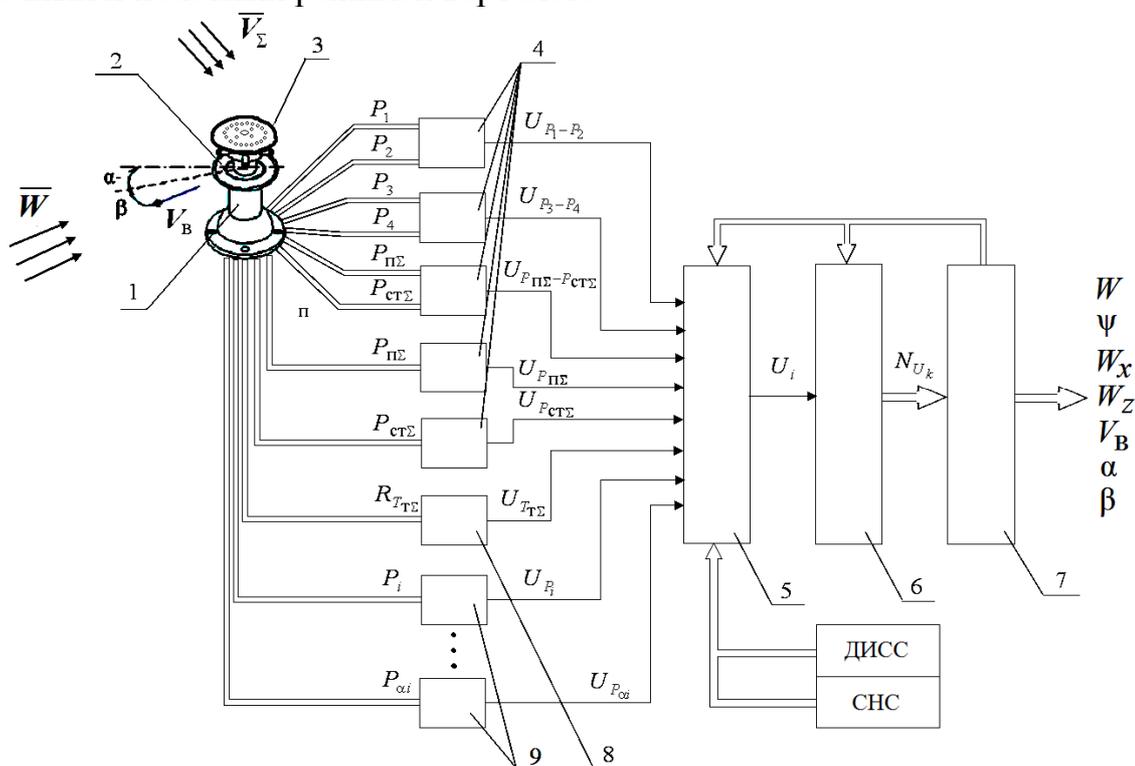


Рисунок 1 – Функциональная схема системы измерения параметров вектора ветра и истинной воздушной скорости



Литература

- [1] Соколов Ю.Г. *Применение вертолетов с авианесущих кораблей*. М.: Воениздат, 1989. 180 с.
- [2] Ерусалимский М.А., Егоров В.Н. *Экипажам вертолетов – информационную поддержку* // Авиасоюз. 2011. №2 (35). С. 24–25.
- [3] *Нормы летной годности гражданских вертолетов*, НЛГВ. М.: ЦАГИ, 1987. 350 с.
- [4] Тихомиров А.А. *Ультразвуковые анемометры и термометры для измерения пульсаций скорости и температуры воздушных потоков. Обзор* // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т.23. №7. С. 585 – 600.
- [5] Азбукин А.А., Богусевич Л.Я., Кобров А.А., Корольков В.А., Тихомиров А.А., Шелевой В.Д. *Автоматические метеостанции АМК–03 и их модификации* // Датчики и системы. 2012. №3. С. 42 – 52.
- [6] Патент РФ на изобретение № 2426995, МПК G 01 P 5/00. *Система измерения малых воздушных скоростей вертолета* / В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин, Н.А. Порунов, Н.Н. Макаров, В.П. Белов, Д.А. Истомин. Заявл. 23.11.2009. Опубл. 20.08.2011. Бюл. №23.
- [7] Солдаткин В.В. *Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного аэрометрического приемника и информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта*: Монография. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. 284 с.

Д.М. Габитова, А.В. Никитин

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА СТОЯНКЕ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

Анализ авиационных происшествий одновинтовых вертолетов показывает [1], что значительная часть из них связана с отсутствием у экипажа информации о состоянии окружающей воздушной среды. Для удовлетворения требований, регламентируемых Руководством по летной эксплуатации вертолета [2], необходимо использовать бортовые средства измерения параметров вектора ветра на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета. Однако при расположении средств измерения параметров вектора ветра на фюзеляже вертолета на их работу оказывают существенное влияние индуктивные потоки вихревой колонны несущего винта, ограничивающие возможность измерения скорости и угла направления ветра при вращении несущего винта.

Все это определяет актуальность создания бортовой системы измерения параметров вектора скорости ветра вертолета, обеспечивающей:

- измерение величины W и направления ψ вектора скорости ветра w от-



носителю продольной оси вертолета или продольной W_x и боковой W_z составляющих вектора W , а также абсолютного давления P_{H_0} и температуры наружного воздуха T_{H_0} на стоянке до запуска силовой установки и раскрутки трансмиссии вертолета (стояночный режим);

- измерение параметров вектора скорости ветра W при запуске силовой установки, раскрутке трансмиссии и вращении несущего винта вертолета, в процессе руления и маневрирования по земной поверхности;

- измерение параметров вектора истинной воздушной скорости V_B (величины (модуля) V_B , угла скольжения β и угла атаки α), абсолютной H и относительной $H_{отн}$ высот и вертикальной скорости $V_y = dH / dt$ при взлете и посадке, при снижении и заходе на посадку, определение продольной W_x и боковой W_z составляющих вектора скорости ветра W на режиме висения при работе силовой установки, вращении несущего винта и работе автомата перекоса (взлетно-посадочный режим).

Тогда, на стоянке величина W и угол направления ψ , а следовательно, продольная W_x и боковая W_z составляющие вектора скорости ветра W , а также статическое давление P_{H_0} определяются по давлениям P_i и $P_{ст.д}$, воспринимаемым посредством трубок полного давления 4 и кольцевого приемника 6 дросселированного статического давления неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника 1 (рис. 1).

Как показано в работе [4], угловые характеристики трубок полного давления (рис. 2) симметричны относительно оси трубок. При этом угловые характеристики трубок полного давления с номерами $i-1$ и $i+1$ имеют точку пересечения, угловая координата которой совпадает с координатой максимума угловой характеристики i -трубки полного давления. Пересекающиеся ветви угловых характеристик $i-1$ и $i+1$ трубок полного давления имеют участки достаточно большой угловой протяженностью, в пределах которой воспринимаемые давления P_{i-1} , P_i и P_{i+1} зависят от угла направления ψ ветра, набегающего на неподвижный многоканальный проточный аэрометрический приемник.

Указанные особенности угловых характеристик неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника позволяют использовать следующий алгоритм обработки первичных информативных сигналов P_i для определения параметров вектора ветра W на стоянке вертолета [4].

На первом этапе обработки массива давлений P_i определяется номер i -й трубки полного давления, в пределах которой локализовано направление вектора скорости ветра W . За такую i -ю трубку полного давления, как следует из рис. 3, принимается трубка, в которой значение измеренного давления P_i является наибольшей из всех трубок полного давления (номера трубок полного давления обозначаются $i = 0, 1, 2, 3 \dots n$). При этом принимается, что ось трубки полного давления под номером $i = 0$ совпадает с началом исходной системы координат отсчета угла направления ψ вектора скорости ветра W .

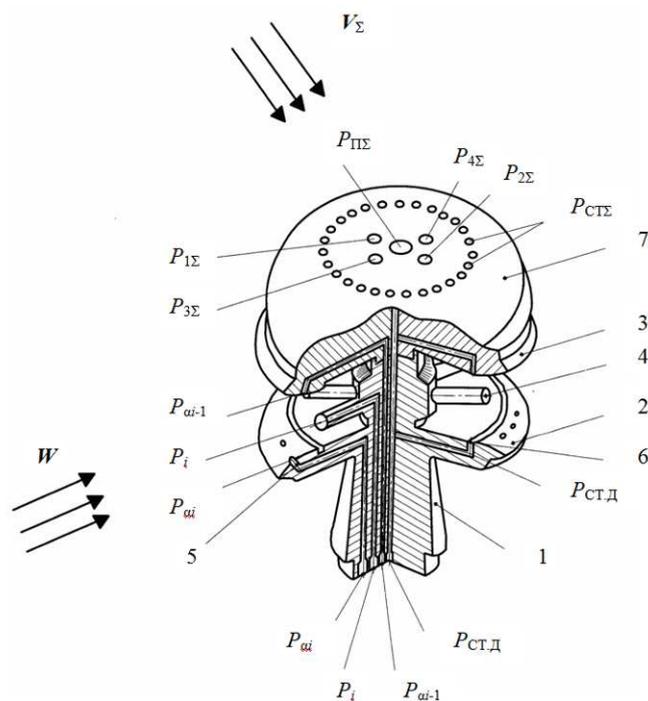


Рисунок 1 – Конструктивная схема неподвижного комбинированного аэрометрического приемника

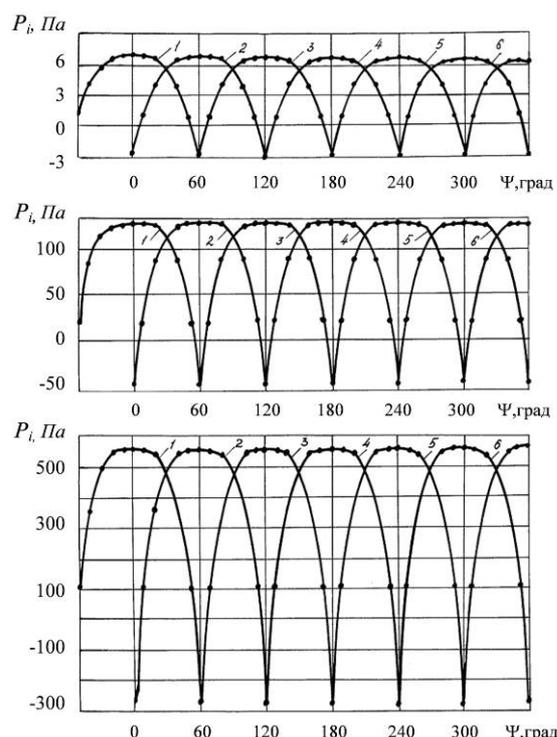


Рисунок 2 – Угловые характеристики неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника

По определенному номеру i -й трубки полного давления, в которой давление P_i наибольшее, определяется первое приближение ψ_{mi} угловой координаты направления вектора скорости ветра W в соответствии с соотношением

$$\psi_{mi} = \frac{360}{n} i, \text{ где } n - \text{ количество расположенных под одинаковым углом трубок}$$

полного давления (как правило $n = 6$ или $n = 8$).

На втором этапе обработки массива давлений P_i проводится предварительная оценка положения ψ вектора скорости ветра W . С этой целью сравниваются между собой давления P_{i-1} и P_{i+1} и проверяется какое из неравенств выполняется

$$P_{i-1} > P_{i+1} \text{ или } P_{i-1} < P_{i+1},$$

где P_{i-1} и P_{i+1} – давления, измеренные в трубках полного давления, смежных с i -ой трубкой.

Для определения точного значения угловой координаты ψ вектора скорости ветра осуществляется преобразование реальной угловой характеристики трубок полного давления в другую систему координат путем введения безразмерной угловой координаты θ , начало которой совпадает с точкой пересечения смежных ветвей угловых характеристик $i-1$ и $i+1$ трубок полного давления, как показано на рис.3. Сущность такого преобразования координат сводится к замене углового отклонения $\Delta\psi$ угловой характеристики i -ой трубки полного давления от реального направления ψ вектора скорости ветра W на безразмерную координату θ , изменение которой определяется выбором шага t_0 введенной координатной сетки.



Угловое положение θ i -й трубки полного давления относительно направления ψ вектора скорости ветра W в новой системе координат определяется из решения одного из уравнений:

$$\bar{P}_i = \frac{P_{i+1}}{P_i} = \frac{f(\theta)}{f(-\theta)} \quad \text{или} \quad \bar{P}_i = \frac{P_{i-1}}{P_i} = \frac{f(-\theta)}{f(\theta)}, \quad (1)$$

где $f(\theta)$ и $f(-\theta)$ – аппроксимирующие полиномы степени k , вычисленные по результатам предварительной градуировки неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника и описывающие соответственно правую и левую части угловой характеристики смежных $i-1$ и $i+1$ трубок полного давления в введенной системе координат.

Тогда второе приближение угловой координаты ψ вектора скорости ветра W в исходной системе координат будет определяться выражением

$$\psi = \psi_{mi} \pm (\theta_{\max} - \theta_x) t_0, \quad (2)$$

где t_0 – координатный шаг сплайн-функции, реализующей аппроксимирующий полином $P_i = f(\theta)$ в безразмерной системе координат, например при $n = 6$ $t_0 = 60^\circ$.

Для определения модуля (величины) W вектора скорости ветра по полученному значению θ безразмерного углового положения i -ой трубки полного давления вычисляется значение давления $P_{i \max}$, соответствующее совпадению направления вектора скорости ветра

с осью i -ой трубки полного давления. Это вычисление проводится в соответствии со следующими зависимостями:

$$P_{i \max} = \begin{cases} P_i \frac{f(\theta_{\max})}{f(-\theta_x)} & \text{при } P_{i-1} > P_{i+1}; \\ P_i \frac{f(-\theta_{\max})}{f(-\theta_x)} & \text{при } P_{i-1} < P_{i+1}. \end{cases} \quad (3)$$

По полученному значению $P_{i \max}$ определяется численное значение величины W скорости ветра с использованием выражения вида

$$W = \sqrt{\frac{2}{\rho_{H_0}} (P_{i \max} - P_{H_0})} = \sqrt{\frac{2P_0 T_0}{P_{H_0} T_{H_0} \rho_0} (P_{i \max} - P_{H_0})}, \quad (4)$$

где $\rho_{H_0} = \rho_0 \frac{P_{H_0} T_{H_0}}{T_0 P_0}$ – плотность воздуха на высоте стоянке H_0 ; P_{H_0} и T_{H_0} – статическое давление и абсолютная температура на высоте стоянки H_0 ; P_0 , T_0 и ρ_0 – статическое давление, абсолютная температура и плотность воздуха на высоте $H=0$ стандартной атмосферы.

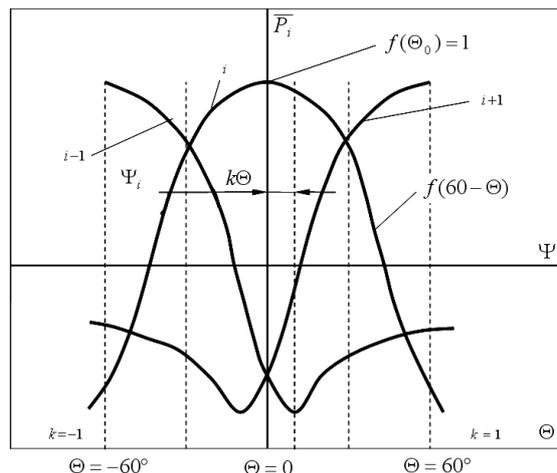


Рисунок 3 – Графическая интерпретация преобразования угловых координат трубок полного давления



Статическое давление P_{H_0} и абсолютная температура T_{H_0} на высоте стоянки H_0 вертолета определяются по статическому давлению $P_{ст.д.}$, воспринимаемому неподвижным проточным аэрометрическим приемником 1 (рис. 1), и по показаниям приемника температуры торможения T_T .

Предлагаемая бортовая система измерения параметров вектора ветра решает задачу информационного обеспечения экипажа вертолета на стоянке, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на взлетно-посадочных и полетных режимах. Использование системы позволит повысить эффективность применения и безопасность эксплуатации одновинтовых вертолетов различного класса и назначения.

Литература

[1] Ерусалимский М.А., Егоров В.Н. *Экипажам вертолетов – информационную поддержку* // Авиасоюз. 2011. №2. С. 24 – 26.

[2] *Руководство по летной эксплуатации вертолета Ми-8 (издание 4-ое)*. М: Авторитет. 1996. 554с.

[3] Патент РФ на изобретение № 2426995, МПК G 01 P 5/00. *Система измерения малых воздушных скоростей вертолета* / В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин, Н.А. Порунов, Н.Н. Макаров, В.П. Белов, Д.А. Истомин. Заявл. 23.11.2009. Опубл. 20.08.2011. Бюл. №23.

[4] Солдаткин В.М. *Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов*. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. 448 с.

С.Л. Гавлиевский

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

(Самарский государственный технический университет)

1. Введение

Технологические сети связи (ТСС) являются неотъемлемой составной частью производственных комплексов, предназначенных для добычи, транспортировки, хранения и поставок углеводородов. Широкое использование волоконно-оптического кабеля (ВОК) снимает проблему нехватки пропускной способности ТСС для пропуска всех видов трафика, но лишь при условии, что кабель находится в рабочем состоянии. При обрыве кабеля на отдельных участках и переходе на резервные каналы, пропускная способность уменьшается на порядки. И этот факт необходимо учесть при выполнении научно-исследовательских работ и системного анализа [1-5]. При этом также надо учесть, что поскольку ВОК проложен в непосредственной близости от трубопровода, то при возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС), велика вероятность обрыва ВОК. А это означает, что именно при работе в экстремальных условиях, пропускная способность ТСС может резко сократиться, что может по-



требовать введения приоритетов или даже ограничений на передачу некоторых видов трафика.

2. Традиционные и расширенные услуги ТСС, построенных на базе оптоволокна

Наряду с традиционными узкополосными услугами, такими как передача данных, диспетчерская связь, фиксированная телефонная и конференцсвязь все большую популярность получают широкополосные услуги, такие, как видеотелефония и видеоконференцсвязь. Большая пропускная способность оптоволокна в сочетании с использованием систем спектрального уплотнения способствуют массовому внедрению широкополосных услуг как на сетях общего назначения, так и на ТСС.

Обычно при планировании развития ТСС выделяют возможность передачи следующих типов трафика:

- IP телефония (VoIP);
- видеоконференцсвязь (ВКС);
- производственно-хозяйственная деятельность;
- автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП);
- Интернет трафик.

3. Особенности построения ТСС

Пример фрагмента магистрального трубопровода (МТП) приведен на рис.1. Для обеспечения безопасной эксплуатации МТП, предотвращения аварийных ситуаций, а также исключения нанесения вреда окружающей среде, на нем устанавливается технологическое оборудование, призванное контролировать состояние и режим работы трубопровода и при аварии или техническом обслуживании выводить из технологического процесса часть трубопровода. Совокупность такого технологического оборудования, включая запорно-регулирующую арматуру (ЗРА), получила название пункта контроля и управления (ПКУ). Основными функциями системы телемеханики ПКУ являются:

- передача информации о состоянии технологического оборудования в региональный диспетчерский пункт (РДП);
- выполнение команд управления ЗРА, подаваемых из РДП.

Учитывая, что ПКУ располагаются по большей части в необжитых районах, то оборудование обычно размещается в блок-боксах (БКС) повышенной устойчивости, защищенных от взлома и любых противоправных действий.

На территории насосной станции (НС) размещены узлы связи (УС НС) и развернуты локальные вычислительные сети (ЛВС НС), учрежденческая IP-АТС. На УС НС размещается оборудование ВКС, а также сервера, необходимые для управления оборудованием, закрепленным за конкретной НС участком МТП. Как показано на рис. 1 УС НС А, В, С, D последовательно соединены друг с другом при помощи ВОК в цепочку. УС НС А и D хотя и расположены на противоположных концах, но также соединены друг с другом. УС НС А, В, С, D образуют, так называемое «плоское кольцо», т.е. кольцо, организованное оптическими волокнами внутри одного ВОК.

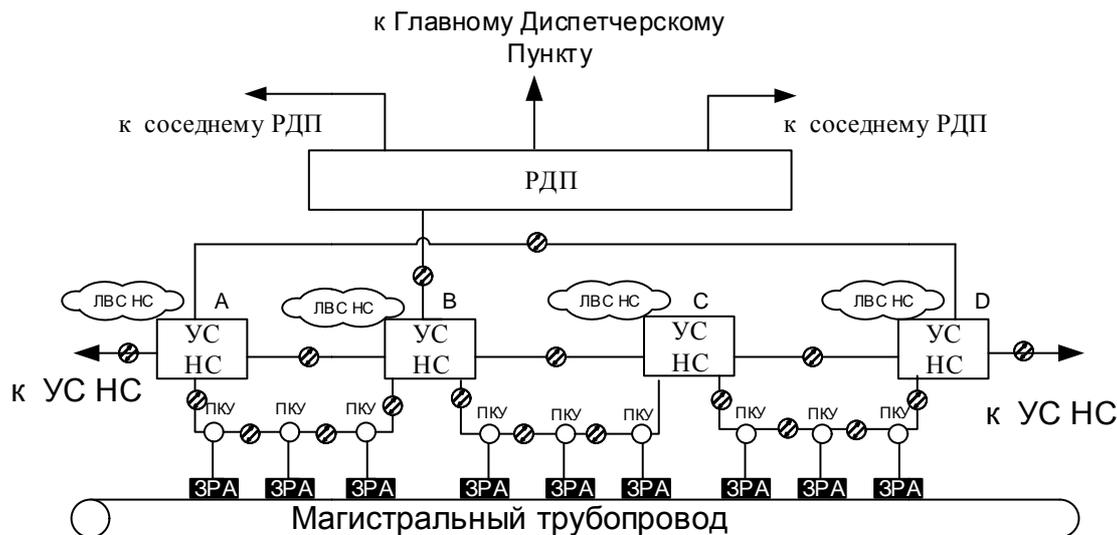


Рис.1.Фрагмент ТСС вдоль магистрального трубопровода.

4. Резервирование каналов ТСС на участке между соседними УС НС

Можно выделить два основных режима работы ТСС. Первый режим – повседневный режим работы, характеризующийся тем, что сеть работает в обычном режиме. Трафик, в том числе и широкополосный, передается в полном объеме. Службы, не имеющие отношения непосредственно к АСУТП, также не ограничиваются в информационном обмене. При этом возможны отказы коммутационного оборудования, включая выход из строя портов оборудования, непосредственно подключенных к ВОК. Плоское кольцо позволяет направить трафик в обход отказавшего оборудования, используя ресурсы ВОК. При этом увеличиваются задержки, но сеть продолжает функционировать. Пропускная способность сети практически не уменьшается.

Переход во второй режим работы связан с обрывом ВОК. При обрыве ВОК ситуация принципиально меняется. Передача трафика между соседними НС переключается на резервные каналы (рис. 2), в качестве которых могут использоваться каналы на базе радиорелейных линий, спутниковые каналы, каналы операторов связи сетей общего назначения. Пропускная способность становится дефицитным ресурсом. В зависимости от пропускной способности резервных каналов скорее всего придется отказаться от передачи некоторых типов трафика.

На рис. 2 показано, что резервирование осуществляется не только на участках между УС НС, но и на участках между БКС ПКУ. В рассматриваемом случае, при помощи радиоканалов.

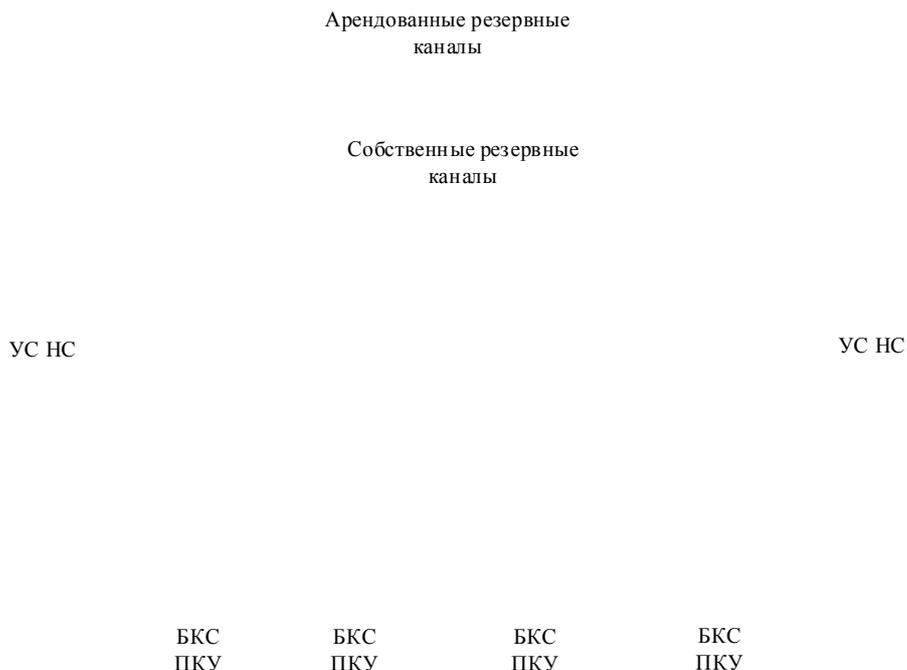


Рис. 2. Резервирование каналов связи между двумя НС.

5. Заключение

Использование оптоволокну позволяет строить ТСС большой пропускной способностью, что в свою очередь дает возможность предоставлять широкий спектр услуг, в том числе и широкополосные, включая видеотелефонию и видеоконференцию. Слабым местом ТСС на базе оптоволокну является низкая структурная надежность, поскольку топология сети практически полностью повторяет топологию МТП. Обрыв ВОК в одном месте обычно приводит к нарушению связности сети, поэтому наличие резервных каналов является обязательным условием функционирования АСУ. Поскольку аренда и простой высокоскоростных каналов являются дорогостоящими, то обычно ограничиваются резервированием каналов нескольких Мбит/с. При переходе на резервные каналы, целесообразно отказаться от предоставления широкополосных услуг, а также от передачи некоторых типов трафика. Не следует исключать возможность использования ресурсов ТфОП и сетей мобильных операторов. Поскольку пропускная способность их крайне ограничена, то следует предусмотреть не только отказ от некоторых сервисов, но и сжатие данных.

Литература

1. Гавлиевский С.Л. Методы анализа мультисервисных сетей связи с несколькими классами обслуживания / С.Л. Гавлиевский. – М.: ИРИАС, 2010. – 365с.
2. Гавлиевский С.Л. Расчет характеристик и системный анализ фрагментов мультисервисных сетей / С.Л. Гавлиевский // Самар. гос. техн. ун-т. -2013.- 40 с.



3. Гавлиевский С.Л. Математическая модель для исследования свойств магистралей транспортных сетей при использовании нескольких классов обслуживания/ С.Л. Гавлиевский //Инфокоммуникационные технологии. – 2011. – Т. 9, №4. – С. 23–27.

4. Гавлиевский С.Л. Итерационный метод расчета характеристик магистралей транспортных сетей связи / С.Л. Гавлиевский //Вестник Самарского государственного технического ун-та. Серия «Технические науки». – Самара. – 2011, № 3 (31). – С. 54-60.

5. Гавлиевский С.Л. Возможности системного анализа при планировании развития единой мультисервисной сети передачи данных ОАО «Газпром» / С.Л. Гавлиевский //Труды НИИР. – 2016, №1. – С.6-10.

А.В. Галашов, Р.Х. Фазылзянов, Д.И. Кузнецов

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СВЕТОДИОДНОГО ДРАЙВЕРА

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им.А.Н.Туполева)

Широко известно, что передача информационных потоков транспортным средствам встречает большие проблемы. Раньше обоснованно считалось, что радиосигналы мешают нормальной работе штатной электроники автомобиля, поэтому мощные радиосистемы рекомендовалось выключать или вообще демонтировать с автомобиля. В критической ситуации, когда автомобиль движется на большой скорости или описывает сложный маневр, любая радио- или информационная помеха может привести к трагическому исходу. В то же время, современный водитель вынужден использовать большие информационные потоки.

Рассмотрим классическую ситуацию экстренного торможения. Водитель движущегося позади автомобиля нуждается в целом потоке информации: как резко будет тормозить автомобиль впереди, какой тип препятствия перед ним, когда возобновится движения и, в идеале, ему необходима «картинка» дорожного полотна и дорожной ситуации, заслоняемая находящимся перед ним транспортным средством. Поскольку ситуация может меняться стремительно, то и скорость передачи информационного потока должна быть сравнима со скоростью современного Интернета. Важно отметить, что такая ситуация в принципе интересует и следующие автомобили, причем настолько, что часто в транспортном потоке возникает стихийно организуемый канал передачи информации с помощью «подмигивания» фарами. Таким образом, задача организации информационного потока передачи данных на транспорте является *актуальной*. Проблема в том, что использование радиоканала, как уже отмечалось, является нежелательным.



Предлагается для высокоскоростной передачи данных использовать не радиочастотный, а оптический диапазон. Уже существуют и широко используются серийно производимые стационарные устройства передачи данных по оптическому каналу через электросеть, но проблема в том, что незаметное глазу мигание обычной электролампочки не может обеспечить высокую скорость трафика. Даже невооруженным глазом видна инерционность (плавное остывание) нити накаливания при выключении электролампочки. Такая задержка передачи информации, как показала практика, в критических ситуациях, таких как экстренное торможение при высоких скоростях транспортного потока, очень опасна для водителя. В то же время штатное светотехническое оборудование современных автомобилей уже содержит светодиоды с малым временем задержки включения/выключения (например, типа «пиранья», «барракуда»).

Характеристики светодиодов, в частности, малая инерционность, позволяют передавать изображение с достаточно высокой скоростью. Также у светодиода типа «пиранья» BL-FL7600URC имеются все необходимые для оптимальной передачи информации качества: видимый телесный угол 30/90 градусов (эллипсоидальная линза) позволяет реализовать в оптическом диапазоне диаграмму направленности, включающую всех заинтересованных потребителей информации, при этом незаинтересованным потребителям информация не передается; достаточная яркость (максимальная сила света 600 мКд при токе 70 мА) обеспечивает передачу информации на расстояние до нескольких сотен метров (на практике и более). Драйвер построен на основе распространенного и недорогого контроллера NCV7680 фирмы ON Semi, выполненного в интегральном исполнении. Ресурс светодиодной системы – до 50000 часов.

Важно отметить, что и контроллер, и все элементы системы специально спроектированы для использования на автотранспорте и не нуждаются в специальном противовибрационном амортизировании и переделке. Обеспечивается защита системы от перегрузки по току, перегрева, короткого замыкания.

В итоге, разработано и протестировано специализированное устройство на основе светодиодного драйвера, позволяющее передавать информацию с обычной видеокамеры транспортного регистратора в режиме реального времени с помощью оптического канала (используя штатные светодиоды автомобиля) на приемное устройство движущегося позади автомобиля. При этом не используются уникальные или дорогостоящие комплектующие и узлы. Важно отметить, что устройство работает и в случае нахождения позади обычного автомобиля. В этом случае видеoinформация, естественно, передаваться не может, но яркость и частота мигания стоп-сигналов коррелируется со скоростью торможения, а приемником информации является непосредственно глаз водителя. При этом используется широтно-импульсная модуляция в соответствии со скоростью торможения, посредством обработки сигнала с датчика положения педали тормоза.

Заключение

Разработанное специализированное устройство на основе светодиодного драйвера позволяет передавать видеоизображение с впереди идущего автомо-



бия на последующий без изменения штатного светотехнического оборудования и использования радиоканала, что в итоге повышает безаварийность движения.

Возможно использование устройства и в случае отсутствия специального оборудования у находящегося позади транспортного средства, в этом случае видеoinформация, естественно, передаваться не может, но яркость и частота мигания стоп-сигналов коррелируется со скоростью торможения и приемником информации является непосредственно глаз водителя.

А.В. Глазов

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УБОРКИ СНЕГА НА УЛИЦАХ ГОРОДА

(Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А. Н. Туполева)

Проблема уборки и вывозы снега никогда не утратит своего значения, поскольку каждой зимой осадков выпадает в огромном количестве и, если не производить уборки снега с городских улиц, то возникнет аварийная ситуация на дорогах общего назначения, вследствие, обледенения и заснеженности последних, движение машин и пешеходов будет затруднено из-за больших сугробов, повышаются шансы коллапса на магистральных дорогах, происходит задержка приезда экстренных спасательных служб. Обилие снега также может принести немало неприятностей для магазинов, офисов: высокие сугробы, отсутствие пешеходных дорожек, уменьшение парковочных мест. Вывоз снега нужно производить, чтобы не столкнуться весной с новой проблемой – талыми водами.

Для оптимального планирования работы снегоуборочной компании, есть необходимость создать, автоматизированную систему, которая учитывая погоду, общественный транспорт, данные об улицах, определяла бы количество и тип снегоуборочной техники и её маршрут.

В данной работе разработана и описана функциональная система, а также представлен сценарий информационного процесса, позволяющие в дальнейшем разработать автоматизированную информационную систему, предназначенную для планирования уборки снега на городских улицах, т.е. для определения уборочной техники и маршрута ее движения.

Для повышения качества дорожного покрытия на улицах города необходимо решить следующие задачи: определение уборочной техники и маршрута их движения при уборке и вывозе снега с улиц Казани.

Описание функций системы

Для этого используется методология функционального моделирования IDEF0, которая является технологией структурного анализа с графическим описанием систем как множества взаимосвязанных между собой функций.



На рисунке 1 представлена диаграмма «Планирование уборки снега на городских улицах», где описано следующее:

1. Внешние связи.

1.1. Материальные процессы. После выпадения осадков выезжает группа снегоуборочной техники и выполняет очистку дорожного покрытия.

1.2. Оперативная входящая информация, ее обработка. В диспетчерскую поступает следующая оперативная информация о погодных условиях и дорожной обстановке:

- Информация о снегопаде и его интенсивности;
- Информация о гололеде;
- Дорожных знаков на дорогах, которые прикреплены к микрорайону;
- Информация об интенсивности транспортного движения;
- Данные об улицах и общественном транспорте.

1.3. Выходящая информация. После выполнения снегоуборочных работ формируются следующие документы:

- Акт оценки качества работ;
- Акт сдачи работ;

1.4. Нормативно-справочная информация. При получении информации от диспетчера и определении масштаба работ, руководитель пользуется следующей нормативно-справочной информацией:

- Законодательными и нормативными акты, касающимися выполняемой работы;

- Уставом предприятия;
- Приказами и распоряжениями директора предприятия;
- Положениями о жилищно-коммунальном отделе;
- Должностной инструкцией начальника коммунального отдела;
- Правилами внутреннего трудового распорядка.

При выполнении снегоуборочных работ водитель-механик руководствуется следующей информацией:

- Нормативными актами по вопросам выполняемой работы;
- Методическими материалами;
- Уставом организации;
- Правилами трудового распорядка;
- Приказами и распоряжениями руководителя организации;
- Настоящей должностной инструкцией.

При получении информации от метеорологических служб, диспетчер руководствуется следующей нормативно-справочной информацией:

- Уставом организации;
- Правилами трудового распорядка;
- Приказами и распоряжениями руководителя организации;
- Настоящей должностной инструкцией.

2. Процессы и процедуры. После уборки улиц города в блок «Формирование плана уборки» поступает отчет об обработке улиц реагентами, отчет об уборке снега и отчет о вывозе снега.



3. Оборудование, инструменты, программы. При уборке снега используется снегоуборочная техника. Снег вывозят и плавят в снеготаялках.
4. Пользователи, лица принимающие решения, исполнители решений, эксплуатационный персонал. Руководитель, диспетчер, отдел планирования и водитель-механик.

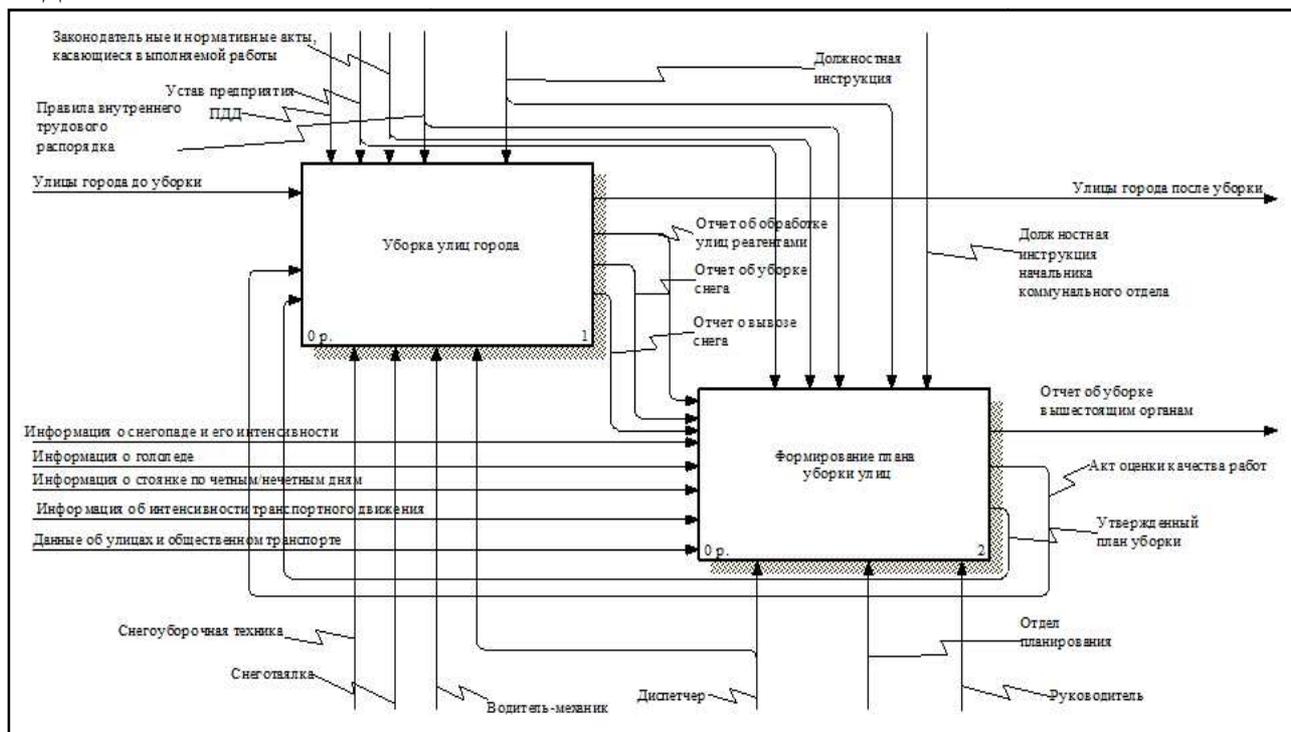


Рис. 1. Диаграмма А0 процесса планирование уборки на городских улицах.

Построение сценария информационного процесса

На диаграмме (рис. 2) представлена модель «как есть» планирования уборки снега на городских улицах. После получения диспетчером информации о снегопаде, гололеде и интенсивности транспортного движения он формирует отчеты по этим данным и отправляет в отдел обработки информации. Отдел обработки информации, учитывая информацию о стоянках по четным/нечетным дням и данные об улицах и общественном транспорте, формирует план уборки снега и отправляет его руководителю. Руководитель утверждает план уборки и отправляет его диспетчеру, который передает плану уборки рабочей группе.

На диаграмме (рис. 3) представлена модель работы «как есть» обработки информации и формирования плана уборки. После получения информации о погодных условиях дорожной обстановке, информации о стоянке по четным/нечетным дням и данных об общественном транспорте и улицах отдела обработки данных производит анализ информации, и на основе этой информации формирует план уборки и отправляет его руководителю на утверждение.

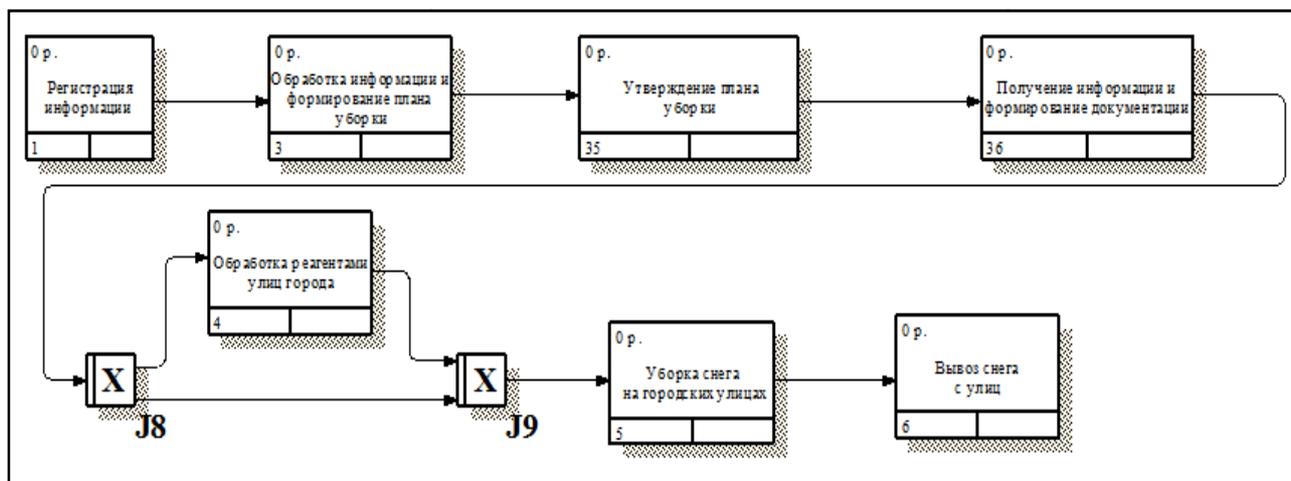


Рис. 2. Диаграмма планирования уборки снега на городских улицах.

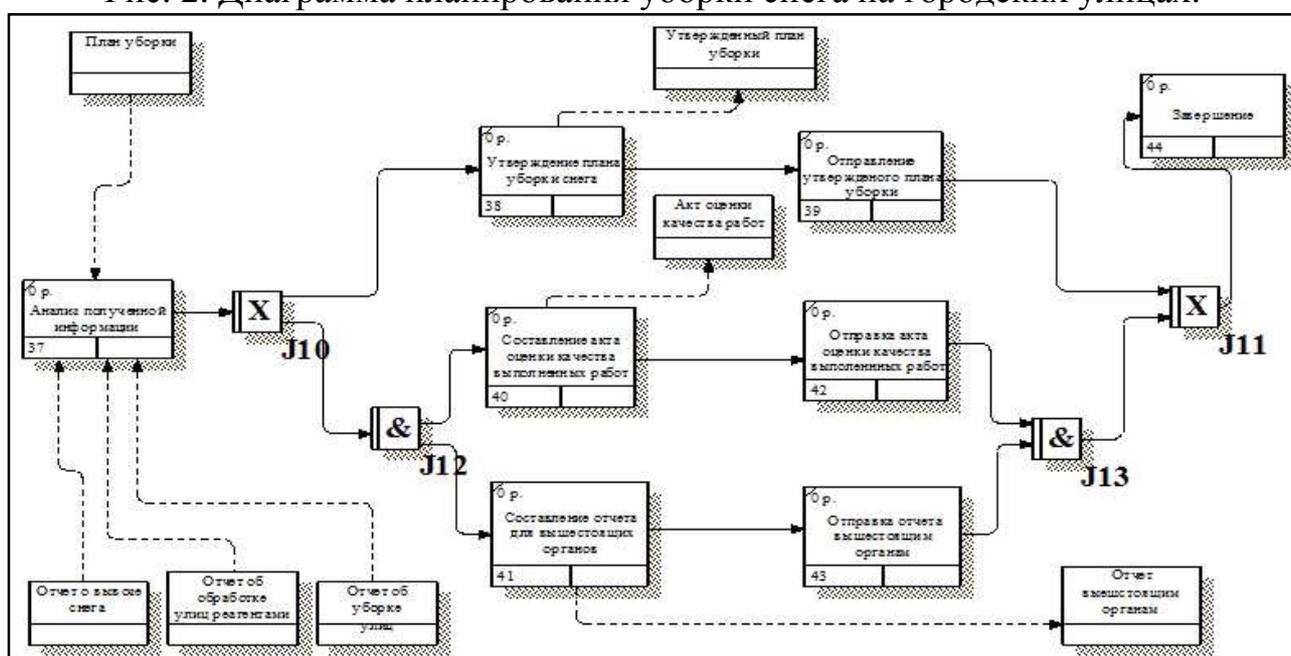


Рис. 3. Диаграмма утверждение плана уборки снега.

Научный руководитель – профессор, к.т.н. Ризаев И. С.

Литература

1. Ризаев И.С., Теория принятия решений. Учебное пособие. – Казань, Изд-во «Мастер Лайн», 2014. – 132с.
2. Ризаев И.С., Яхина З.Т. Базы данных/Лабораторный практикум. – К., «Мастер Лайн», 2003.
3. Суздальцев В.А., Осипова А.Л., Зарайский С.А., Проектирование информационных систем. Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2007. – 86 с.
4. Суздальцев В.А., Осипова А.Л., Зарайский С.А., Основы проектирования автоматизированных систем. Учебное пособие по курсовому проектированию. Казань, 2013. – 103с.



Н.В. Глушкова, М.Р. Миннебаев, А.В. Никитин

АНАЛИЗ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ И УГЛА НАПРАВЛЕНИЯ ВЕКТОРА ВЕТРА НА БОРТУ ВЕРТОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ)

Анализ движения вертолета в атмосфере [1] показывает, что его аэродинамические характеристики существенно зависят от величины и направления вектора ветра относительно осей связанной с вертолетом системы координат. При этом влияние вектора ветра на безопасность полета вертолета наиболее заметно при малых воздушных скоростях вертолета, т.е. на стоянке и взлетно-посадочных режимах вертолета [2].

Значительное количество авиационных происшествий одновинтовых вертолетов гражданской авиации типа Ми-8 и его модификаций за период 2000-2009 гг. связано с опрокидыванием вертолета набок, соударением лопастей несущего винта с земной поверхностью и с хвостовой балкой, соударением лопастей рулевого винта с земной поверхностью, а также с непреднамеренным снижением вертолета с малой высоты со смещением или вращением относительно земной поверхности с последующим столкновением с землей – при превышении летных ограничений по скорости и направлению ветра на стоянке, при маневрировании по земной поверхности, на режимах взлета, снижения, висения и посадки.

В частности, на стартовых и взлетно-посадочных режимах одновинтовых вертолетов класса Ми-8 Нормами летной годности вертолетов (НЛГВ) [3] накладываются следующие ограничения [2]:

1) На стоянке боковая составляющая W_z вектора скорости ветра, действующая под углом 90° к продольной оси вертолета, не должна превышать допустимого значения $W_{z\text{ доп}} = 5 \text{ м/с} (18 \text{ км/ч})$, продольная составляющая – $W_{x\text{ доп}} = 8 \text{ м/с} (30 \text{ км/ч})$.

2) В процессе руления и маневрирования по земной поверхности боковая W_z и продольная W_x составляющие вектора скорости ветра также не должны превышать стояночных ограничений $W_z \leq 5 \text{ м/с} (18 \text{ км/ч})$, $W_x \leq 8 \text{ м/с} (30 \text{ км/ч})$.

3) При взлете и посадке вертолета ограничения вида (1) дополняются ограничениями допустимой взлетной массы $m_{\text{доп}}$, зависящими от величины W и направления ψ вектора скорости ветра (или W_x , W_z) и способа взлета (посадки): по-вертолетному (без разбега) и по-самолетному (с разбегом).

Измерение параметров вектора ветра на стоянке, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на режимах взлета, снижения, висения и посадке бортовыми средствами, когда приемники первичной аэрометрической информации находятся в створе вихревой колонны несущего винта, затрудняется значительными аэродинамическими возмущениями, вносимыми индук-



тивным потоком несущего винта, что обуславливает необходимость разработки бортовой системы измерения параметров вектора ветра, построенной на новых принципах, максимально учитывающих специфику аэродинамики и динамики полета вертолета, удовлетворяющих требованиям по точности и надежности работы в реальных условиях эксплуатации.

Для обоснования предпочтительных вариантов построения бортовой системы измерения параметров ветра на борту вертолета проведен анализ научно-технической литературы, в соответствии с которым систематизированы способы, принципы и схемы построения и разработана классификационная схема, приведенная на рис. 1.

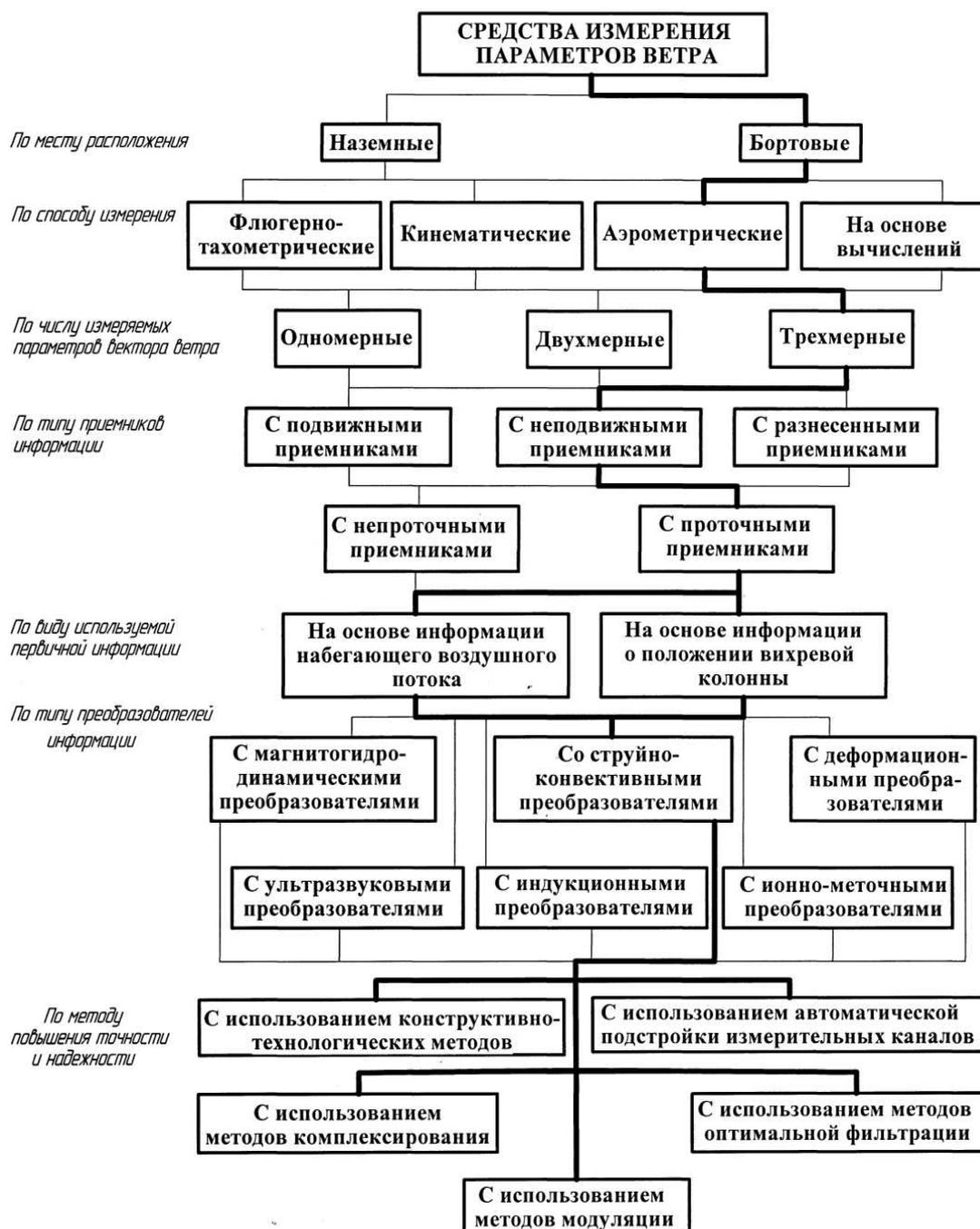


Рисунок 1 – Классификация средств измерения параметров вектора ветра



Проведенный анализ способов и средств измерения параметров вектора ветра свидетельствует о том, что более широкими возможностями по расширению рабочих диапазонов измерения при простоте конструктивной схемы и расширении функциональных возможностей при применении на вертолете обладает аэрометрический (аэродинамический) способ измерения.

Для решения задачи расширения нижней границы рабочих скоростей и повышения точности измерения высотно-скоростных параметров вертолета при малых и околонулевых скоростях полета и на режиме висения В.В. Солдаткин предложил и научно обосновал эффективность использования для целей измерения информацию аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта [4], а для восприятия информации на верхнем экранирующем диске неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника предложено установить дополнительный приемник в виде сферы (рис. 2), на поверхности которого расположены приемные отверстия для восприятия давлений, формируемых вектором скорости результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта.

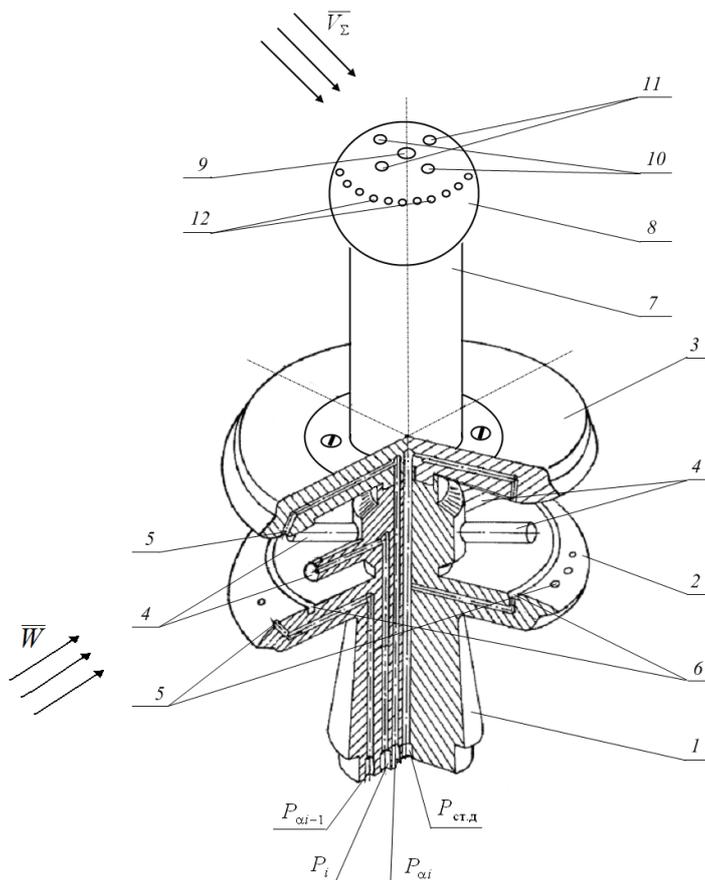


Рисунок 2 – Конструктивная схема неподвижного комбинированного аэрометрического приемника

Неподвижный комбинированный аэрометрический приемник, включает неподвижный многоканальный проточный аэрометрический приемник 1, выполненный в виде двух разнесенных по высоте экранирующих дисков 2 и 3, между внутренними профилированными поверхностями которого в азимутальной плоскости под одинаковыми углами расположены трубки полного дав-



ления 4 для забора давлений P_i , определяющих скорость W и угол направления ψ вектора ветра \bar{W} относительно осей неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника 1 в азимутальной плоскости на стоянке при неработающей силовой установки вертолета.

На передних профилированных поверхностях экранирующих дисков 2 и 3 расположены отверстия 5 для забора давлений $P_{\alpha i}$ и $P_{\alpha i-1}$, определяющих угол ветра α направления вектора скорости ветра \bar{W} в вертикальной плоскости. На внутренних поверхностях экранирующих дисков 2 и 3 расположены кольцевые каналы 6 для забора дросселированного статического давления $P_{СТ.Д}$ набегающего воздушного потока. Для получения информации о параметрах вектора скорости ветра \bar{W} на стоянке при работающей силовой установки и раскрутки несущего винта, на наружной поверхности экранирующего диска 3 на цилиндрическом основании 7 установлен дополнительный аэрометрический приемник 8. На верхней поверхности осесимметричного аэрометрического приемника 8 на оси симметрии расположено отверстие 9, являющееся приемником полного давления $P_{ПЗ}$ результирующего набегающего воздушного потока вихревой колонны несущего винта вертолета. Симметрично, относительно оси симметрии на верхней поверхности осесимметричного аэрометрического приемника 8 в плоскости, параллельной плоскости симметрии вертолета, расположены отверстия 10, являющиеся приемниками для забора давлений P_1 и P_2 , определяющих угловое положение вектора \bar{V}_Σ результирующей скорости набегающего воздушного потока вихревой колонны несущего винта в плоскости, параллельной плоскости симметрии вертолета. Симметрично отверстиям 10 в плоскости, перпендикулярной плоскости симметрии вертолета, на верхней поверхности осесимметричного аэрометрического приемника 8 расположены отверстия 11, являющиеся приемниками для забора давлений P_3 и P_4 , определяющих угловое положение вектора \bar{V}_Σ результирующей скорости набегающего воздушного потока вихревой колонны несущего винта в плоскости, перпендикулярной плоскости симметрии вертолета. Перпендикулярно оси симметрии осесимметричного приемника 8 на его боковой поверхности по окружности расположены отверстия 12, являющиеся приемниками статического давления $P_{СТ\Sigma}$ результирующего набегающего воздушного потока колонны.

Таким образом, проблема повышения уровня безопасности эксплуатации вертолетов различного класса и назначения на стоянке и взлетно-посадочных режимах определяет актуальность задачи измерения величины и угла направления вектора скорости ветра относительно продольной вертолета на стоянке, в том числе при раскрутке несущей системы, на режимах взлета, снижения, висения и посадки с допустимой погрешностью по каналу скорости $\pm 0,8...2$ м/с, по каналам углов направления $\pm 3...5$ угл.град.

Литература

[1] Браверман А.С., Вайнруб А.П. *Динамика вертолета. Предельные режимы полета*. М.: Машиностроение, 1988. 280 с.



[2] Володко А.М. *Безопасность полетов вертолетов*. М.: Транспорт, 1981. 223 с.

[3] *Нормы летной годности гражданских вертолетов*. М.: Изд-во ЦАГИ, 1987. 350 с.

[4] Солдаткин В.В. *Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного аэрометрического приемника и информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта*: Монография. Казань.: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. 248 с.

О.К. Головнин, Е.А. Романова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ДЕЛ ОБ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПРАВОНАРУШЕНИЯХ

(Самарский университет)

Проблема правонарушений и ответственности за них на сегодняшний день является острой проблемой, как в юридической науке, так и в юридической практике. С каждым годом число правонарушений в РФ увеличивается. Так по данным Министерства юстиции РФ ежегодно в нашей стране совершаются более 12 тысяч административных правонарушений [1]. Ежегодный рост числа дорожно-транспортных происшествий приводит к росту сложности и количества рассматриваемых дел, связанных с нарушением правил дорожного движения [2]. Производство по делам об административных правонарушениях является одним из видов административно-юрисдикционного производства. Задачами этого производства являются всестороннее, полное, объективное и своевременное выяснение обстоятельств каждого дела, разрешение его в соответствии с законом, обеспечение исполнения вынесенного постановления, а также выявление причин и условий, способствовавших совершению административных правонарушений [3].

Организации, ведущие производство по делам об административных правонарушениях, при выполнении своих обязанностей сталкиваются с рядом проблем таких, как [4]:

- формирование первичной документации;
- затруднения при отслеживании процессуальных сроков;
- высокая нагрузка на специалистов, связанная с большим объемом дел;
- отсутствие единой базы по делам даже в рамках одной организации;
- принятие решений по делам на основе опыта лица, принимающего решение.

Решение указанных проблем видится в создании автоматизированной системы, позволяющей вести учет дел об административных правонарушениях с целью:

- уменьшения нагрузки на специалистов, занимающихся



административным производством;

- автоматизации учета административных правонарушений;
- сокращения времени формирования отчетности;
- исключения процессуальных нарушений;
- повышения точности принимаемых решений по делам об административных правонарушениях;
- формирования документов для административного производства.

Разработанная автоматизированная система предоставляет возможность ведения базы данных дел по административным правонарушениям, поиска по картотеке и формирования необходимых документов.

В процессе разработки автоматизированной системы построена диаграмма использования, представленная на рисунке 1.

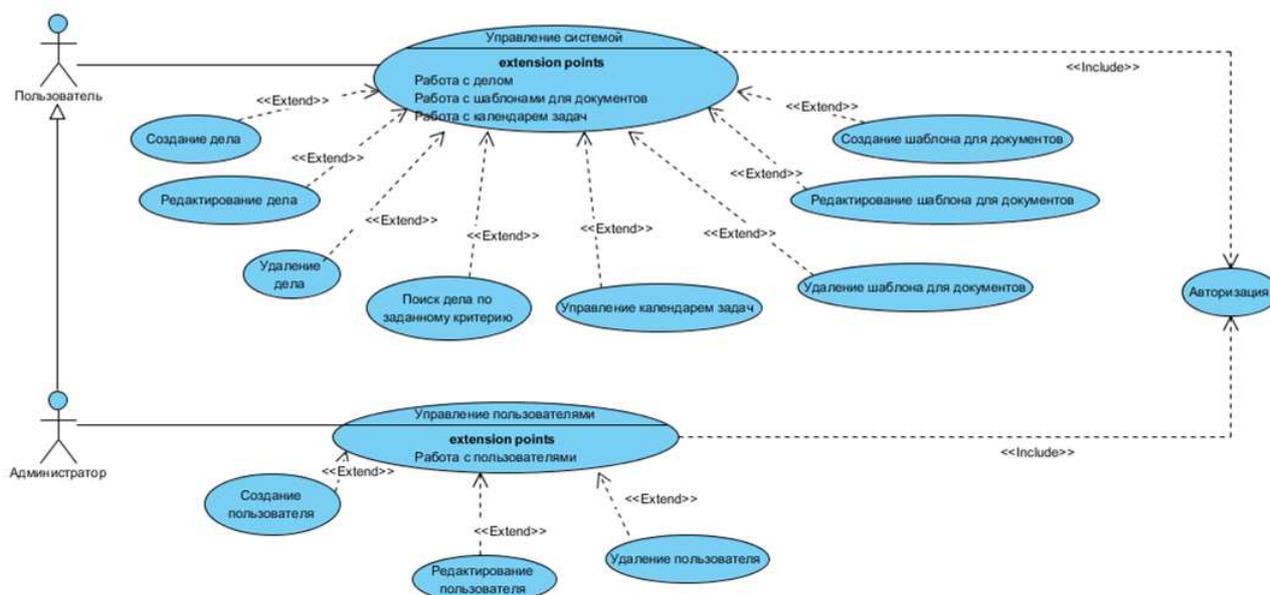


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Основные функции системы:

- анализ сведений об участниках административного дела;
- ведение картотеки административных дел (рис.2);
- формирование формирования календаря задач и контрольных дат по делам об административных правонарушениях (рис. 3);
- формирование документов, необходимых для административного производства, по различным критериям;
- контроль процессуальных сроков по делам об административных правонарушениях.

В разрабатываемой системе существует деление пользователей в зависимости от прав доступа («Администратор», «Пользователь»). Функционал, предоставленный «Пользователю», включает работу с календарем задач, создание, редактирование и удаление административных дел и шаблонов для документов административного производства. «Администратор» имеет права на управление учетными записями пользователей.

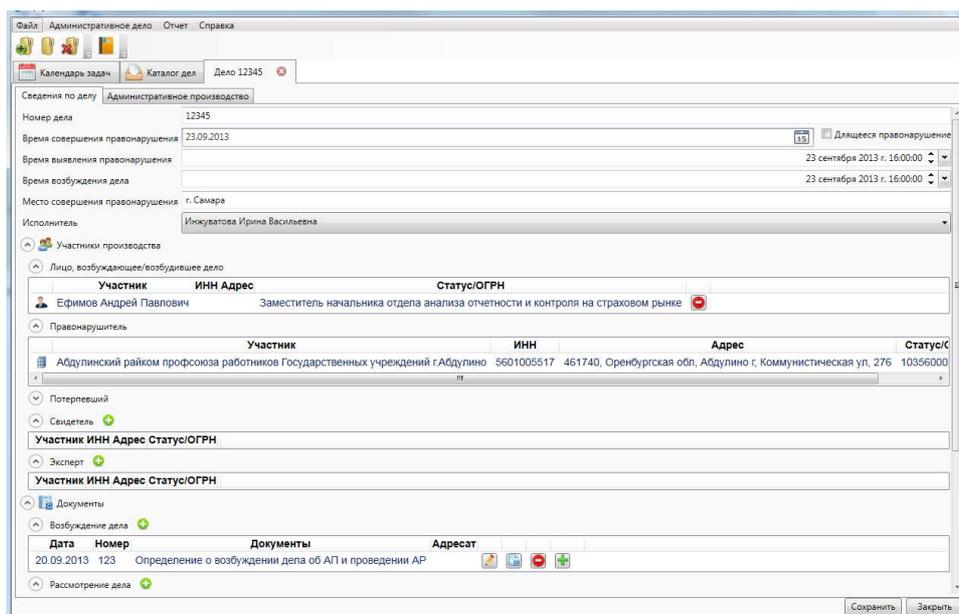


Рис.2. Карточка дела

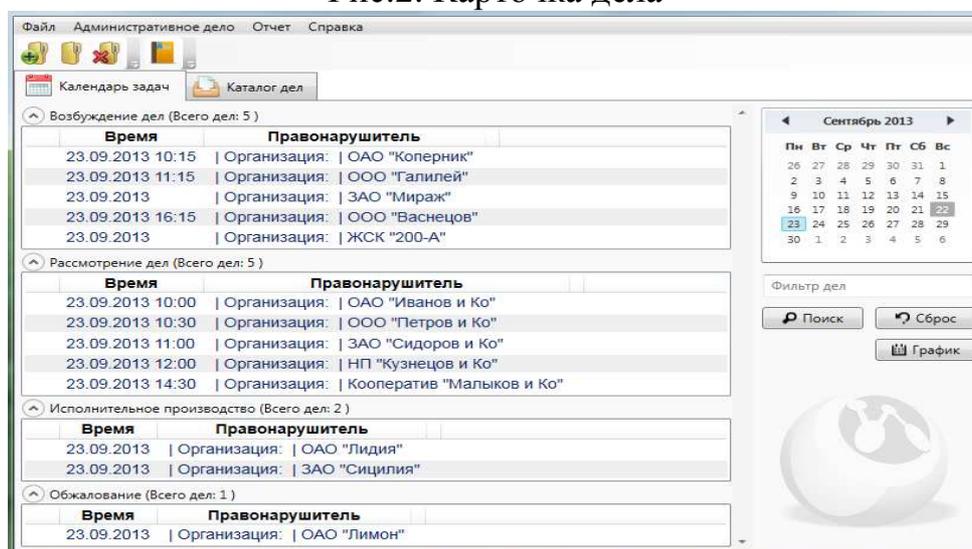


Рис.3. Календарь задач на выбранную дату

Система выполнена в среде разработки VisualStudio 2015 на языке программирования C#. База данных системы реализована в системе управления реляционными базами данных MySQL.

Таким образом, разработана автоматизированная система для учета административных правонарушений, которая позволит повысить эффективность деятельности органов, уполномоченных возбуждать и рассматривать дела об административных правонарушениях. Преимущество системы заключается в повышении эффективности работы органов административного производства за счет сокращения времени подготовки документов и исключения технических ошибок.

Литература

1 Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля[Электронный ресурс] / Минюст России. – URL: <http://minjust.ru/ru/press/news/svedeniya-ob-osushchestvlenii-gosudarstvennogo->



kontrolya-nadzora-i-municipalnogo-6 (дата обращения: 01.02.2017).

2 Михеева, Т.И. Учет ДТП в геоинформационной системе / Т.И. Михеева, О.К. Головнин, С.В. Михеев // Безопасность, дорога, дети: практика, опыт, перспективы и технологии: материалы форума. – Новочеркасск: Лик, 2015. – С. 177-180.

3 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ(ред. от 13.07.2015, с изм. от 14.07.2015)(с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2015).

4 Головнин, О.К. Автоматизированная система интеллектуальной поддержки принятия решений в распределенных средах / О.К. Головнин, Т.И. Михеева, А.В. Сидоров // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2014. – Т. 18, № 5 (66). – С. 131-138.

О.К. Головнин, А.Г. Паульс

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПУТЕЙ

(Самарский университет)

Применение автоматизированных систем с электронной картой позволит ускорить процесс прокладывания транспортных маршрутов, что дает преимущество компаниям, использующим такие системы для построения маршрутов движения коммерческого транспорта, перевозки опасных и биологических грузов. Улично-дорожная сеть населённых пунктов создает транспортные пути, градостроительный характер которых определяет композицию населённого пункта, являясь первоочередным фактором урбанизации [5,6]. Маршрутизация на сложных транспортных сетях современных городов является нетривиальной задачей, что определяет актуальность темы.

Выполняется разработка системы исследования транспортных путей, позволяющей сравнить эффективность различных алгоритмов построения маршрутов движения транспортных средств. При построении маршрута учитываются следующие параметры [2]: дислокация дорожных знаков, ограничения высоты, ширина полос движения и их количество, наличие линий дорожной разметки и направления движения по полосам, опасные участки дороги. Дислокация дорожных знаков в системе определяет ограничение скорости, приоритет движения, запрет остановки, правила парковки и обгона. Ширина полосы определяет допустимый вид транспорта, а количество полос – пропускную способность участка улично-дорожной сети. Опасные участки дороги связаны с повышенным риском вовлечения в дорожно-транспортные происшествия.

Модель транспортной сети в разрабатываемой системе представлена графом $G(V, E)$, где V – множество вершин (дорожные развязки и места смены направления движения), E – множество ребер (направления движения транспортных средств по участкам улично-дорожной сети) [1]. Маршруты строятся на



графе и представляют собой связанную последовательность ребер e и узлов v . Веса ребер соответствуют протяженности участка улично-дорожной сети, времени его преодоления указанным видом транспортного средства, материальным затратам на его прохождение. В графе допустимо ввести параметр, указывающий на то, что одни ребра приоритетнее других [5].

Исследование транспортного пути производится при помощи алгоритма поиска A^* – в информатике и математике, алгоритм поиска по первому наилучшему совпадению на графе, который находит маршрут с наименьшей стоимостью от одной вершины (начальной) к другой (целевой, конечной) [3]. Используемый алгоритм развивает идею алгоритма Дейкстры для ускорения поиска пути между двумя заданными вершинами графа. В алгоритме реализуется очередь с приоритетом из вершин, в которые можно попасть из уже рассмотренных вершин. При поиске предпочтение отдаётся направлению движения, обеспечивающему наилучшую оценку расстояния, что и позволяет ускорить нахождение пути. Если между заданными вершинами в графе существует хотя бы один путь, то алгоритм A^* всегда находит путь, так как является обобщением алгоритма поиска в ширину [4]. Алгоритм состоит из двух этапов: этапа предобработки и этапа запроса. На первом этапе происходит анализ представленного графа, а на этапе запроса осуществляется поиск оптимального пути по заданным начальной и конечной точке следования.

Для разработки системы выбраны следующие средства: *Visual Studio 2015*, система управления базами данных *PostgreSQL*, геоинформационная система *ITSGIS*, средство объектно-реляционного отображения *NHibernate* и система контроля версий исходного кода *Subversion*. Выбор *PostgreSQL* обусловлен наличием геопространственного расширения *PostGIS*. *ITSGIS* располагает единой цифровой картографической основой, на которой представлены основные слои городской и транспортной инфраструктуры. Информация о маршрутах движения представляется на тематических слоях, за работу с которыми отвечает разработанная система.

Разработана диаграмма вариантов использования, приведённая на рис. 1. В зависимости от прав доступа пользователя системы («Пользователь», «Администратор») изменяется доступный функционал. «Пользователь» может ознакомиться с уже готовой системой и взаимодействовать с ней, «Администратор» помимо вышеупомянутого функционала, имеет возможность создавать и редактировать различные карты, обладает правами на управление учетными записями других пользователей, а также возможность задавать параметры автодороги.

На рис. 2 приведен интерфейс системы с найденным маршрутом, построенным по ребрам графа улично-дорожной сети.

В систему планируется внести основные алгоритмы поиска кратчайшего пути между двумя вершинами графа и различные алгоритмы решения задач коммивояжера для нахождения оптимального маршрута обхода нескольких вершин. Выбранные оптимальные для каждого конкретного типа задач алгоритмы будут рекомендоваться пользователю системы при выполнении им тех или иных действий.

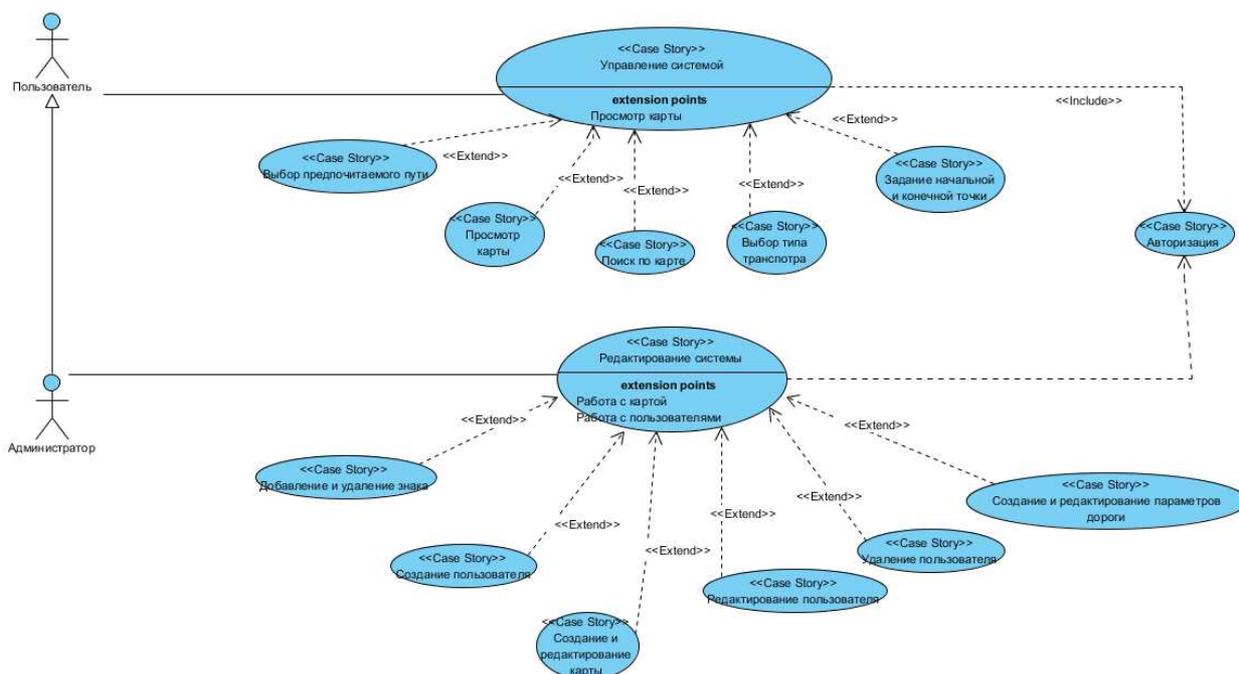


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

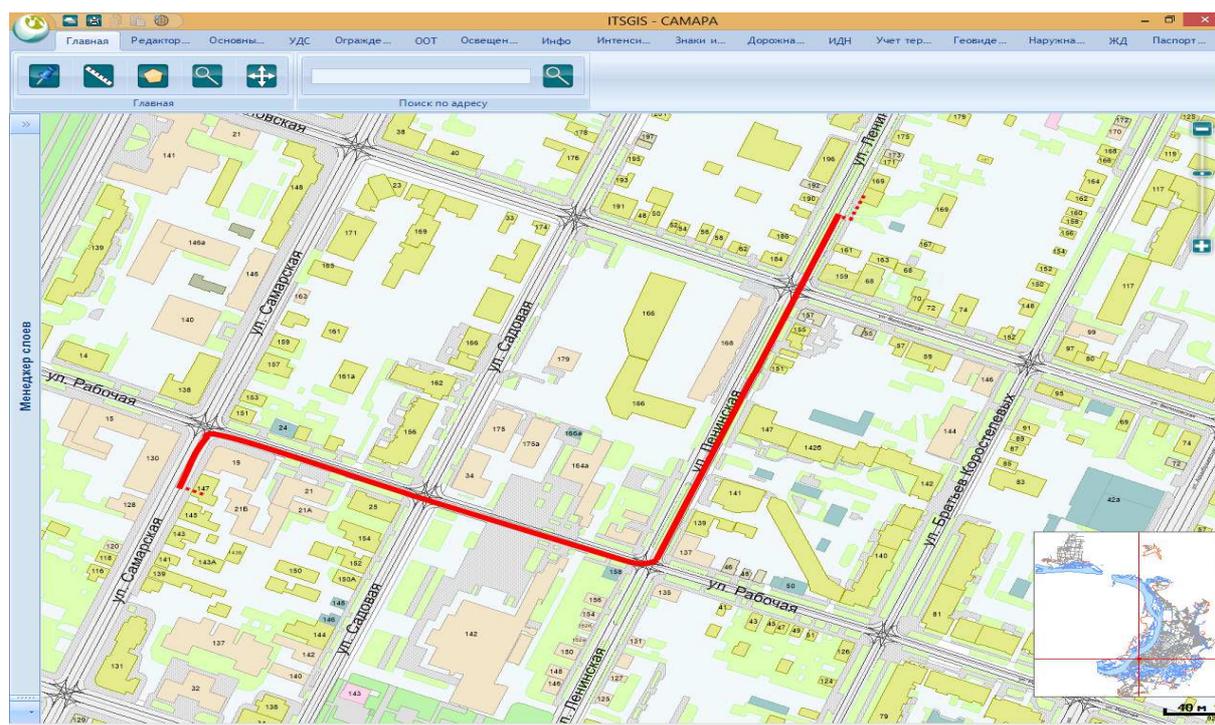


Рис. 2. Построенный в системе маршрут

Литература

1. Головнин, О.К. Технология построения графа улично-дорожной сети в геоинформационной системе / О.К. Головнин, С.В. Михеев, А.Д. Щербаков // Перспективные информационные технологии : труды Междунар. научно-технич. конф. – Самара : СНЦ РАН, 2013. – С. 227–230.
2. Михеева, Т.И. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Са-



марского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1058–1062.

3. Нильсон, Н. Искусственный интеллект: методы поиска решений / Н. Нильсон. – М.: Мир, 1973. – 273 с.

4. Рассел, Дж. Искусственный интеллект: современный подход / Дж. Рассел, П. Норвиг. – М.: Вильямс, 2007. – 1410 с.

5. Abraham, I. Highway dimension, shortest paths, and provably efficient algorithms / Abraham I. et al. // Proceedings of the twenty-first annual ACM-SIAM symposium on Discrete Algorithms. – Society for Industrial and Applied Mathematics, 2010. – P. 782-793.

6. Kotas, P. Dopravní systémy a stavby / Kotas P. – Praha : Nakladatelství ČVUT, 2007. – 353 p.

О.К. Головнин, Н.Н. Кутовой

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ ГЕОВИДЕОМАРШРУТОВ

(Самарский университет)

В настоящее время автоматизированные системы построения маршрутов и навигации охватывают различные сферы деятельности. Среди них туризм является одним из наиболее актуальных и динамично развивающихся направлений. За последние десять лет туризм стал практически полностью автоматизированным. Большинство интернет-порталов позволяют спланировать все этапы туристической поездки заранее: от оформления документов или планирования объектов посещения по маршруту, до выбора пунктов питания, достопримечательностей и других услуг [1,4,5]. Основным преимуществом автоматизированных туристических геоинформационных систем является сбор, хранение, анализ и графическая визуализация пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах [2,3]. Сейчас существует множество систем-аналогов подобных систем (AroundMe, Walking Moscow, Yelp). Главным недостатком каждой из систем является их узкая направленность под определенную категорию объектов на карте.

В рамках данного проекта рассматривалась автоматизация в сфере туризма. Разрабатываемая система предоставляет функции по построению маршрута в виде виртуального тура и визуализации на карте для пользователя, поиску интересных маршрутов, просмотру фотографий и видеофрагментов, содержащих важную информацию об объектах. При создании системы обеспечивается простое взаимодействие пользователя с необходимой информацией, удобство использования и помощь в выборе маршрутов на определенной местности.

Для разработки системы выбраны следующие средства: Visual Studio 2015, система управления базами данных SQLite, средство объектно-



реляционного отображения NHibernate и система контроля версий исходного кода Mercurial.

Проект является специализированным и соответствует требуемым условиям, необходимым для данной информационной системы. Система обладает только основной функциональностью, соответствующей своей сфере деятельности.

Главной особенностью разрабатываемой информационной системы является экономия времени туристов при выборе необходимого маршрута благодаря возможности просмотра важной информации, панорамных фотографий и видеофрагментов об основных объектах на карте. На диаграмме вариантов использования, приведённой на рисунке 1, видно, что в зависимости от прав доступа изменяются возможности при работе с функционалом системы.

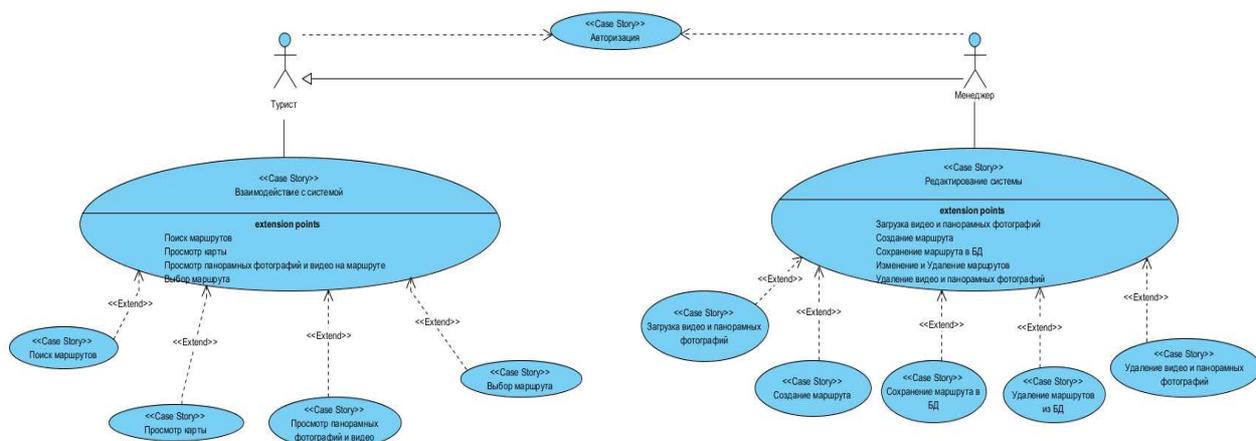


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

В режиме «Менеджера» доступна возможность редактировать файлы системы, загружать видео и панорамы, с помощью которых формируется определенный маршрут, затем происходит сохранение построенного маршрута в базе данных и его последующая визуализация. «Туристу» остается только сделать выбор между различными маршрутами, имеющимися в системе. Для этого предусмотрен фильтр поиска и выбора виртуального тура. В зависимости от различных требований можно выбирать маршрут с учетом расстояния, определенного количества объектов или по заданию минимального времени для прогулки. «Турист» вводит необходимые данные и получает соответствующий результат на карте, где можно просмотреть панорамные фотографии и видео на маршрутах, а затем сделать выбор на основе предоставленных данных.

Разрабатываемая система реализует следующие основные функции:

- предоставление маршрутов на основе запрашиваемых данных;
- визуализация маршрутов на карте;
- просмотр текстовой информации об основных объектах на маршрутах;
- просмотр панорамных фотографий и видеофрагментов на маршрутах.

Литература

1. Автоматические технологии туризма [Электронный ресурс]. – URL: <https://att.by>.



2. Понятие «Туристский продукт». Структура и специфика [Электронный ресурс]. – URL: www.gainmanager.ru/tons-388-3.html.
3. Ципилева, Т.А. Геоинформационные системы / Т.А. Ципилева. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. – 162 с.
4. Информационное обеспечение туризма / Н.С. Морозова, М.А. Морозов, А.Д. Чудновский, М.А. Жукова, Л.А. Родигин. – М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. – 286 с.
5. Архитектура геоинформационной справочной системы объектов городской инфраструктуры [Электронный ресурс] / С.В. Михеев, А.В. Сидоров, О.К. Головин, Д.А. Михайлов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – URL : www.science-education.ru/109-9608.

В.В. Графкин, А.В. Графкин

ПРОГРАММИРОВАНИЕ МОРАЛИ ПО ПРАВИЛАМ

(Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Самара, Россия, ООО «НИЦ «ФОРС», Самара, Россия)

В 1967 году английский философ Филиппа Футсформулировала мысленный эксперимент в этике – «проблему вагонетки», играющую большую роль в нейроэтике. Формулировка проблемы следующая [1, 2]. Тяжёлая неуправляемая вагонетка несётся по рельсам. На пути её следования находятся пять человек, привязанные к рельсам сумасшедшим философом. Вы можете переключить стрелку и тогда вагонетка поедет по другому, запасному пути. К несчастью, на запасном пути находится один человек, также привязанный к рельсам. Каковы ваши действия?

Переключение стрелки является не единственным допустимым действием, другая возможность – ничего не делать. Большинство респондентов склонялось к тому, что лучшим действием является переключение стрелки.

Позже, в 1976 году, похожая проблема была предложена философом Джудит Томсон. Как и прежде, вагонетка несётся по рельсам, к которым привязаны пять человек. Вы находитесь на мосту над рельсами. Рядом с вами находится человек с большой массой тела, и единственная возможность остановить вагонетку — столкнуть его с моста на пути. Каковы ваши действия?

Для значительной части людей активное участие в этой ситуации выглядит неприемлемым. Большая часть тех, кто переключил бы стрелку в первой ситуации, не стали бы толкать человека под вагонетку. Эта явилось предпосылкой для более глубокого исследования указанных ситуаций.

Различие состоит в том, что в первом случае наблюдатель не взаимодействует непосредственно с человеком: смерть человека на запасном пути является побочным эффектом переключения стрелки. Тем не менее, во втором случае



применение прямого физического воздействия по отношению к крупному человеку является неотъемлемой частью плана по спасению пятерых.

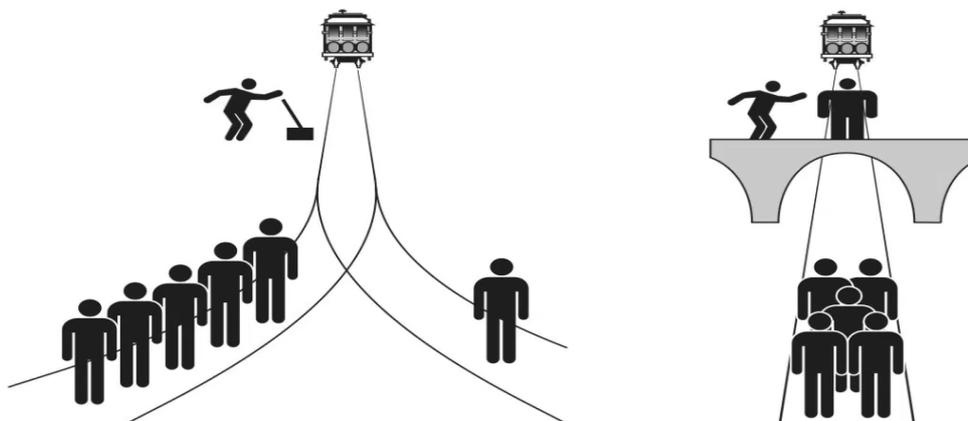


Рис. 1. Переключение стрелки или преграда крупным человеком

Дальнейшее развитие этого примера включает в себя ситуацию, когда крупный человек оказывается тем, кто и привязал пятерых к рельсам. В этом случае для большинства респондентов выталкивание крупного человека на рельсы выглядит приемлемым с моральной точки зрения.

Отмеченные проблемы тесно связаны с актуальной задачей определения алгоритмов действий в ситуациях, возникающих на дорогах общего пользования, где планируется разрешить движение беспилотных автомобилей.

Какие действия должен совершить беспилотный автомобиль в той или иной ситуации? Например, если на дороге внезапно появился пешеход или несколько пешеходов (рисунок 2). Имеет ли значение социальный статус?

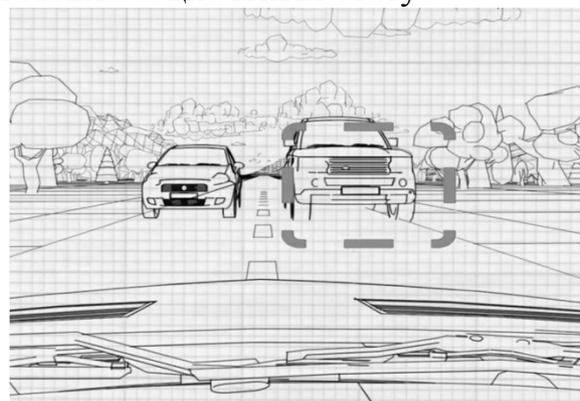


Рис. 2. Внезапное появление пешеходов или встречного автомобиля

Какие действия предпринять, если на полосу движения автомобиля в непосредственной близости выезжает встречный автомобиль? Или если автомобиль, представляющий потенциальную опасность, больших габаритов, чем беспилотный, а на встречной полосе – автомобиль меньших габаритов (рисунок 2). Должен ли в данном случае беспилотный автомобиль уменьшить риск потенциальной гибели своих пассажиров – выезжать на встречную полосу и подвергнуть риску пассажиров меньшего авто? Как будет правильно?

Понятие «правильно» означает согласно правилам. Таким образом, действовать необходимо согласно правилам. В частности, указанные до-



рожные ситуации предполагают выполнение действий, регламентированных правилами дорожного движения (ПДД). Разработаны правила людьми, людям присуща мораль, аморальность ПДД не установлена. Более того, соблюдение правил обязательно с точки зрения закона, нарушение которого влечет вполне определенные последствия.

Литература

- [1] *Проблема вагонетки* (2016), URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Проблема_вагонетки (дата обращения 21 января 2017).
- [2] Friesdorf, R., Conway, P., & Gawronski, B. *Gender differences in responses to moral dilemmas*, *Personality and Social Psychology Bulletin*, 41, 2015, pp. 696-713.

В.В. Днепров

АНАЛИЗ ДИСКРИМИНАТОРА УГЛОВ В ОДНОЭТАПНОМ АЛГОРИТМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА ПО СИГНАЛАМ СРНС

(Национальный исследовательский университет Московский энергетический институт, инженер, аспирант)

Спутниковые радионавигационные системы (СРНС) решают не только свою основную задачу – определение координат и времени потребителя, но и оказываются полезны в ряде других приложений. Так известно [1], что с помощью СРНС можно определять угловую ориентацию объекта, будь то автомобиль, самолетили часть объекта (сеялка, плуг и т.п.). Для решения задачи применяют относительные измерения фаз сигналов, принимаемых несколькими разнесенными антеннами. Определение ориентации традиционно выполняется в два этапа [1, 2]. На первом этапе измеряются разности фаз, разрешается фазовая неоднозначность. На втором этапе производится расчет параметров, характеризующих ориентацию антенн относительно опорной системы координат. По аналогии с решением задачи позиционирования, можно попробовать применить одноэтапный подход к определению ориентации [1]. Одноэтапная обработка позволяет повысить точность и помехоустойчивость аппаратуры по сравнению с аппаратурой с двухэтапной обработкой [1].

В данной работе анализируются характеристики дискриминатора углов одноэтапного алгоритма [3], непосредственно формирующего оценки углов ориентации по сигналам разнесенных в пространстве антенн.

Под углами ориентации объекта будем понимать углы Эйлера: угол крена r (roll), угол тангажа p (pitch), угол рыскания y (yaw). Объединим их в вектор $\alpha = |r \quad p \quad y|^T$. Эти углы характеризуют взаимную ориентацию связанной с



объектом системы координат (ССК или RPY) и некоторой опорной системы координат (ОСК), например, локальной север-восток-низ (NED).

Из-за пространственного разнесения антенн, радионавигационные сигналы в приемных точках $m = \overline{2, M}$ имеют фазовый сдвиг относительно первой приемной антенны равный

$$\psi_{m,n}(\mathbf{a}) = \frac{2\pi}{\lambda} \mathbf{k}_n^T \mathbf{U}_{ССК}^{ОСК}(\mathbf{a}) \mathbf{I}_m^{ССК} = \frac{2\pi}{\lambda} \mathbf{k}_n^T \mathbf{I}_m^{ОСК}(\mathbf{a}),$$

где λ – длина волны навигационного радиосигнала; \mathbf{k}_n^T – орт линии визирования на n -ый космический аппарат (КА) $n = \overline{1, N}$; $\mathbf{U}_{ССК}^{ОСК}(\mathbf{a})$ – матрица преобразования координат из ССК в ОСК; $\mathbf{I}_m^{ССК}$ – радиус-вектор, задающий ориентацию m -ой антенны в ССК.

В работе [3] проведен синтез углового дискриминатора, обрабатывающего сигналы от трех антенн. Обобщение результата на произвольное число приемных точек и видимых КА приводит к следующему результату. Одноэтапный алгоритм определения угловой ориентации использует три угловых дискриминатора – крена, тангажа, рыскания. При этом каждый из них является суммой частных дискриминаторов соответствующих углов по каждой базе и каждому спутнику.

$$\begin{aligned} u_r &= \sum_{m=2}^M \sum_{n=1}^N u_{r,m,n} = \sum_{m=2}^M \sum_{n=1}^N \frac{2\pi}{\lambda} \mathbf{k}_n^T \mathbf{L}_{r,m}(\tilde{\mathbf{a}}) u_{\psi,m,n}, \\ u_p &= \sum_{m=2}^M \sum_{n=1}^N u_{p,m,n} = \sum_{m=2}^M \sum_{n=1}^N \frac{2\pi}{\lambda} \mathbf{k}_n^T \mathbf{L}_{p,m}(\tilde{\mathbf{a}}) u_{\psi,m,n}, \\ u_y &= \sum_{m=2}^M \sum_{n=1}^N u_{y,m,n} = \sum_{m=2}^M \sum_{n=1}^N \frac{2\pi}{\lambda} \mathbf{k}_n^T \mathbf{L}_{y,m}(\tilde{\mathbf{a}}) u_{\psi,m,n}, \end{aligned}$$

где $u_{\psi,m,n}$ – дискриминатор разности фаз (ДРФ), синтез и анализ которого при-

веден, например, в [4]; $\mathbf{L}_{r(p,y),m}(\tilde{\mathbf{a}}) = \frac{\partial}{\partial r(p,y)} \mathbf{U}_{ОСК}^{ССК}(\tilde{\mathbf{a}}) \mathbf{I}_m^{ССК}$ – соответствующий каждому углу множитель, рассчитанный в точке экстраполированных значений углов $\tilde{\mathbf{a}}$.

При анализе помехоустойчивости и реализации следящих систем в аппаратуре определения угловой ориентации требуется знать такие характеристики дискриминаторов, как апертуру дискриминационной характеристики (ДХ), и ее крутизну [5].

Общая дискриминационная характеристика для дискриминатора угла крена, тангажа или рыскания является суммой дискриминационных характеристик частных дискриминаторов. Например, ДХ частных дискриминаторов угла крена (roll) определяется выражением:



$$U_{r,m,n}(r; \tilde{\alpha}) = \frac{2\pi}{\lambda} \mathbf{k}_n^T \mathbf{L}_{r,m}(\tilde{\alpha}) E[u_{\psi,m,n}] = \\ = \frac{2\pi}{\lambda} \mathbf{k}_n^T \mathbf{L}_{r,m}(\tilde{\alpha}) S_{\psi} \sin(\psi_{m,n}(r, \tilde{p}, \tilde{y}) - \psi_{m,n}(\tilde{\alpha})),$$

где $S_{\psi} = \left(\frac{AL}{2}\right)^2$ – крутизна ДХ ДРФ;

Аналогично определяются ДХ для дискриминаторов оставшихся углов. Крутизна дискриминационной характеристики определяется как сумма отдельных крутизн ДХ частных дискриминаторов для m -ой приемной антенны и n -го спутника. Крутизну дискриминационной характеристики можно представить в виде:

$$S_r = \sum_{m=2}^M \sum_{n=1}^N S_{r,m,n} = \sum_{m=2}^M \sum_{n=1}^N \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 S_{\psi} \left(\mathbf{k}_n^T \mathbf{L}_{r,m}(\tilde{\alpha})\right)^2.$$

Аналогично записываются выражения для крутизны ДХ дискриминатора тангажа и рыскания.

С возрастанием крутизны частного дискриминатора уменьшается дисперсия его эквивалентных наблюдений.

$$D_{\alpha,m,n} = \frac{S_{\psi}}{S_{\alpha}} \frac{1}{q_{c/n0} T} \left(1 + \frac{1}{2q_{c/n0} T}\right)$$

Результаты моделирования

На первом этапе для простоты и наглядности рассмотрим «плоскую» задачу, когда одна базовая линия вращается в плоскости NOD (изменяется только угол тангажа), и в той же плоскости лежит линия визирования единственного спутника. Расстояние между антеннами 1.5 м., длина волны $\lambda \approx 19$ см. В таком случае, характеристики дискриминатора определяются углом между радиус-вектором базовой линии и линией визирования на спутник. На рисунке 1 представлены ДХ и прямые вида $y = S_D(p - \tilde{p})$ для нескольких значений этого угла. Отметим, что различное взаимное расположение базовой линии и НС приводит к разной апертуре и крутизне ДХ. Так, когда базовая линия и линия визирования НС практически коллинеарны, крутизна ДХ стремится к нулю – малое изменение ориентации практически не находит отклика в изменении разности фаз. Следовательно, вклад такого частного дискриминатора в общую сумму будет наименьшим, а шумы его эквивалентных наблюдений – максимальны.

Полный дискриминатор угла ориентации является суммой отдельных частных дискриминаторов. В типичных практических приложениях можно ожидать сложения нескольких десятков частных дискриминаторов, при этом основной вклад будут вносить дискриминаторы с большей крутизной.

На рисунке 2 представлены нормированные на крутизну ДХ полного дискриминатора угла тангажа для 10000 всевозможных случайных ориентаций антенной системы из 3 антенн. Более темный цвет отражает большую плотность



реализаций. Антенны расположены в вершинах правильного треугольника с длиной ребра 1 м. Принимаются сигналы 8 видимых НС. По результатам моделирования отмечена обратная зависимость между крутизной и шириной апертуры. Рассчитана гистограмма ширины апертуры ДХ. Минимальное значение ширины апертуры в выборке составляет 13 градусов, максимальное – 90 градусов. В интервале от 13 до 32 градусов содержится 95% реализаций, что соответствует прогнозам, полученным выше при анализе характеристик частных дискриминаторов. При увеличении длины базы до двух метров характер зависимостей сохраняется, 95%-й реализаций ширины апертуры находится в интервале от 7 до 16 градусов.

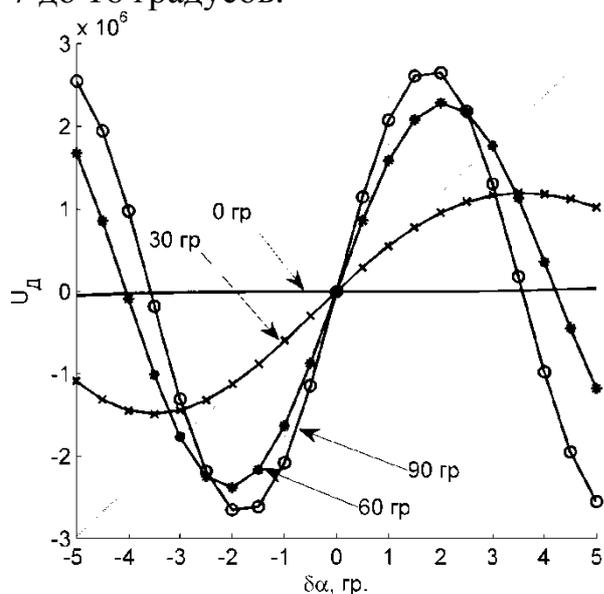


Рисунок 1

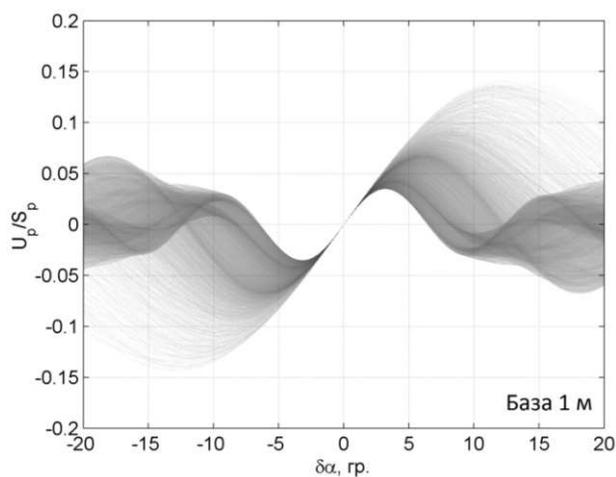


Рисунок 2

Литература

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под. ред. Перова А.И., Харисова В.Н. — изд. 4-е, перераб. и доп.. — М.: Радиотехника, 2010. — 800 с.
2. Фатеев Ю.Л. Определение пространственной ориентации объектов по сигналам радионавигационных систем ГЛОНАСС/GPS. Электронный журнал "Исследовано в России", 2004 г, 72, стр. 792-801, <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/071.pdf>.
3. Перов А. И. Одноэтапный когерентно-некогерентный алгоритм определения угловой ориентации объекта по сигналам спутниковой радионавигационной системы // Радиотехника. 2014. № 9. С. 97-105.
4. Корогодин, И. В., Перов, А. И. Синтез и анализ дискриминаторов разностей фаз сигналов, принимаемых на множестве пространственно разнесенных точек // Радиотехника. 2010. № 7. С. 84-92.
5. Перов А. И., Замолодчиков В. Н., Чиликин В. М. Радиоавтоматика — М.: Радиотехника, 2014. — 320 с.



Б.А. Есипов, О.В. Москвичёв, Н.С. Складнев, А.О. Алёшинцев

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ С ПРОЕКЦИЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

(Самарский национальный исследовательский университет имени
С.П.Королева, Самарский государственный университет путей сообщения)

Основной идеей для повышения эффективности транспортных сетей является создание многоуровневой инфраструктуры с центрами обслуживания на каждом уровне. Так, например, для решения общей задачи выбора оптимальной двухуровневой сети транспортных объектов, реализующих технологию контейнерных поездов, предлагается на первом уровне все производства с контейнеропригодной продукцией привязать к ж/д контейнерным пунктам (КП), а на втором уровне создать контейнерные накопительно-распределительные центры (КНРЦ), к которым будут привязаны подмножества КП. В нашей работе предлагается для целей оптимального выбора мест расположения КП и КНРЦ применить универсальную методологию разбиения множества объектов с заданными свойствами на подмножества при заданных критериях разбиения и получения «центров» этих подмножеств, обладающих оптимальными свойствами. В качестве такой универсальной процедуры предлагается использовать математические методы кластеризации объектов, известные как *кластерный анализ* [1,2].

Действительно, геометрическая близость объектов от центра гарантирует минимизацию расстояний при перевозке, а учет «веса» каждого объекта, выражающего объем перерабатываемой объектом продукции оптимизирует общие затраты перевозок в тонно-километрах. Большое достоинство кластерного анализа и в том, что он позволяет производить разбиение объектов не по одному параметру, а по целому набору признаков. Анализ литературы по кластерному анализу и опыт использования стандартных программных средств кластерного анализа позволяет утверждать, что принципиально возможно решать поставленные задачи для практических задач большой размерности (для федеральных округов и всей страны в целом).

При подходе к решению практических задач оптимизации местоположения объектов КТС возникают новые научные задачи, развивающие сами методы кластерного анализа. Так, например, при применении алгоритмов кластеризации по известному методу *k-means* считается, что оптимальный «центр» может находиться в любой точке пространства параметров, определяющих объекты. Если параметры – это геометрические координаты центров производства, то «центр» лежит в любой точке плоскости. На практике следует рассмотреть случай, когда «центр» обязательно должен находиться в одной из заданных точек (например ж.д. линии или станции). Т.о. при решении задачи определения мест КП и КНРЦ приходится решать задачу кластеризации «с проекцией на функ-



цию», когда «центр» обязательно должен находиться на ж.д. магистрали или «с проекцией на точки».

В работе предлагается новый метод кластеризации с проекцией на множество точек «k-means pro» и исследуется возможность его применения в практических задачах проектирования транспортной инфраструктуры.

Входными данными является множество объектов кластеризации $X = \{x_1, \dots, x_n\}$, их веса $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ и допустимое множество проекций $Y = \{y_1, \dots, y_p\}$. Каждый j -й объект и каждая допустимая точка-проекция задан в G -мерном пространстве R^G , т.е. $x_j = (x_{j1}, \dots, x_{jG})$ и $y_r = (y_{r1}, \dots, y_{rG})$.

Единственным управляющим параметром является число кластеров k , на которые производится разбиение $S = \{S_1, \dots, S_k\}$ множества X . В результате, получается несмещенное разбиение $S^* = \{S_1^*, \dots, S_k^*\}$, центры которого являются оптимальным множеством проекций $C^* \subseteq Y$.

Введем обозначения: n – количество объектов кластеризации, p – количество точек допустимого множества проекций, i, i' – номер кластера, j – номер объекта, r – номер точки множества проекций, l – номер координаты точки, m – текущая итерация, G – размерность пространства, в котором выполняется кластеризация.

Расстояние между точками в G -мерном пространстве определяется по евклидовой метрике, где t_1 и t_2 – две любые точки пространства R^G

$$d(t_1, t_2) = \sqrt{\sum_{l=1}^G (t_{1l} - t_{2l})^2}$$

1. Выберем начальное разбиение $S^0 = \{S_1^0, \dots, S_k^0\}$

$$S_i^0 = \{x_{i1}^0, \dots, x_{in}^0\}, \bigcup_{i=1}^k S_i^0 = X, S_i^0 \cap S_{i'}^0 = \emptyset, i \neq i'.$$

2. Пусть построено m -е разбиение $S^m = \{S_1^m, \dots, S_k^m\}$.

Вычислим набор векторов средних $E^m = \{e_1^m, \dots, e_k^m\}$ т.е. $e_i^m = (e_{i1}^m, \dots, e_{iG}^m)$, где

$$e_{il}^m = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} v_j x_{jl}}{\sum_{j=1}^n v_j} \quad n_i - \text{количество точек } i\text{-го кластера}$$

3. Определим множество проекций средних для текущего разбиения

$$C^m = \{y \in Y : \forall i, d^*(y, e_i^m) = \min_{1 \leq r \leq p} d(y, e_i^m)\}$$

4. Построим минимальное дистанционное разбиение, порожаемое множеством C^m и возьмем его в качестве $S^{m+1} = (S_1^{m+1}, \dots, S_k^{m+1})$, т.е.

для 1-ого

$$S_1^{m+1} = \left\{ x \in X : d(x, c_1^m) = \min_{1 \leq i' \leq k} d(x, c_{i'}^m) \right\}$$



и далее
$$S_i^{m+1} = \left\{ x \in X \setminus \bigcup_{i=1}^{i-1} S_i^{m+1} : d(x, c_i^m) = \min_{1 \leq i' \leq k} d(x, c_{i'}^m) \right\}, 2 \leq i \leq k,$$

5. Если $S^{m+1} \neq S^m$, то переходим к п.2, заменив m на $m+1$, если $S^{m+1} = S^m$, то полагаем $S^m = S^*$, $C^m = C^*$ и заканчиваем работу алгоритма.

Разработана программа, реализующая вышеприведенный алгоритм с возможностью визуализации получаемых кластеров и вычисления разнообразных параметров. Для сравнения взят классический алгоритм k-means Мак-Куина из программного пакета WEKA [3,4]. Сравнение производилось на тестовых выборках точек, распределенных равномерно на плоскости. На рис.1 показаны кластеры, полученные классическим k-means, а на рис.2 алгоритмом k-means pro. В данном примере ж/д магистраль представлена в виде «синусоиды». (+ отмечены центры кластеров, о – станции ж/д).

Разработанный алгоритм применен для решения задачи оптимального выбора мест расположения КП для заданных 900 производств и 137 ж/д станций Приволжского федерального округа (ПФО). Производства определялись географическими координатами и объемом контейнеропригодной продукции. Множество ж/д станций задано на сети 7 железных дорог, расположенных на территории ПФО. Результат при $k = 20$ представлен на рис.5

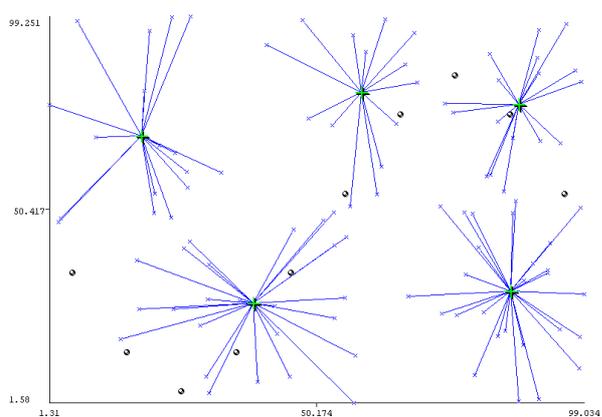


Рис. 1

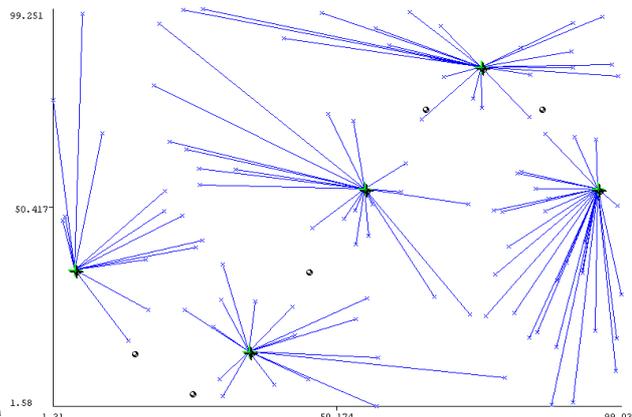


Рис. 2

Представляет интерес соотношение показателей качества кластеризации для обычного алгоритма и алгоритма «кластеризации с проекцией». В первом случае центры кластеров определяются исключительно из свойств расположения объектов (точек) и критерия оптимальности кластеризации D . Такую кластеризацию можно назвать свободной.

В нашем случае центры кластеров обязательно должны находиться на ж-д линии и это является ограничением для самого процесса кластеризации. Алгоритм каждый раз проецирует центры кластеров на ж-д линию. В результате получаем вариант кластеризации с проекцией и, очевидно, с другим значением критерия D_{np} .

Для классического алгоритма k – means



$$D = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} d(x_{ij}, e_i), \quad d(x_{ij}, e_i) = \sqrt{(x_{ij1} - e_{i1})^2 + (x_{ij2} - e_{i2})^2}$$

Для k-means pro

$$D_{np} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} d(x_{ij}, c_i^*), \quad d(x_{ij}, c_i^*) = \sqrt{(x_{ij1} - c_{i1}^*)^2 + (x_{ij2} - c_{i2}^*)^2}$$

На рис. 3 изображены зависимости D и D_{np} от k для примера выше, а на рис.4 для ПФО.

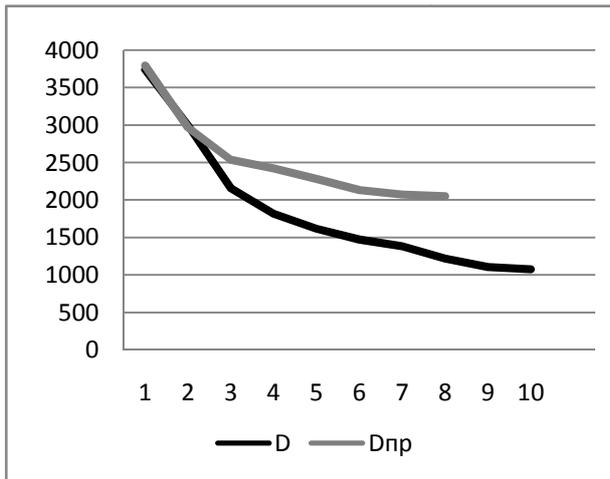


Рис. 3

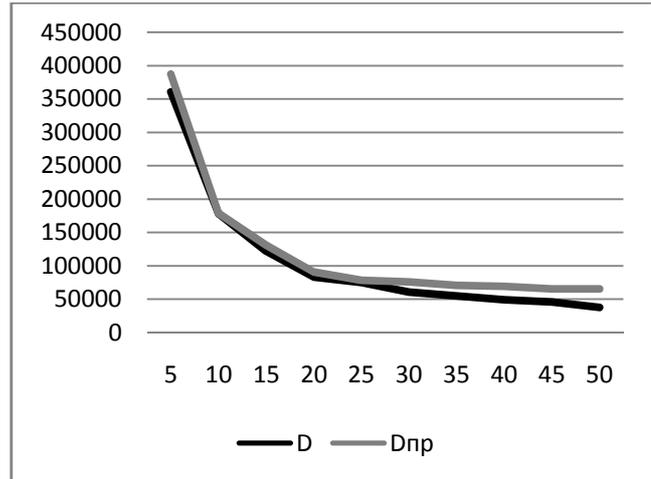


Рис. 4

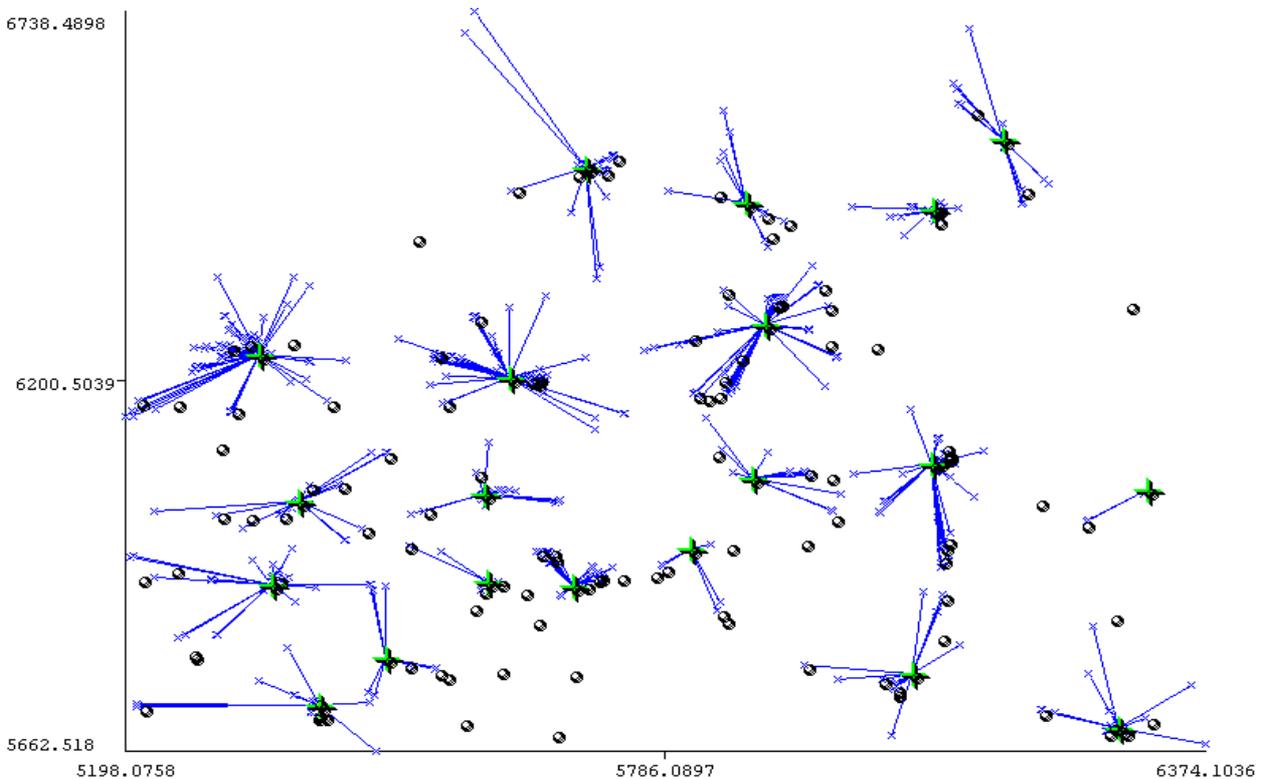


Рис. 5



Назовем дефектом проекции разницу критериальных величин качества свободной кластеризации и кластеризации «с проекцией» $\Delta = D_{np} - D$. Зависимость Δ/D от k для производств ПФО представлена на рис.6 .

На рис.7 изображены кривые затрат на проект $E = sD_{np} + ck$, где s – тариф перевозки, c – удельная стоимость одного КП на единицу объема перевозки. $E_1(c=5000)$, $E_2(c=10000)$, $E_3(c=20000)$. Из графика видно, что, например, для $c = 20000$ оптимальным решением будет создание 10 КП.

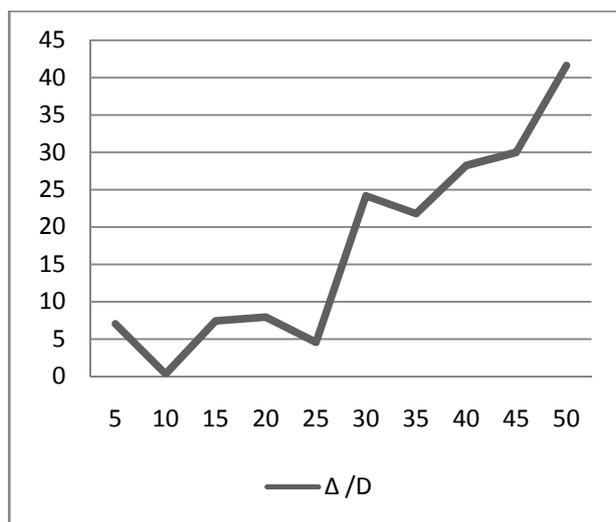


Рис. 6

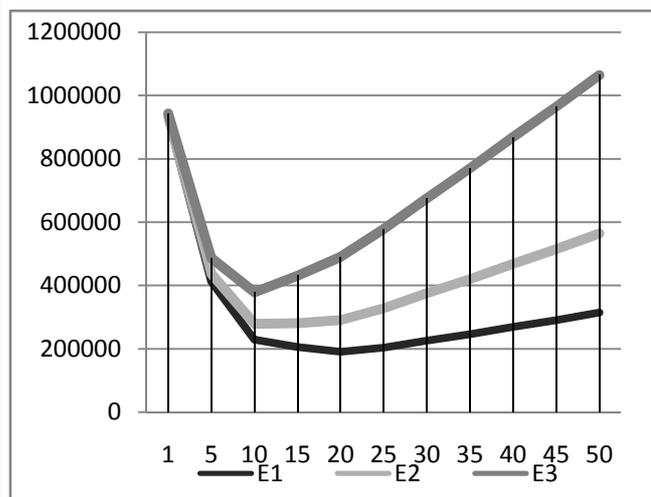


Рис.7

Литература

1. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности [Текст] под ред С.А. Айвазяна. – М: Финансы и статистика, 1989. – 607с.
2. Кластерный анализ [Текст] Мандель И.Д.. – М: Финансы и статистика, 1988.- 177с
3. Witten, I.H. and Frank, E. (2005) Data Mining: Practical machine learning tools and techniques. 2nd edition Morgan Kaufmann, San Francisco.
4. WekaWiki – <http://weka.wikispaces.com/>

А.М. Зиятдинов, Р.М. Зиятдинова, А.В. Клепиков

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ: АНАЛИЗАТОРЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

(Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Октябрьском, Российская Федерация)

Федеральный закон от 27.12.2002 г. №184-ФЗ (ред. от 05.04.2016) "О техническом регулировании" включает ряд положений касательно транспортных условий и устанавливает требования в части условий перевозочного процесса. На сегодняшний день отечественный транспортный рынок представлен такими участниками и владельцами процесса, как трубопроводный транспорт, железнодорожный, автомобильный, воздушный и водный. В рамках нашего повест-



вованая сделаем акцент на железнодорожную отрасль, которая сегодня в лице поставщика транспортных услуг является монополистом в сфере грузовых и пассажирских перевозок. Конкурентная среда заставляет выстраивать стратегию в деятельности вертикально-интегрированных компаний таким образом, что детальный анализ должен быть направлен в первую очередь на сокращение экономических издержек и производственных потерь. Синергетический эффект эпохи компьютеризации и программирования сегодня проецируется на все сферы нашей жизни, в особенности на деятельность реальных секторов национальной экономики.

Сегодня деятельность железнодорожного транспорта в основе своей состоит из двух бизнес - блоков: пассажирские перевозки (дальнее следование, пригородное сообщение) и грузовые перевозки. Учитывая разнонаправленность в специфике деятельности холдинга, следует указать, что перевозочный процесс осуществляется благодаря консолидированной деятельности ряда хозяйств и подразделений [1]. Сфера деятельности промышленности и технической индустрии напрямую связана с технологическими процессами, где задействованы машины, робототехника, агрегаты, оборудование и прочие средства механизации, повышающие совокупную производительность и качество выпускаемой продукции, качество предоставляемых услуг. Главной задачей автоматизации является, безусловно, снижение доли влияния человека как фактора на риск. Задачей анализаторов производственно-хозяйственной деятельности является аналитика текущих параметров технико-экономических показателей. Стоит отметить, что анализаторы разделяются по назначению и по областям применения. Современные информационные аналитические инструменты, применяемые в транспортной отрасли имеют интерфейс технического характера в отличие от КАРГО-индекса (качественный анализ рынка грузооборота отраслей), которые основаны на аккумуляции и предоставлении информации экономической и логистической направленности. Средствами перевозки в указанной области является тяговый и нетяговый подвижной состав. Транспортные единицы в процессе эксплуатации подвержены различного рода нагрузкам, сталкиваются с атмосферными явлениями внешней среды [2]. При высоких темпах и объемах бизнеса, безусловно, возникают риски, связанные с техническим состоянием подвижного состава, с неверными решениями линейного персонала, с рядом прочих нестандартных факторов [3]. В целях обеспечения устойчивой работы и текущего круглосуточного мониторинга эксплуатационной обстановки разработаны и внедрены комплексы «КАСАНТ» и «КАСАТ». На (рис. 1) представлены принципиальные различия в назначении указанных программных продуктов.

Разработка программных модулей и запуск экспериментальных циклов осуществлялся под руководством ОАО «ВНИИЖТ». Периодически устанавливаются новые переработанные компоненты в виде дополнительных пакетов опций. На сегодняшний день охват и внедрение в общесетевом масштабе выполнен на 100%. Управление программным сервером централизованное, курируется по кругу обязанностей Дирекцией информационных коммуникаций – глав-



ным вычислительным центром холдинга. Программа работает в формате накопительной аналитической базы данных, в которую с заданным интервалом времени поступает информация об эксплуатационной обстановке с конвертацией на график исполненного движения поездов в подконтрольном полигоне [4]. Автоматически происходит распределение по кругу должностных обязанностей за представителями вверенного хозяйства, на участке которых возникло событие. Закреплённый ответственный на каждом предприятии ведёт данную работу, данные вводит в систему только при наличии документов в натурном виде (протоколы, акты, фотографии). Система размещает диалоговое окно, в котором необходимо указать с последующим сохранением описание дефекта, либо конструкционной неисправности, повлекшие задержку поезда:

- неисправность автотормозного оборудования;
- неисправность ходовых частей;
- неисправность тягового электродвигателя;
- отказ в работе ударно-тяговых приборов;
- сбои в работе электрооборудования;
- факт постороннего вмешательства в процесс работы;
- дефекты несущих конструкций транспортной единицы.

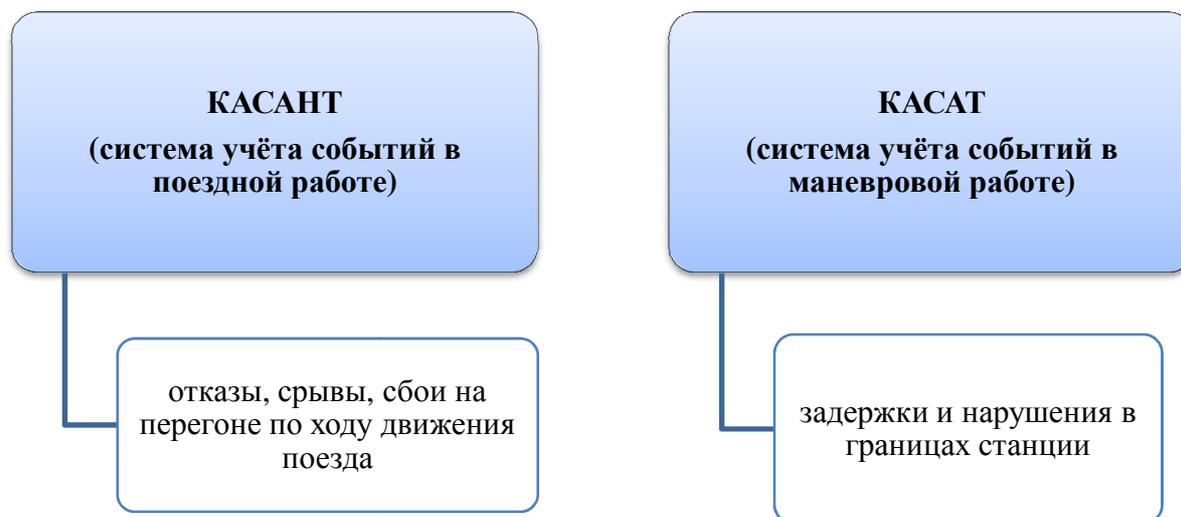


Рис. 1. Сравнительный анализ функций АСУ «КАСАНТ» и «КАСАТ»

Преимуществом данной системы является возможность рассмотреть статистику сбоев и отказов в работе технических средств, с последующим построением графика зависимости причинно-следственных связей. Такие меры в значительной степени оптимизируют работу по выявлению и предупреждению потенциально опасных технологических негативных образований.

Литература

1. Балалаев А.Н., Корбан В.В., Иванов В.А. Система анализа причин сходов вагонов с рельсов и программа прогнозирования сходов при заданных



условиях эксплуатации // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта [Текст]: Материалы II Международной науч.-практ. конф. 7-8 декабря 2005 года. – Самара, СамГАПС, 2006. – С. 265-267.;

2. Инновационные разработки средств технического контроля «опасных зон» боковых рам грузовых вагонов [Текст] / А.М. Зиятдинов, Е.Л. Матухин, Р.М. Зиятдинова, А.В. Клепиков // Материалы Международной научно-технической конференции «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы – 2016» (МНТК «ИМТОМ – 2016», Казань, 7-9 декабря 2016 г.) / коллектив авторов. – Казань: Изд-во КНИАТ, 2016. – Ч. 2. – С. 240-243.;

3. Направления инновационного развития регионов в рамках устойчивого развития [Текст] / А.М. Зиятдинов, Р.М. Зиятдинова, Е.Л. Матухин, И.Ю. Крошечкина // Инновации и инвестиции. – 2016. – № 4. – С. 14-19.;

4. Ziyatdinov, A.M. Innovations in the Financial Management System of Oil and Gas Industry [Text] / A.M. Ziyatdinov // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10. – № 20. – Pp. 41185-41189.

У.Р Кубаев, А.Э. Тошиев

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОСТАВОК ГРУЗОВ

(Ташкентский университет информационных технологий,
г. Ташкент, Узбекистан)

Экономический эффект от развития и модернизации автомобильных дорог, в рамках реализации проекта формирования региональных транспортно-логистических системах (РТЛС), обусловлен влиянием конкретных изменений в состоянии дорожной сети региона, на уровень затрат на перевозки как на автомобильном транспорте, так и на других видах транспорта, на величину затрат вне транспортного процесса, на величину потерь в промышленности, сельском хозяйстве и строительстве, связанных с недостаточным удовлетворением потребностей в перевозках, оказывающих в конечном итоге влияние на величину произведенного национального дохода.

Эффект (снижение затрат, связанных с перевозками) может быть выявлен как расчетная величина на основе сопоставления условий, возникающих в транспортно-логистической системе при реализации предлагаемого проекта, с условиями, когда соответствующие объекты или мероприятия не осуществляются, и потребность в перевозках удовлетворяется существующим транспортно-логистическим комплексом.

Ускорение доставки грузов дает ощутимый экономический эффект ($\mathcal{E}_{\text{удг}}$), рассчитываемый по формуле:



$$\Theta_{\text{удг}} = \frac{C_{\text{гр}} \cdot \Theta_{\text{в}}}{365 \cdot 24} \cdot \frac{C}{100}$$

где $C_{\text{гр}}$ – средняя стоимость перевозимых грузов, сум.; $\Theta_{\text{в}}$ – экономия времени, час.; C – ставка банковского кредита, % (может использоваться ставка, на основе ставки рефинансирования ЦБРУ + 9%); 365 и 24 – количество дней в году и часов в сутках соответственно.

В данном случае, экономия транспортных затрат ($\Theta_{\text{тз}}$) происходит за счет снижения расхода горюче-смазочных материалов, износа шин, расходов на ремонт и расходов по другим статьям эксплуатационных затрат. Эксплуатационные затраты могут быть как постоянными, так и переменными (зависящими от пробега грузового автомобиля), соответственно измеряемыми в сум./маш.час и сум./маш.-км. Изменение этих затрат, обусловлено разными факторами улучшения состояния автомобильных дорог региона: для постоянной составляющей в качестве фактора снижения ее величины выступает прирост скорости движения, и как следствие – сокращение времени, проведенного в пути; для переменной – снижение расхода топлива, уменьшение износа автомобиля и вследствие этого увеличение периода времени между проведением ремонтов. Сокращение эксплуатационных затрат является одним из факторов снижения себестоимости перевозок. Возникает экономия общих транспортно-логистических затрат на перевозки ($\Theta_{\text{зат}}$). Расчет данного вида эффекта предложено выполнять следующим образом:

$$\Theta_{\text{зат}} = l \cdot N \cdot (\Delta S_{\text{пер}}(\downarrow) + S_{\text{пост}} \cdot (\frac{1}{v_{\text{до}}} - \frac{1}{v_{\text{после}}}))$$

где N – средняя годовая интенсивность движения грузового транспорта, авт./год; $\Delta S_{\text{пер}}(\downarrow)$ – сокращение переменной составляющей затрат, сум./маш.-км; $S_{\text{пост}}$ – постоянная составляющая затрат, сум./маш.-час.

Эффект от формирования РТЛС, в значительной мере, проявляется в сокращении уровня запасов материальных ресурсов (Θ_3). Формирование РТЛС, обеспечит сокращение затрат, связанных с созданием вынужденных запасов из-за несвоевременной доставки грузов, обусловленной плохим состоянием дорожной сети региона, неразвитостью транспортно-логистической инфраструктуры, сервиса и т.д. Затраты, связанные с отвлечением оборотных средств в запасы, можно оценить следующим образом. Создаваемые запасы (как необходимые, так и связанные с неразвитостью транспортно-логистической инфраструктуры и т.д.) рано или поздно будут потреблены в процессе производства, но затрат на хранение, погрузку-разгрузку и транспортировку дополнительных запасов можно было избежать, если бы существующий транспортно-логистический комплекс отвечал современным требованиям. Поэтому данные затраты представляют собой затраты, на хранение, погрузочно-разгрузочные работы и транспортировку вынужденно создаваемых дополнительных запасов, и упущенную выгоду из-за отвлечения части оборотных средств в дополнительные запасы (стоимость запасов и затрат на их содержание).



Упущенную выгоду предприятий из-за отвлечения части оборотных средств в запасы сверх необходимого количества, следует отличать от затрат, связанных с созданием дополнительных запасов. Упущенную выгоду (УВ) можно рассчитать следующим образом:

$$УВ = (C_{зап} + Z_{хран}) \cdot I \cdot \left(\frac{1}{v^{до}} - \frac{1}{v^{после}} \right) \cdot \frac{C}{365}$$

где $C_{зап}$ - стоимость вынужденно создаваемых запасов, сум.; $Z_{хран}$ - затраты на хранение запасов.

Необходимые для оценки этого вида затрат данные, должны быть получены при статистическом анализе деятельности предприятий. Однако, в настоящее время, сложно найти статистические данные по рассматриваемому вопросу. Поэтому, сокращение затрат связанных с созданием вынужденных запасов, может быть оценено самими организациями или в случае доступа к информации предприятий, на региональном уровне. Затраты на народнохозяйственном уровне, могут быть определены суммированием затрат различных предприятий. Затраты, связанные с созданием вынужденных запасов можно рассчитать следующим образом:

$$Затр^{доп.зат.} = Z_{хран} + (C_{зап} + Z_{хран}) \cdot I \cdot \left(\frac{1}{v^{до}} - \frac{1}{v^{после}} \right) \cdot \frac{C}{365}$$

Экологический эффект (Δ_3) возникает вследствие уменьшения потерь, связанных с ущербом, причиняемым различными видами транспорта и объектами транспортно-логистической инфраструктуры, окружающей среде.

В результате реализации проекта формирования РТЛС, актуален вопрос определения ущерба (эффекта) экологического характера. Во-первых, строительство дорог и объектов транспортно-логистической инфраструктуры, связано с нарушением существующего ландшафта. Во-вторых, в процессе строительства используются большие объемы природных материалов, значительная часть которых не возобновляема. В-третьих, серьезную угрозу объектам окружающей среды создают многие предприятия транспортно-логистического комплекса. В-четвертых, эксплуатация дорог и других объектов инфраструктуры, приводит к значительному загрязнению окружающей среды газообразными и твердыми продуктами сгорания топлива, горюче-смазочными материалами, частицами истирания дорожных покрытий и шин и т.д. В среднем за год один автомобиль поглощает 4 тонны кислорода и выбрасывает с выхлопными газами 800 килограммов оксида углерода, 40 - оксида азота, почти 200 килограммов различных углеводородов и 2 килограмма свинца. Проходящий транспорт к тому же является источником шума и вибрации - около 40% населения страдают от воздействия этих физических факторов [1,2]. Потери, возникающие в результате ущерба, наносимого окружающей среде, определяют действием следующих факторов: изменение характера землепользования; нарушения природного рельефа; изменения архитектурно-ландшафтных свойств местности и особенностей ее зрительного восприятия; шум от проходящих транспортных



средств; загрязнение воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод; нарушение экологического равновесия в регионе.

Социально–экономический эффект от формирования РТЛС заключается в снижении уровня выбросов и загрязнений окружающей природной среды, экономии потребляемой воды в технологических процессах, сокращении экологических штрафов, обеспечение нормативов качества окружающей среды, снижении экологической напряженности в регионе и как следствие в повышении уровня жизни населения.

Формула для определения экологического эффекта имеет вид:

$$\mathcal{E}_{\text{эк}} = h \cdot \left(\frac{\Delta Y_{ki} \cdot Y_1}{PK_i} + \frac{\Delta Y \cdot Y_2}{Y} \right) + C_{\text{зем}} \cdot S$$

где h – численность населения, которая подвергается систематическому воздействию транспортного загрязнения, чел.; ΔY_{ki} – изменение концентрации вредных веществ в воздухе или воде после проведения природоохранных мероприятий, $\text{г}/\text{м}^3$; PK – ПДК вредных веществ в воздухе или воде, $\text{г}/\text{м}^3$; ΔY – изменение фактического уровня шума от транспортного потока после проведения природоохранных мероприятий; Y – ПДУ шума от транспортного потока; S – площадь сокращения резервное-технологической полосы, м^2 ; $Y_{1, 2}$ – удельный ущерб в среднем на одного человека от негативного воздействия транспортного потока; $C_{\text{зем}}$ – цена земли, сум.

Социальный эффект (\mathcal{E}_c) от формирования РТЛС заключается в следующем: формирование РТЛС влечет создание новых рабочих мест, обуславливает развитие сопряженных производств, терминально-складские комплексы, увеличение занятости населения; увеличение возможности трудоустройства ведет к расширению выбора профессии, стимулирует повышение уровня квалификации рабочей силы в результате внедрения новых логистических технологий доставки грузов, использования новейшего складского оборудования, современных средств связи и информатизации, что ведет к развитию человеческого капитала; обеспечение современными складскими площадями классов А и Б торговых сетей, применение принципов логистики в деятельности предприятий, улучшит обслуживание населения региона в целом, а так же повысит удовлетворение потребностей населения в различных видах товаров и услуг; повышение пропускной способности транспортной сети региона, повысит скорость и удобство передвижения транспорта, в том числе пассажирского; повышение безопасности дорожного движения и снижение аварийности на дорогах.

Литература

1. Иванов, Д. А. Управление цепями поставок / Д. А. Иванов. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2010. – 659 с.
2. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: (теория, методология, организация) / И. А. Еловой, И. А. Лебедева. – Минск: Право и экономика, 2011. – 460 с.



Л.В. Корытин, А.Г. Исайчева, В.Б. Гуменников, Е.М. Тарасов

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ НА РАБОТУ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ПОСТОЯННОГО ТОКА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В настоящее время на полигоне Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» приоритетным направлением развития в рамках повышения конкурентоспособности остается задача пропуска тяжеловесных поездов. В связи с этим становится необходимым проведение комплексного анализа готовности инфраструктуры к пропуску поездов массой 7100 тонн и более.

В нормативных документах по обслуживанию устройств железнодорожной автоматики, телемеханики введен термин обратная тяговая сеть (ОТС), которая состоит из последовательно соединённых элементов. При пропуске поездов повышенной массы увеличенные тяговые токи могут привести к отказам не только устройств системы тягового электроснабжения, но и рельсовых цепей (РЦ). Одной из причин появления предотказных состояний РЦ - это асимметрия тягового тока в рельсовых нитях ОТС.

При проектировании РЦ вопрос асимметрии тягового тока не учитывался, поэтому задачи обеспечения надежной их работы решаются в процессе эксплуатации [1-4].

В двухниточных рельсовых цепях в настоящее время максимальный допустимый коэффициент асимметрии тягового постоянного тока принимается равным 6% и определяется по значению токов в рельсовых нитях (I_1, I_2)

$$K_a = \frac{|I_1 - I_2|}{|I_1 + I_2|} \cdot 100\%.$$

Проведенные измерения [5] показывают, что около 40% отказов в РЦ вызвано влиянием тока асимметрии.

Существенное влияние на распределение тягового тока в рельсовых нитях, особенно при повышенных тяговых токах в рельсах, оказывают дроссельные перемычки, по причине которых участок может быть признан не соответствующим требованиям пропуска тяжеловесных поездов [6].

Параметры асимметрии тягового тока с учетом длин дроссельных перемычек характеризуются данными, приведенными в табл. 1, при этом K_a достигает значений 11-20 вместо допустимых 6% [5].

Для обеспечения работоспособности РЦ необходимо соблюдать равенство сопротивлений дроссельных перемычек, для реализации которого можно использовать следующие способы:

- 1) установка дроссельных перемычек одинаковой длины, но при этом укладывая одну из них зигзагом, так как ее необходимая длина от рельса до ДТ много меньше реальной;
- 2) увеличение сечения наиболее длинной перемычки;



3) подключение перемычек равной длины к разным рельсам цепи (применение чередования длин перемычек);

4) выравнивание суммарных сопротивлений по обоим рельсовым нитям, включая полуобмотки путевых и дополнительных ДТ.

Таблица 1

Параметры асимметрии в зависимости от длин перемычек

Длина перемычки, м	Сопротивление перемычки, Ом·10 ⁻⁶	K _a , %
$l_{n1} = 4,2$ $l_{n2} = 2,2$	$r_{n1} = 420$ $r_{n2} = 240$	11,12
$l_{n1} = 5,2$ $l_{n2} = 3,15$	$r_{n1} = 520$ $r_{n2} = 285$	13,4
$l_{n1} = 6,4$ $l_{n2} = 2,2$	$r_{n1} = 600$ $r_{n2} = 240$	20,11

В рамках исследований проведен анализ электромагнитной совместимости устройств ОТС и РЦ с учетом продольной асимметрии на одной из дистанций Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

На рис. 1 представлена схема ОТС станции экспериментального участка, на основе которой произведены расчеты в программе АПК-РОТТ, активно внедряемой на предприятиях ОАО «РЖД» и предназначенной для реализации математической модели расчета тяговых токов в обратной тяговой сети. АПК-РОТТ позволяет выполнить оценку готовности инфраструктуры к пропуску тяжеловесных поездов по заданным параметрам [7].

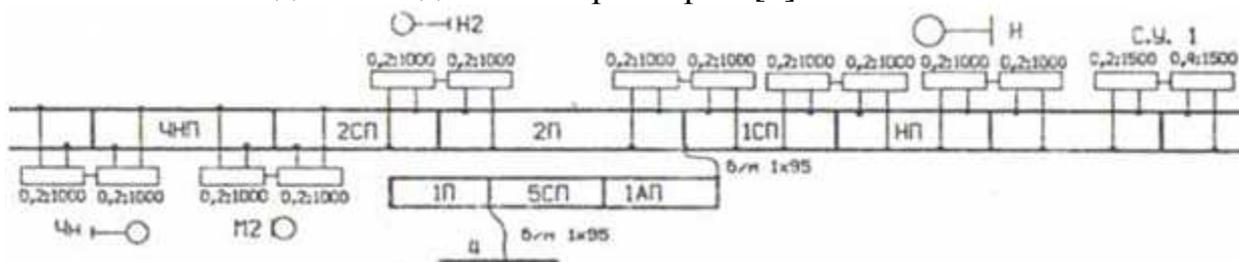


Рис. 1. Схема канализации обратного тягового тока

В результате при имитации повышенных тяговых токов, соответствующих пропуску поездов массой 6300, 7100 и 9100 тонн междупутные перемычки участка не соответствовали требованиям, представленным в табл. 2.

Таблица 2

Междупутные перемычки, предназначенные для электротяги постоянного тока и содержащиеся в базе программы

Элемент ОТС	Тип	Допустимый ток, А
Перемычки междупутные	Медные 2х70 мм ²	480
	Сталемедные 2х70 мм ²	680
	Сталемедные 2х95 мм ²	915



На экспериментальном участке функционирует автоматизированный контроль параметров устройств автоматики и телемеханики. В частности, в режиме реального времени производится измерение уровня напряжения на путевом реле, на основе которого может быть выявлено предотказное состояние рельсовой цепи.

Опасное снижение уровня напряжения на рельсовой цепи 1СП при пропуске поезда массой 6461 тонна изображено на рис. 2.

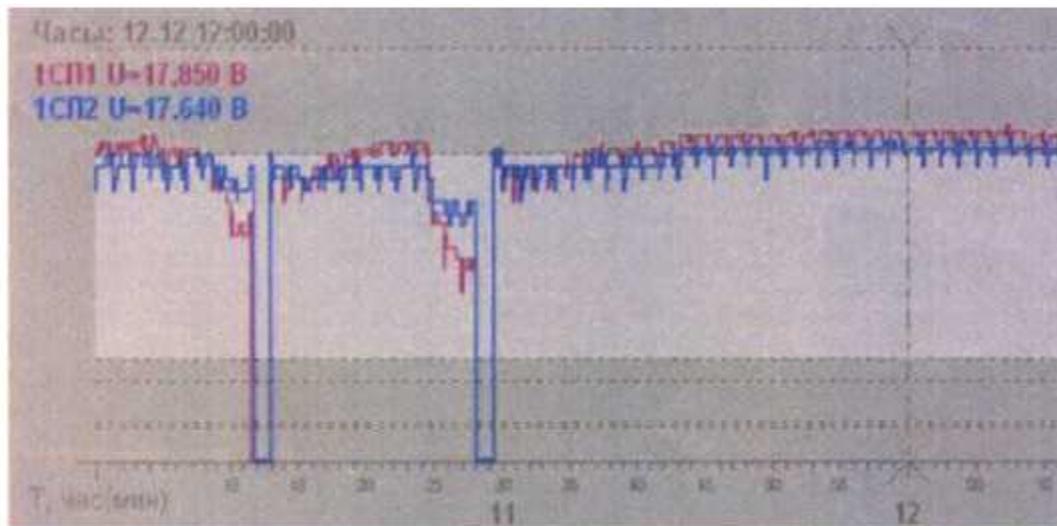


Рис. 2. График изменения напряжения на путевом реле РЦ СП1

Вызываемое асимметрией резкое снижение напряжения на путевом реле может привести к ложной занятости участка при проследовании по нему соединенных поездов повышенной массы и длины.

По результатам расчетов, проведенных с использованием программ АПК-РОТТ и АПК-ДК можно сделать вывод о необходимости особого контроля мест подключения перемычек, так как по ряду причин именно они оказывают в большинстве случаев решающее влияние на предотказное состояние РЦ.

Литература

1. Шаманов, В.И. Методы оптимизации технического обслуживания систем автоматики [Текст] // Автоматика на транспорте. 2016. Т. 2. № 4. С. 481-496.
2. Устройства и элементы рельсовых линий и тяговой рельсовой сети. Технические требования и нормы содержания, утверждены распоряжением ОАО «РЖД» №651р от 03.04.2012 г.
3. Устройства СЦБ. Технология обслуживания. Сборник карт технологических процессов, утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 23.09.2013 г.
4. Рожкин, Б.В. Оценка готовности устройств автоматики к пропуску тяжеловесных поездов [Текст] / Б.В. Рожкин // Транспорт Урала - № 1 (48). - 2016. – С. 61 – 65.



5. Наумов, А.В. Выбор параметров и правила построения обратной тяговой рельсовой сети на электрифицированных железных дорогах со скоростным и тяжеловесным движением [Текст] / А.В. Наумов, А.А. Наумов – М.: Интекст, 2005. – 143 с.

6. Трушин, В.В. К вопросу о электромагнитной совместимости системы тягового электроснабжения и рельсовых цепей [Текст] / В.В. Трушин, А.Е. Тарасова, Л.В. Корытин, А.Б. Пешков // Международная научно-практическая конференция «Инновации в системах обеспечения движения поездов» - Самара: СамГУПС, 2016. – С. 55 – 57.

7. Сероштанов, С.С. Автоматизированная система для расчета тяговых токов в обратной тяговой сети при электротяге постоянного и переменного токов: руководство пользователя [Текст] / С.С. Сероштанов – Омск: ОмГУПС, 2014. – 39 с.

8. Шаманов, В.И. Методы оптимизации технического обслуживания систем автоматики // Автоматика на транспорте. 2016. Т. 2. № 4. С. 481-496.

М.Б. Куров, Н.А. Кравцова, А.С. Белоногов, Н.И. Харламова

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «SI-3000» НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

«SI-3000» СМ (LI6121AX) является центральным элементом решения усовершенствованной системы СОРМ (Enhanced Call Monitoring -2; ЕСМ2). Данная система разработана для сетей NGN и поддерживает все типы коммутационного оборудования со стандартными интерфейсами СОРМ.

По сравнению с системой «SI-2000» ЕСМ основным отличием «SI-3000» СМ является то, что эта система может работать с несколькими пультами управления (ПУ) СОРМ. Каждая система «SI-3000» СМ может принимать команды от нескольких ПУ и осуществлять контроль нескольких станций TDM и/или софтверных (сетевых элементов СОРМ)./1/

С точки зрения архитектуры основное отличие решения ЕСМ от нового решения ЕСМ-2 заключается в точке выполнения функций управления. В решении ЕСМ данная функция сосуществует с функцией медиации голоса на платформе MLC. Управление распределено по всей сети. В решении ЕСМ-2 данные функции разделены между «SI-3000» СМ (функция управления) и шлюзом СОРМ (функция медиации голоса). Благодаря этому разделению функция управления может быть централизована в одном сетевом элементе, что является основным условием для реализации требуемой архитектуры с N-ым числом СОРМ ПУ и M-ым числом сетевых элементов СОРМ. Благодаря централизации функции управления мы получаем возможность административного определения диапазона локальных абонентских номеров в рамках одного или нескольких сетевых элементов СОРМ, управляемых одним ПУ. Таким образом,



отслеживание может быть ограничено только локальными (региональными) абонентами, несмотря на то, что сетевой элемент СОРМ контролирует абонентов из нескольких регионов. Благодаря данному решению наблюдение может одновременно выполняться ПУ регионального и национального уровней. /2/

Решение ЕСМ-2 также поддерживает дублирование голосового контента, и его преобразование в любой формат (RTP или E1) и режим (моно, стерео). К тому же, решение ЕСМ-2 обеспечивает большую плотность трактов E1 и потоков RTP. В дополнение ко всему изложенному, в данном решении не используются каскады, поэтому внутренние соединения практически не нужны, только соединения с сетевыми элементами СОРМ и ПУ. Следовательно, требуется меньше аппаратных ресурсов, в результате чего снижаются показатели капитальных и операционных затрат, а также упрощается дизайн сети.

«SI-3000» СМ выполняет четыре основные функции:

- функция наблюдения обеспечивает маршрутизацию команд, обработку информации об отслеживаемых вызовах и обработку голосовых каналов отслеживаемых вызовов посредством шлюза СОРМ;

- протокольный адаптер ПУ обеспечивает обработку команд и ответов, контроль и адаптацию контрольных соединительных линий (КСЛ) к конкретному ПУ согласно стандарту СОРМ; также обеспечивается управление диапазоном назначенных локальных и сетевых абонентских номеров, преобразование отслеживаемых номеров и т.д.;

- адаптер сетевого элемента СОРМ обеспечивает адаптацию протокола СОРМ к особенностям конкретного сетевого элемента СОРМ (также сторонние продукты) и преобразование отслеживаемых номеров;

- функция управления шлюзами СОРМ поддерживает функцию наблюдения посредством контроля КСЛ, дублирование потоков, преобразование форматов (RTP или E1) и режимов (моно, стерео).

Для обеспечения высокой степени надежности системы в «SI-3000» СМ имеются следующие возможности:

- функция активный/резервный «SI-3000» СМ;
- конфигурирование активной/резервной «SI-3000» MNS;
- обеспечение надежности ПО;
- управление неисправностями;
- обеспечение надежности аппаратных средств (то есть дублирование коммутаторов и соединений Ethernet).

Высокая надежность обеих платформ обеспечивается благодаря применению топологии двойной звезды, которая предусматривает:

- дублирование процессорной платы («SI-3000» СМ);
- дублирование коммутатора Ethernet;
- дублирование соединений между платами и коммутаторами Ethernet;
- дублирование соединений между коммутаторами Ethernet;
- дублирование сетевых интерфейсов (возможность избыточного сетевого соединения 1GE).



Для обеспечения высокой степени безопасности системы в «SI-3000» СМ имеются следующие возможности:

- доступ к «SI-3000» СМ разрешен только специально назначенному администратору (например, администратор СОРМ);
- без хранения данных объектов под наблюдением;
- все журнальные файлы хранятся только в «SI-3000» СМ и не содержат информацию о наблюдаемых объектах;
- наблюдение не сказывается на телекоммуникационных услугах;
- объекты под наблюдением не «знают» о том, что выполняется наблюдение; только авторизованный администратор ПУ знает о том, что выполняется наблюдение;
- используются механизмы обеспечения сетевой безопасности (SBC, несколько VLAN);
- защищенный корпус (шелтер) для «SI-3000» СМ (опция);
- функция СОРМ – аутентификация включенных в коммуникацию сторон (сетевые элементы СОРМ, ПУ), а также передача аварийных сообщений по КПД-1 и запись соответствующих данных в журнальные файлы в случае нерегулярных состояний. /3/

В настоящее время на Куйбышевской железной дороге используется ЦАТС «SI-2000».

При дальнейшем использовании «SI-2000» остается ряд недостатков:

1. Морально и физически устарела.
2. Снята с производства, невозможно приобрести новые платы и модули взамен неисправных.
3. Отсутствие возможности подключения к IP (Интернет-протокол) сети.
4. Неустойчивая работа модулей РМТС и МСА.

Поэтому, внедрение УПАТС «SI-3000» является наиболее перспективным направлением в развитии общетехнологической железнодорожной связи./4/

Литература

1. Руководство по эксплуатации УПАТС «SI-3000».
2. «Автоматика, связь, информатика», № 3 2014. – М.
3. «Автоматика, связь, информатика», № 4 2014. – М.
4. Куров, М.Б. Использование АТС «SI-3000» в сети железнодорожной связи [Текст] / Куров М.Б., Харламова Н.И., Кравцова Н.А. // Вестник транспорта Поволжья № 2 (50), 2015. – С.74-76.



И.Г. Лемешкина, М.Г. Скворцов, И.В. Приходькова, Е.С. Павлова, О.А. Авдеюк

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

(Волгоградский государственный технический университет)

Качественное функционирование городского транспорта является одним из главных социально-экономических показателей жизнедеятельности крупнейших регионов. Оно зависит от эффективной организации работы как отдельных транспортных маршрутов, так и транспортной сети в целом. Сложность этой системы состоит в том, транспортная сеть распределена в пространстве, ее состояние постоянно изменяется во времени, что создает трудности в получении информации для последующей обработки и принятия управленческого решения. К тому же города и регионы как сложные социально-экономические системы также подвержены изменениям, что в свою очередь приводит к изменениям транспортных систем. Эффективное решение этой проблемы возможно с помощью применения теории искусственных нейронных сетей (ИНС). Как показывает мировая практика, использование ИНС имеет следующие преимущества: позволяет решать трудноформализуемые и неформализуемые задачи, не поддающиеся решению на традиционных ЭВМ последовательной и параллельной архитектуры; обеспечивает решение задач в реальном времени с помощью высокопараллельных алгоритмов; позволяет обрабатывать большие потоки разнородной информации; обеспечивает высокую обобщающую способность алгоритма решения задачи, повышает качество решения в нестандартных ситуациях; повышает устойчивость решения к ошибкам и возмущениям различной природы аппаратных моделей систем, сохраняет их работоспособность при выходе из строя до 30-40% вычислительных элементов; хорошо сочетается с традиционными «вычислительными» алгоритмами обработки информации, что дает возможность строить сложные системы управления, - с максимальной надежностью, адаптивностью и с минимумом расходуемых ресурсов; дает возможность построения самообучающихся и самонастраивающихся систем, нейросети могут вырабатывать собственные, достаточно сложные алгоритмы обработки данных и, таким образом, решать неформализованные задачи.

Одним из инструментов современных исследователей является математическая модель, в той или иной степени отражающая реальную транспортную систему. Такая модель характеризуется набором параметров, которые должны соответствовать реальным характеристикам транспортного потока. Это такие характеристики, как средняя скорость потока транспортных средств, интенсивность потока, его плотность, временной интервал между транспортными средствами, дистанция между ними.

Для получения этих характеристик необходимы измерительные приборы, фиксирующие транспортные средства и события на исследуемом участке доро-



ге. Практически все необходимые характеристики транспортного потока можно получить, используя семейство аппаратных средств и программных продуктов "Трафик-Монитор", предназначенных для видеонаблюдения за участком автодороги, определения в реальном масштабе времени характеристик дорожно-транспортной обстановки и передачи результатов измерений в удаленный диспетчерский пункт. Это система, встраиваемая в сеть «дорожной» инфраструктуры. На качество обработки информации существенное влияние оказывает структура нейронной сети, подбор которой – нетривиальная задача, вследствие чего перспективными являются механизмы самоорганизации нейронных сетей. Полезность детектора состоит в том, что его использование помогает сократить издержки или уменьшить затраты, которые возникают из-за нерационального использования ресурсов и ошибок при проектировании дорог и развязок. Зачастую такие ошибки обусловлены ложной или недостаточной информацией о характеристиках транспортных потоков. Система сохраняет все определяемые характеристики в базе данных.

Практическая значимость разработанной системы обусловлена широким спектром областей применения. Вычислительный комплекс "Трафик-Монитор" может быть использован как информационное средство для принятия решений центром управления транспортными потоками, для контроля потока машин на контрольных пунктах портов, таможенных постов, платных автодорог, крупных автостоянок и т.п.

Увеличение общего количества автомобильного транспорта вызывает значительные потери времени в автомобильных пробках и ухудшение экологической обстановки. В настоящее время для управления потоками транспорта на перекрестках используются автоматические светофоры с фиксированными интервалами сигналов, работающие в нескольких режимах (нормальный режим, пиковый, дежурный) или используется регулировщик. Данные методы при их простоте не всегда справляются с управлением на перекрестках сложной конфигурации и в условиях широкого диапазона изменения интенсивности движения транспорта. В связи с этим выглядит актуальной разработка и применение новых методов для управления потоками транспорта.

При постановке вопроса о распределении потоков транспорта можно выделить теоретические подходы к решению, например, методы динамического программирования, в частности «транспортная задача», использование нелинейных уравнений, использование систем массового обслуживания. Однако все эти методы являются трудоемкими для случая сети взаимосвязанных перекрестков и высокой неопределенности интенсивности движения транспорта.

В настоящее время накоплен большой опыт применения интеллектуальных методов для различных прикладных проблем, как у нас в стране, так и за рубежом. Выглядит перспективным применение таких методов к задаче распределения потоков транспорта.

Для достижения поставленной цели реализуются следующие этапы:



1. разработка подхода к моделированию процессов распределения потоков транспорта для сети взаимосвязанных перекрестков на основе нейронной сети;
2. разработка моделей для информационной системы распределения потоков транспорта для произвольного перекрестка с использованием структурного и объектно-ориентированного анализа;
3. разработка алгоритмов распределения потоков транспорта на основе нейросетевого подхода для сети взаимосвязанных перекрестков;
4. разработка программного обеспечения для реализации разработанных моделей и алгоритмов, методики исследования работоспособности и эффективности разработанных методов, алгоритмов и программного обеспечения.

Анализ методов искусственного интеллекта доказал эффективность применения ИНС в ситуациях высокой интенсивности движения потоков транспорта на перекрестках произвольной конфигурации. Распределение потоков транспорта на основе нейронных сетей осуществляется путем изменения длительности сигналов светофора. На том направлении, где поток транспорта больше, длительность зеленого сигнала увеличивается, а красного уменьшается, и наоборот, при уменьшении потока - сокращается длительность зеленого сигнала, а увеличивается длительность красного сигнала. При этом полное время цикла остается постоянным, а перед системой распределения потоков транспорта ставится задача минимизации количества транспорта, стоящего перед светофором.

Возможны различные варианты включения нейронной сети: отдельная нейронная сеть на одном перекрестке; взаимосвязь всех нейронных сетей; смешанный вариант, включающий как управляемые традиционно перекрестки, так и перекрестки, управляемые нейронной сетью. Поток транспорта совместно с управляющими сигналами обрабатывается нейронной сетью, в результате чего вырабатываются длительности сигналов светофоров. Практика показывает, что при использовании нейросетевых алгоритмов количество транспорта перед светофором уменьшается в среднем на 10-15% по сравнению с традиционным методом управления.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что использование методов искусственного интеллекта при организации движения является одним из важнейших приоритетов в развитии транспортной инфраструктуры крупных промышленных центров. Среди технологий искусственного интеллекта, направленных на повышение эффективности работы транспортной системы, оптимизацию автомобильного движения, распознавание транспортных средств наиболее перспективным направлением является применение искусственных нейронных сетей.

Литература

1. Джонс, М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Т. Джонс; пер сангл. А. И.Осипова. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 312 с.



2. Оссовский, С. Нейронные сети для обработки информации: пер. с польского И. Д. Рудянского – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
3. Нейроинформатика / А.Н.Горбань [и др.]– Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – 296 с.
4. Уоссермэн, Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика 1990. / Ф. Уоссермэн; пер с англ. Ю.А. Зуевой; В.А. Точёновой – М.: Мир, 1992. – 240 с.
5. Горбань, А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере / А.Н. Горбань, Д.А. Россиев. – Новосибирск: Наука (Сиб. отделение), 1996. – 276 с.
6. Галушкин А.И. Нейросетевые технологии в России / А.И. Галушкин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012.
7. Использование перспективных информационных технологий в обучении студентов факультета автомобильного транспорта / И.Г. Лемешкина, Е.С. Павлова, И.В. Приходькова, О.А. Авдеюк // Перспективные информационные технологии – 2013 (ПИТ–2013) : тр. междунар. науч.-техн. конф. (г. Самара, 4-6 дек. 2013 г.) / Самарский науч. центр РАН, Самарский гос. аэрокосмический ун-т им. акад. С.П. Королёва (нац. исслед. ун-т) [и др.]. - Самара, 2013. - С. 420-422.
8. Применение нейросетевых технологий при решении прикладных задач / И.Г. Лемешкина, М.Г. Скворцов, И.В. Приходькова, Е.С. Павлова, К.В. Приходьков, О.А. Авдеюк // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. ИНФО–2016 : сб. тр. XIII междунар. науч.-практ. конф. (г. Сочи, 1-10 окт. 2016 г.) / редкол.: С.У. Увайсов (гл. ред.), И.А. Иванов (отв. ред.) [и др.] ; Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА им. проф. Жуковского [и др.]. - Москва, 2016. - С. 35-38

А.В.Лопатин, С.В.Кишкина

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КРАУДСОРСИНГА В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ КУЙБЫШЕВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ – ФИЛИАЛА ОАО «РЖД»

(Куйбышевская железная дорога – филиал ОАО «РЖД»)

В целях повышения уровня клиентоориентированности и вовлечения работников холдинга «Российские железные дороги» в решение корпоративных задач и оптимизацию бизнес – процессов в регионе Куйбышевской железной дороги организовано применение технологии краудсорсинга. Краудсорсинг – это поиск решения задач силами неограниченного числа добровольцев. Основа метода - именно сбор решений, а не проблем.

В течение квартала 2016 года на сайте Куйбышевской железной дороги в сети Интранет в пилотном режиме функционировала специализированная информационная краудсорсинговая платформа (рис.1).

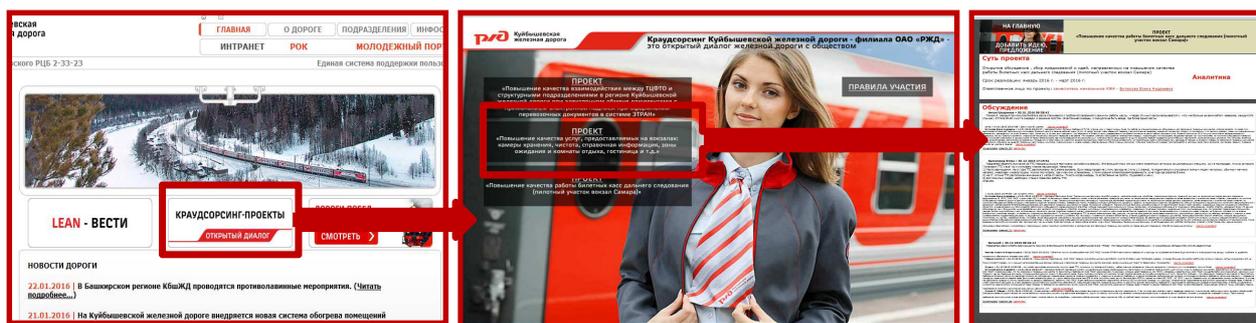


Рис.1 Информационная краудсорсинговая платформа

Было открыто обсуждение и поиск решений на следующих направлениях: «Повышение качества услуг, предоставляемых на вокзалах: камеры хранения, чистота, справочная информация, зоны ожидания, комнаты отдыха, гостиница и т.д.», «Повышение качества взаимодействия между Куйбышевским территориальным центром фирменного транспортного обслуживания (далее КТЦФТО) и структурными подразделениями Куйбышевской железной дороги при электронном обмене документами с применением электронной подписи при оформлении перевозочных документов в системе ЭТРАН», «Повышение качества работ касс дальнего следования (пилотный участок вокзал Самара)».

Информационная система имеет возможность сбора новых предложений в каждом направлении, комментирования уже имеющихся предложений. Для удобства пользователей автоматически определяется ТОП 5 самых комментируемых предложений (количество комментариев) и ТОП 5 предложений по оценке участников (кнопка «нравится»).

За время работы во всех темах было подано более 30 предложений, оставлено более 80 комментариев. Более 1200 уникальных пользователей посетило страницу.

За время пилотного использования информационной краудсорсинговой платформы были получены следующие результаты.

Направление I «Повышение качества услуг, предоставляемых на вокзалах: камеры хранения, чистота, справочная информация, зоны ожидания, комнаты отдыха, гостиница и т.д.». Ответственный за рассмотрение и реализацию - Куйбышевская региональная дирекция железнодорожных вокзалов.

Было получено 17 предложений, все из которых были рассмотрены и 4 приняты к реализации.

Из всех поступивших предложений реализованы следующие предложения:

1. Сбор от клиентов оценок качества услуг, предоставляемых в санитарных комнатах - осуществлена оценка качества услуг путем анкетирования. Выявлены области для улучшения деятельности, причастным даны рекомендации.
2. Расширение зон доступа в интернет по технологии Wi-Fi - осуществлено на вокзалах Пенза, Рузаевка, Саранск, Самара, Уфа.
3. Организация бесплатного предоставления зарядки мобильных устройств – реализовано.



4. Организация детских игровых комнат на вокзалах Самара, Пенза-1, Рузаевка и Уфа - срок реализации 2017 г.

Направление II «Повышение качества взаимодействия между ТЦФТО и структурными подразделениями Куйбышевской железной дороги при электронном обмене документами с применением электронной подписи при оформлении перевозочных документов в системе ЭТРАН». Ответственный за рассмотрение и реализацию – ТЦФТО.

За время пилотного использования информационной платформы подано 17 предложений, которые были рассмотрены КТЦФТО. Из них одобрено 8 и отклонено по объективным причинам 9 предложений.

Основные предложения касаются реализации в АС ЭТРАН (автоматизированная система «Электронная транспортная накладная») подписания электронной подписью других видов документов, связанных с перевозкой грузов. В целях реализации одобренных предложений КТЦФТО направлено обращение в ЦФТО (центральный руководящий орган) о дальнейшем развитии в АС ЭТРАН электронного документооборота с применением электронной подписи. В настоящее время в ЦФТО находится на стадии реализации и тиражирования на сеть железных дорог проект внедрения электронного документооборота счетов-фактур, актов оказанных услуг и перечней к ним, а также подписание электронной подписью уведомлений о завершении грузовой операции формы ГУ-26. Запланирован ввод в промышленную эксплуатацию электронного обмена данными документами в ближайшее время (начиная со 2-го квартала 2016 г.). Успешно проведено тестирование оформления с применением электронной подписи таких документов, как уведомление о времени подачи вагонов под погрузку или выгрузку формы ГУ-2в, памятка приемосдатчика формы ГУ-45, вагонный лист на повагонную отправку формы ГУ-38а, вагонный лист на группу вагонов формы ГУ-38б, акт общей формы ГУ-23. Для тиражирования на всю сеть дорог подготовлен и находится на согласовании причастными департаментами ОАО «РЖД» план эксплуатации Интегрированной системы обмена документами в электронном виде.

Кроме этого поступили другие предложения, которые выходят за рамки заявленной тематики, потому что касаются электронного документооборота с внешними клиентами, а не со структурными подразделениями ОАО «РЖД». Но в связи с актуальностью этих предложений КТЦФТО в целях их реализации разработал технические задания и направил письма в ЦФТО с предложениями о доработке в АС ЭТРАН:

1. Новой автоматизированной справки «Справка о прибытии» для грузоотправителя со сведениями о прибытии вагонов/контейнеров на станцию назначения. Это позволит грузоотправителям оптимизировать ведение бухгалтерской отчетности, требуется грузоотправителям для доказательства своевременности оплаты налога на прибыль при проверках налоговой инспекцией, повысит клиентоориентированность компании.

2. Паспорта отката операции «погрузка» для просмотра и печати внесенных грузоотправителем изменений в накладную и уведомление о предъявлении



вагона для перевозки после отката операции «погрузка», оформленных в АС ЭТРАН с применением электронной подписи. Эти сведения требуются в целях контроля полноты оплаты грузоотправителями за нахождение на железнодорожных путях общего пользования подвижного состава в ожидании оформления перевозочного документа.

Направление III «Повышение качества работ касс дальнего следования (пилотный участок вокзал Самара)». Ответственный за рассмотрение и реализацию – Куйбышевский филиал АО «Федеральная пассажирская компания».

Поступившие предложения (организация в кассовом зале «Электронной очереди», возможность оформления проездных документов по транспортным требованиям через сеть Интернет, одно предложение отклонено по причине несоответствия темы) находятся вне компетенции Куйбышевского филиала АО «ФПК». Предложения сотрудников установленным порядком направлены в АО «ФПК».

Разработанная информационная краудсорсинговая платформа в период пилотной эксплуатации показала себя как действенный механизм поиска решений и оптимизации реализуемых процессов. Статистика комментариев и просмотров продемонстрировала интерес работников дороги к данному инструменту как к новой системе обсуждения проблем.

Разработанная информационная краудсорсинговая платформа имеет большой потенциал и возможностей дальнейшего развития. Дальнейшее использование технологии позволит:

1. Сформировать систему решения проблем.
2. Оперативно выявлять и влиять на возникающие несоответствия.
3. Привлечь максимально возможное число как сотрудников компании, так и клиентов к вопросу оптимизации деятельности.
4. Получать оперативную и всестороннюю обратную связь.
5. Сделать деятельность компании в области работы с клиентом (в том числе внутренним) более прозрачной.

Т.И. Михеева

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

(Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королева)

Среди задач, решаемых в рамках функционирования транспортной инфраструктуры, отдельной задачей стоит мониторинг характеристик улично-дорожной сети (УДС), транспортных потоков, технических средств управления движением. Мониторинг характеристик УДС включает в себя паспортизацию участков УДС, транспортных развязок и тоннелей, надземных и подземных пе-



шеходных переходов, железнодорожных переездов, аварийно-восстановительных работ на УДС [1, 2]. Решение задач мониторинга технических средств организации дорожного движения подразумевает использование современных геоинформационных технологий, создание баз данных дорожных знаков, разметки, светофорных объектов, ограждений и т.д.

Для развития информационного обеспечения характерно наличие механизмов формализации знаний, адаптирующихся под «интеллектуальный кругозор» пользователя. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS» базируется на успешно развивающейся информационной технологии, объединяющей в себе возможность работы с базами данных, с объектами транспортной инфраструктуры, с визуализацией данных в виде интерактивных геообъектов на географической карте. «ITSGIS» является удобным средством для хранения и обработки геоданных, обладает огромным потенциалом в области интеллектуальной поддержки принятия решений.

У интеллектуальной транспортной геоинформационной системы (ГИС) есть одна важная особенность – широкий круг пользователей, которым нужна информация о транспортных сетях и объектах транспортной инфраструктуры (ТрИ): дорожники, создающие и поддерживающие сети в рабочем состоянии; водители, осуществляющие грузовые и пассажирские перевозки; рядовые пассажиры и водители, пользующиеся транспортом для проезда [3]. В Северной Америке и Европе созданы и широко доступны ГИС-пакеты, содержащие дорожные базы данных с полноценной визуализацией электронной карты. В России в настоящее время есть множество ведомственных ГИС, каждая из которых содержит часть общей картины, но они разрознены, мало совместимы и практически недоступны массовому потребителю. Создание единой интеллектуальной геоинформационной основы поможет решить эту проблему.

Области применения «ITSGIS» можно разделить на предназначенные для решения задач сетевидного управления и ориентированные на отдельный транспортный геообъект. Такое деление связано, в первую очередь, с существенно разной функциональностью. В первом случае важны все описательные характеристики объектов, их детальные планы, увязка с базами данных имущества, кадастром и т.д. Во втором важно знать, как объекты ТрИ связаны, какова пропускная способность участков сети, как можно двигаться из одного пункта в другой, какова дислокация технических средств организации дорожного движения и т.д.

Интеллектуальность «ITSGIS» обеспечивается наличием нейросетевых технологий [4]. С помощью нейросетей сформирован универсальный аппарат, решающий различные специфические задачи из разных проблемных областей, в том числе в управлении транспортными процессами. Такая универсальность обуславливается тем, что нейросети дают стандартный способ решения многих нестандартных задач. Возможно, что специализированная программа решает лучше какой-либо класс задач, однако намного важнее, что один нейроимитатор может решить задачу, как одного, так и другого класса. При этом отпадает необходимость в создании специализированных приложений для каждой спе-



цифической задачи. Геоинформационные технологии «ITSGIS», использующие нейросети, позволяют объединить две задачи: распознавание образов и классификацию. Нейросеть более гибка по отношению к внешним факторам, таким, как возникновение теней или положение камеры. Обнаруженное с помощью нейронной сети транспортное средство может быть классифицировано, как относящееся к одному из нескольких типов с учетом его государственного номера, марки, наличия или отсутствия в розыске и т.д.

«ITSGIS» в своем функционале имеет нейросеть, способную классифицировать городскую уличную обстановку по степени ее перегруженности, анализировать сезонные изменения интенсивности транспортных потоков уличного трафика. Ограниченность этой работы заключается в трудности переносимости результатов, т.к. обучение сети осуществляется на сугубо специфическом наборе данных, предоставленных конкретной ТрИ. Кроме того, имеется существенная зависимость от характеристик сечения УДС, и данные должны быть получены в узком сезонном промежутке. К рассматриваемому классу задач относится также задача идентификации затора, вызванного чрезвычайной ситуацией, возникшей на дороге.

Одно из решений, способных увеличить надежность и достоверность результатов работы «ITSGIS», как системы управления транспортной инфраструктурой, заключается в наличии нескольких различных моделей, построенных на основе разных методов моделирования. Поскольку невозможно заранее узнать, какая из моделей даст лучший прогноз при текущих условиях, в «ITSGIS» реализована возможность объединения моделей для получения гибридного решения [5]. Гибридизация в геоинформационных технологиях «ITSGIS» состоит в совместном применении различных методов и моделей для обработки информации об одном и том же объекте. Парадигма такого подхода основана на согласии с тем, что любая сколь угодно сложная искусственная модель реального объекта всегда будет примитивнее и проще оригинала, и только многоаспектное его изучение с последующей интеграцией получаемых результатов позволит обрести необходимые знания или приблизиться к оптимальному решению. Логично ожидать от гибридизации, что совместное решение отразит реальность тщательнее, чем любая единичная модель за долгий промежуток времени.

Подсистемы в «ITSGIS» используют общие данные и схожие алгоритмы доступа к этим данным [6]. Унифицированная программная инфраструктура «ITSGIS» разработана на базе платформы *Microsoft .NET*, включающая стандартный набор элементов уровней бизнес-логики и представления, и облегчающая создание прикладных клиент-серверных приложений, ориентированных на решение задач управления ТрИ урбанизированной территории [7, 8]. В программной инфраструктуре «ITSGIS» выделено серверное и клиентские ядра. Серверное ядро обеспечивает подключение к базе данных, авторизацию и аутентификацию пользователя, управление работой всех компонентов системы в целом.

Одной из систем «ITSGIS» является система экспертной дислокации тех-



нических средств организации дорожного движения на УДС (электронную карту), предназначенная для проверки корректности установки дорожных знаков и светофоров, согласно ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».

В системе реализованы следующие функциональные блоки:

- ✓ просмотр данных об установленных объектах;
- ✓ анализ допустимости установки объекта на участок УДС;
- ✓ установка/удаление/редактирование объекта в среде ГИС;
- ✓ отчет об установке/отказе в установке со ссылкой на ГОСТ.

На рисунке 1 показан процесс установки дорожного знака согласно экспертной системы в некоторую точку УДС или дополнительного дорожного знака на одну опору с уже существующей группой знаков.

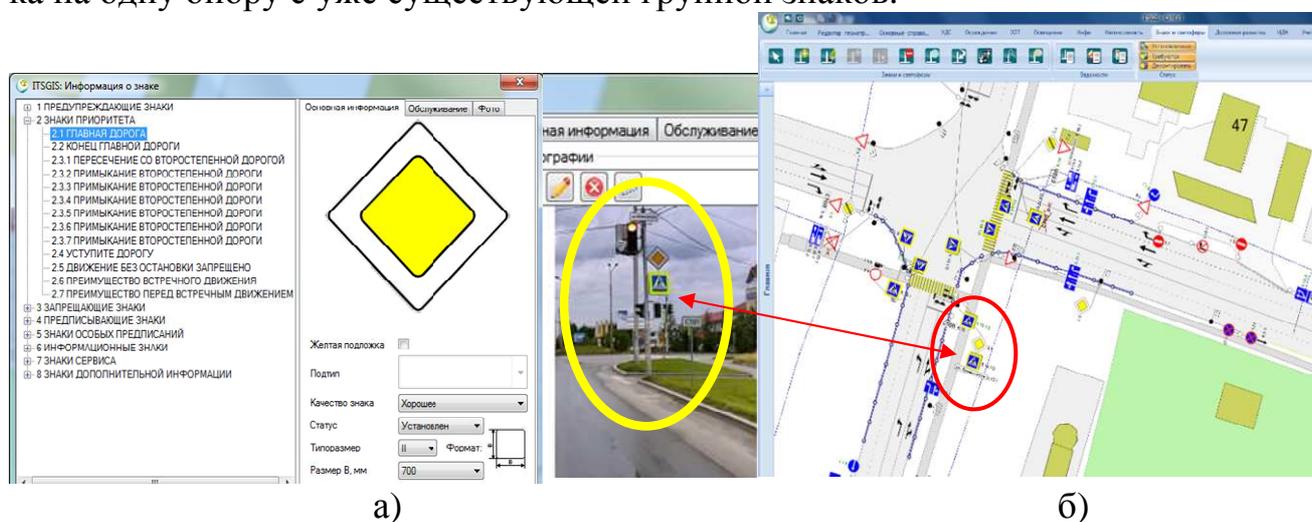


Рис. 1. Установка дорожного знака на карту в «ITSGIS»

а) выбор дорожного знака из БД

б) карта с дислоцированными дорожными знаками

Система мониторинга нештатных ситуаций на УДС предназначена для контроля, учета и своевременного устранения ситуаций, возникающих в процессе функционирования транспортной инфраструктуры [9].

В системе реализованы следующие функциональные блоки:

- ✓ сбор, классификация и запись в соответствующие таблицы БД поступивших оперативных сообщений;
- ✓ назначения исполнителей и передача сообщения соответствующей организации;
- ✓ автоматическая установка и контроль сроков устранения нештатных ситуаций;
- ✓ подготовка различных видов отчетной документации;
- ✓ отображение нештатных ситуаций на электронной карте в «ITSGIS».

Учет и анализ ДТП в «ITSGIS» осуществляется в целях оценки состояния аварийности, выявления причин и условий возникновения происшествий и принятия мер по их устранению.

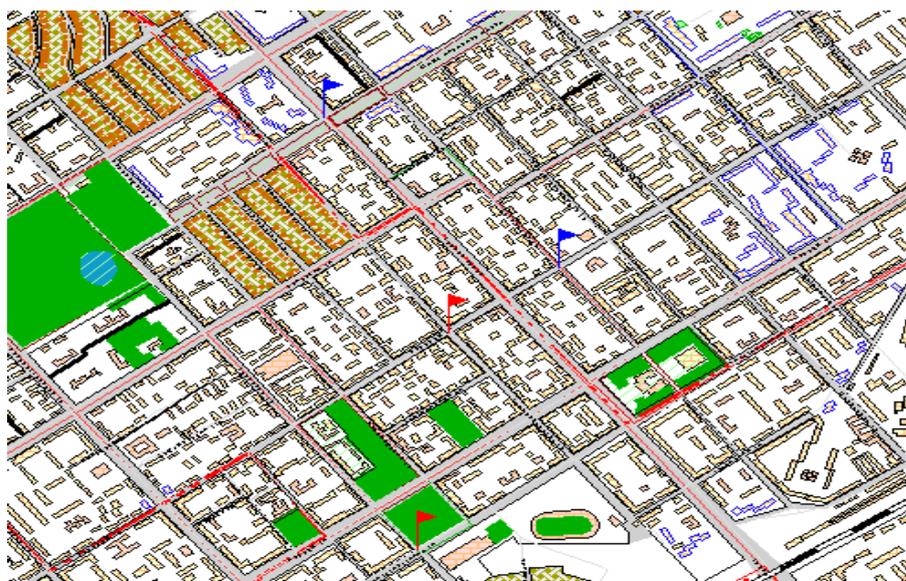


Рис. 2. Отображение флажками на карте нештатных ситуаций

ДТП наносится на карту в отдельный информационный слой, затем интеллектуальная процедура «ITSGIS» анализирует эту информацию и автоматически строит слой карты с очагами аварийности (концентрации ДТП). Оперативное выявление мест концентрации ДТП используется для дальнейшей разработки и внедрения мероприятий по снижению аварийности и повышению уровня безопасности дорожного движения, для оптимальной расстановки сил и средств дорожно-патрульной службы ГИБДД и принятия эффективных мер по снижению вероятности возникновения ДТП.

Для выявления мест концентрации ДТП на карте в ИТС реализованы методы, основанные на использовании интеллектуальной технологии *Data Mining* [10]:

- ✓ алгоритмы кластеризации «на основе решеток», выполняющие квантование пространства кластеризации на конечное число ячеек: клеточный и циркулярный;
- ✓ алгоритмы триангуляции Делоне, выполняющие планарное разбиение плоскости на M фигур, из которых одна является внешней бесконечной, а остальные треугольниками.

Сравнительный анализ алгоритмов позволил выявить области предпочтения их использования в задачах определения мест концентрации пространственных объектов.

Система учета территорий [11] в «ITSGIS» предназначена для выявления т.н. «белых пятен» на карте по закреплению городских территорий за управляющими компаниями, обеспечивающими уборку проезжих частей, тротуаров, газонов, парков, скверов, придомовых территорий и других объектов городской инфраструктуры.

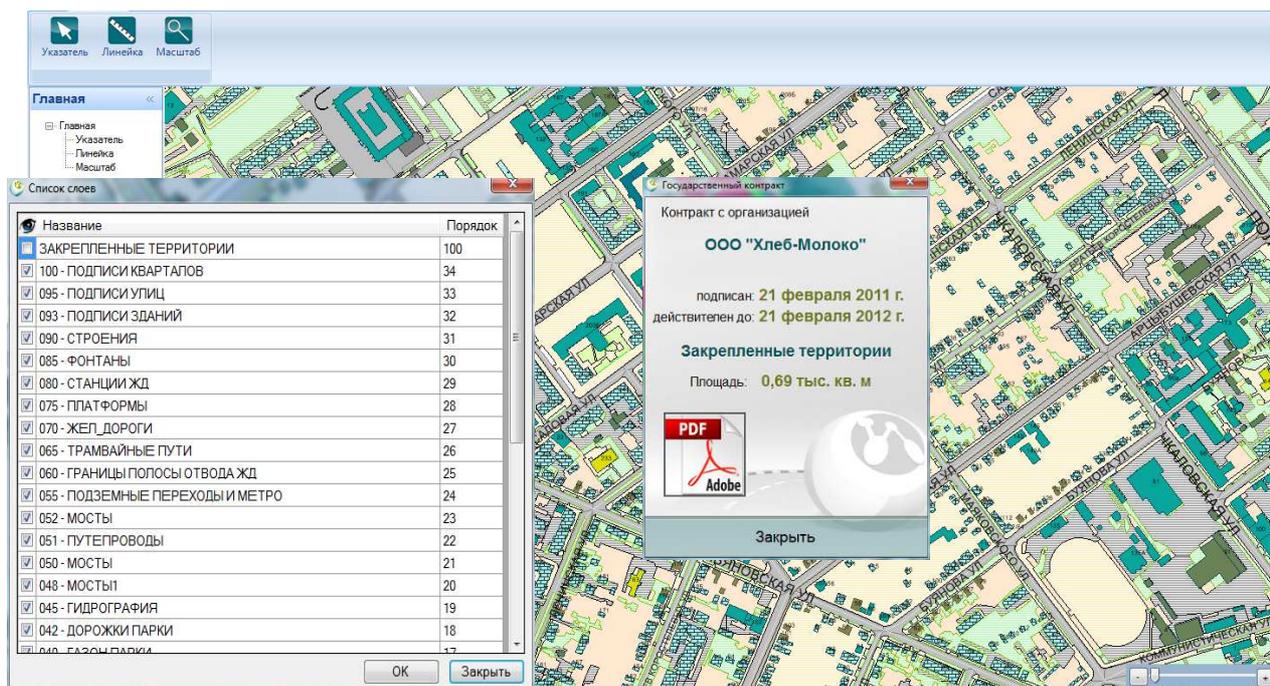


Рис. 3. Отображение слоев карты и закрепленных территорий в «ITSGIS»

В системе ведется учет любых объектов (полигональных, линейных, точечных) электронной карты с их семантическим наполнением (назначение объекта, принадлежность организации, отсканированные документы, контакты для связи с населением и т.д.). Интерактивная часть «ITSGIS» выполнена в веб-интерфейсе и позволяет работать с ней через интернет. В системе предусмотрено разграничение прав пользователя, что позволяет отделить служебную информацию, работа с которой необходима соответствующим службам, от открытой информации, доступной всем гражданам.

Литература

1. Бурков, С.М. Задачи системного анализа и методология формирования интеллектуальной системы управления транспортным комплексом города / С.М. Бурков, Г.Я. Маркелов, И.Н. Пугачев // Вестник ТГУ. – 2013. – № 4 (31). – С. 83–90.
2. Апатцев, В.И. Идеология интеллектуального управления сложными транспортными системами / В.И. Апатцев, М.Г. Лысиков, А.М. Ольшанский // Наука и техника транспорта – 2014. – № 2. – С. 62–64.
3. Михеева Т.И., Михеев С.В., Сапрыкин О.Н. Управление транспортной инфраструктурой. – Самара: Интелтранс, 2015. 173 с.
4. Михеева Т.И., Сидоров А.В., Михайлов Д.А. Нейровизуальные модели поддержки принятия решений дислокации объектов управления транспортными потоками. // Самара: Известия СГУ РАН. – 2015. – Т. 17. – № 2 (5). – С. 1063–1068. – ISSN 1990-5378.
5. Валуев, А.М. Моделирование транспортных процессов в формализме гибридных систем / А.М. Валуев // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 : сборник трудов. – М. : Институт проблем управления РАН, 2014. – С. 5033–5043.



6. Головнин, О.К. Функциональные программные составляющие интеллектуальной транспортной системы / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // ПИТ 2013 : труды Международной научн.-техн. конф.. – Самара : Изд-во СНЦ РАН, 2013. – С. 273–276.

7. Сапрыкин О.Н., Михеева Т.И., Головнин О.К., Паттерны визуализации пространственно-координированных данных / ПИТ-2014. Труды междунаучно-техн. конф. Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2014. С.360-362.

8. Михеева Т.И., Михеев С.В., Михайлов Д.А. К вопросу об измерении интенсивности транспортных потоков и визуализации в ITSGIS / Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. - Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – С. 180-186.

9. Осьмушин, А.А. Обмен информацией V2I в геоинформационной транспортной системе в условиях критических ситуаций / С.В. Михеев, А.А. Осьмушин, О.К. Головнин // Известия СНЦ РАН. – 2014. – Т. 16, № 4 (2). – С. 399–403.

10. Федосеев, А.А. Технология Data Mining в задачах прогнозирования развития транспортной инфраструктуры [Электронный ресурс] / А.А. Федосеев, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – Режим доступа : <http://www.science-education.ru/107-8153>.

11. Головнин, О.К. Геоинформационная система закрепления территорий на электронной карте / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем: межвузовский науч. сборник. – Уфа: Изд-во УГАТУ, 2014. – С. 23-28.

С.В. Михеев

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КООРДИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ

(Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королева)

Постоянное усложнение дорожно-транспортных условий требует непрерывного совершенствования методов и средств управления транспортными потоками. Актуальной является проблема создания гибкой технологии, обеспечивающей проведение компьютерных экспериментов в предметной области (ПрО) «Управление транспортными потоками», и имеющей эффективную реализацию в современной геоинформационной среде, легко адаптирующейся к задачам исследования ПрО. Эта проблема связана с использованием методов и инструментальных средств, позволяющих разрабатывать технологии компьютерного исследования с полным учетом свойств ПрО и профессионального кругозора исследователя.

В качестве методологической основы компьютерной технологии управления транспортными потоками (ТрП) резонно использовать таксономические



модели сложноорганизованной интеллектуальной транспортной геоинформационной среды «ITSGIS», которые с одной стороны органично связаны с иерархической декомпозицией ПрО, а с другой – имеют адекватную реализацию в виде механизмов наследования:

- геоинформационные таксономические технологии [1] позволяют проводить исследования транспортных потоков в естественных категориях предметно-ориентированного лексикона пользователя-исследователя без знания технологических аспектов программирования;
- объектно-ориентированные имитационные технологии исследования отличаются от существующих наличием гибкой инструментальной среды, допускающей простую модификацию и расширение спектра исследовательских задач и наличием адаптивного управления транспортными потоками [2];
- геоинформационный анализ и таксономическое проектирование позволяют создавать эволюционную технологию моделирования поведения транспортных потоков на улично-дорожной сети города; такая технология в отличие от существующих имеет возможность не только получать в имитационном эксперименте новые знания о различных объектах транспортной инфраструктуры, но и использовать их для развития технологии проектирования и исследования путем уточнения и расширения понятийных основ ПрО [3];
- использование сетецентрического координированного управления транспортными потоками на улично-дорожной сети (УДС) [4] города приведет к упорядочиванию транспортных потоков, увеличению пропускной способности транспортной сети и улучшению экологической ситуации за счет сокращения транспортных задержек.

Применение сетецентрического управления ТрП в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» обеспечивает [5]:

- повышение безопасности дорожного движения;
- увеличение пропускной способности транспортной сети;
- снижение задержек транспорта на перекрестках;
- увеличение эффективности использования дорожно-уличной сети;
- снижение расхода горюче-смазочных материалов;
- оздоровление экологической обстановки;
- повышение оперативности управления движением.

В рамках сетецентрического подхода «ITSGIS» изначально построена как распределенная, открытая для наращивания и состоящая из автономных, но согласованно и координировано действующих интеллектуальных подсистем отдельных транспортных районов, которые в случае необходимости могли бы взаимодействовать, выявлять конфликты и находить приемлемые компромиссы [6].

Управление, основанное на сетецентрическом принципе, обеспечивает построение зон управления, в которых происходит обмен информацией между



управляющими центрами. Управляющие центры, расположенные в пределах зоны управления, могут получать данные о целях и действиях управляющих центров других зон, управлять транспортными потоками на перекрестках и переездах в пределах своей зоны управления. Задача координированного управления – минимизация количества транспортных средств, вынужденных остановиться перед перекрестком [7].

Рассматривая «ITSGIS» как компьютерную технологию автоматизированного исследования транспортных потоков, построенную на декомпозиционной основе таксономических отношений объектов предметной области, получаем возможность:

- предоставить пользователю-непрограммисту предметно-ориентированные средства спецификации моделей;
- снижения трудоемкости и улучшения качества управления ТрП за счет использования принципов сетецентрического управления;
- проведения имитационных экспериментов и анализ их результатов.

Интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS» предназначена для выполнения следующих основных функций [8]:

- *построение объектно-ориентированных моделей* инструментальных программных средств исследования ТрП на основе таксономической спецификации межклассовых отношений исследуемой предметной области [9];
- *программную реализацию классов ПрО* на основе таксономических моделей, а также разработку CASE-инструментов поддержки среды исследования и управления [10];
- *автоматический мониторинг состояния объектов транспортной инфраструктуры* (дислокация технических средств организации дорожного движения, структура светофорного цикла);
- *автоматический мониторинг транспортных потоков* (сбор и анализ данных об интенсивности ТрП, скорости движения и составе ТрП от различных детекторов транспорта) [11];
- *отображение объектов транспортной инфраструктуры* (дорожных знаков, светофорных объектов, интенсивности движения ТрП) на электронной карте [8];
- *автоматическое координированное управление светофорными объектами*. Координация заключается в организации согласованной работы светофоров на смежных перекрестках, при этом с помощью соответствующих математических моделей выполняется многокритериальная оптимизация на сети улиц. Сущность координированного управления сводится к обеспечению безостановочного проезда группы автомобилей с определенной скоростью через все регулируемые перекрестки магистрали. Для этого сдвиг фаз регулирования в направлении координации выбирается, исходя из заданной скорости движения групп и расстояния между перекрестками. Переключение программ координации осуществ-



- ляется по расписанию (по времени суток и дням недели), либо по параметрам транспортных потоков (адаптивно) [13];
- *оперативное сетевое управление* движением ТрП в экстремальных ситуациях, задание специальных режимов светофорного регулирования;
 - *телевизионный надзор* за транспортной ситуацией и оперативной обстановкой в наиболее напряженных узлах УДС;
 - *автоматическое и оперативное сетевое управление* движением ТрП на скоростных магистралях города, в том числе:
 - автоматическое обнаружение заторов и ДТП,
 - управление движением в тоннелях;
 - *автоматизированное информирование* участников движения с помощью динамических информационных табло и управляемых дорожных знаков о дорожно-транспортной ситуации;
 - *контроль и диагностика* периферийного оборудования и каналов связи.

Для оценки оптимальности сетецентрического координированного управления транспортными потоками используется критерий транспортной задержки на управляемом перекрестке. Сравнительный анализ натуральных испытаний и имитационного моделирования алгоритмов локального и координированного управления транспортными потоками позволяет делать вывод о корректности построенных сетецентрических моделей и адекватности работы «ITSGIS».

Систематизация и обобщение известных схем локального и координированного управления ТрП на УДС города дает возможность выстроить общую структуру управления и спроектировать схему сетецентрического управления. Такая схема основана на расслоении динамических свойств «ITSGIS» и позволяет реализовать универсальные инструментальные средства управления имитацией [8].

Любой модуль имитационной среды «ITSGIS» локализованный информационно, как программный эквивалент класса объектов транспортной инфраструктуры, характеризуется триадой $\langle TypeOb, TFunction, Algorithm \rangle$, где *TypeOb* – тип объектов класса, *TFunction* – действия над объектами – переменными типа *TypeOb*, *Algorithm* – схемы поведения объектов-экземпляров класса. *TFunction* и *TypeOb* экспортируются из модуля-класса, *Algorithm* инкапсулированы в нем, так что пассивация и активация элементов *Algorithm* вне модуля опосредована, – она производится через вызовы элементов *TFunction*.

Конечная задача локального управления – переключение светофорных сигналов в зоне одного перекрестка, для нее в качестве *TypeOb* выступают объекты класса «*Регулируемый_Перекресток*», в качестве *TFunction* – метод *MLocalControl*. Эта задача разделена на несколько частных задач (*Algorithm*): фазообразование, компоновка фаз, коррекция длительностей, формирование переходных интервалов [5].

Транспортная ситуация на управляемом перекрестке в момент времени t



описывается вектором состояния $\bar{Y}(t) = \{Y_1(t), Y_2(t), \dots, Y_i(t), \dots, Y_m(t)\}$, компоненты которого обозначают количество транспортных средств в данный момент на отдельных подходах к перекрестку [14]. На состояние транспортного потока оказывает воздействие управление $\bar{U}(t)$, выбранное из множества возможных управлений. Таким образом, в следующий момент времени состояние потока изменится под влиянием управляющего воздействия $\bar{U}(t)$: $\bar{Y}(t+1) = f\{\bar{Y}(t); \bar{U}(t)\}$.

Эффективность локального управления ТрП оценивается степенью приближения истинного состояния ТрП \bar{Y} к цели управления, т.е. требуемому значению \bar{Y}^* , предельное значение эффективности определяется равенством этих значений.

Целью управления транспортными потоками на перекрестке является обеспечение безопасного и эффективного движения ТрП. В качестве основополагающего критерия эффективности алгоритмов принимаем величину задержки, приходящейся на одно транспортное средство [15]. Его достоинством является простота реализации при исследовании любым способом (эмпирически, аналитически, моделированием), наглядность, прямая связь со стоимостным выражением потерь и, в связи с этим, возможность непосредственной оценки эффективности процесса управления. В процессе исследования в качестве «вторичных» можно использовать и другие критерии оптимизации. Для расчета принятого за основу критерия эффективности локального управления ТрП используется критерий Вебстера. В качестве параметров, используемых для оценки задержки D , выступают: T – длительность цикла (сек), G_j – зеленая, R_j – красная фаза светофорного цикла (сек); N_j – число транспортных средств, ожидающих в очереди, I – интенсивность ТП (авт/сек), g_j – часть эффективного времени горения зеленого сигнала, соответствующего времени свободного проезда (сек).

При реализации и сравнительной оценке алгоритмов управления ТрП на перекрестке в реальном масштабе времени используется следующий подход: разбиение диапазона изменения интенсивностей на короткие циклы с приблизительно одинаковыми значениями; определение задержки для циклов с учетом режима работы перекрестка; суммирование расчетных значений для получения общего конечного результата. В режиме разъезда очереди часть цикла, в которой образуется задержка, равна: $t_{pj} = T_j - g_j$; число транспортных средств, ожидающих в очереди: $N_{pj} = I_j(T_j - g_j)$; число транспортных средств, задержанных в очереди в j -ом цикле: $N_{oj} = N_{j-1} + I_j \cdot T$.

При расчете программ координации для магистралей с двусторонним движением ТрП возможно возникновение ситуаций, которые сложно и трудно правильно решать с помощью графоаналитического метода, предназначенного для решения таких задач. В этом случае используется метод, определяющий сдвиги фаз на каждом перекрестке, минимизирующий величину обоб-



щенного критерия транспортной задержки на магистрали $D = \min_{t_{ci}} \sum_{i=1}^n [f(D_i) + \varphi(D_i)]$

, где $f(D_i)$ – задержка ТП на i -м перекрестке для прямого направления; $\varphi(D_i)$ – задержка ТП на i -м перекрестке для встречного направления. Расчет обобщенного критерия проводится в «ITSGIS» с применением имитационной модели объекта управления: исходные данные о параметрах объекта управления (интенсивность, времена проезда и т.д.) заносятся в модель, и затем проводится просчет на модели при заданных параметрах светофорного регулирования.

Использование объектно-ориентированных геотехнологий позволило в имитационной среде «ITSGIS» моделировать макроструктуру ТрП различной сложности с произвольным набором имманентных свойств. В среде моделирования на электронной карте предусмотрена возможность конструирования УДС произвольной конфигурации, включающей большое количество перекрестков, варьируемого уровня сложности.

Сетецентрическое координированное управление транспортными потоками позволяет достичь следующих расчетных технико-экономических показателей:

- снижение задержек транспорта до 20-25 %;
- уменьшение времени поездки до 10-15 %;
- уменьшение массы выбросов окиси углерода, углеводородов, окислов азота и других вредных веществ до 5-10 %;
- снижение потребления горючего до 5-15 %.

Генеральным проектировщиком «ITSGIS» и разработчиком ее прикладного программного обеспечения, является научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы».

Литература

1. Golovnin, O.K. Territorial Management using ITSGIS / O.K. Golovnin, T.I. Mikheeva, V.A. Klyuchnikov // Proceedings of the 2nd International Conference “Intelligent Technologies for Information Processing and Management”, Vol. 1, Ufa, Russia, November 10–12, 2014. – P. 211–214.

2. Бадд Т. Объектно-ориентированное программирование в действии: Пер. с англ. – СПб.: Мир. 1997. - 464 с.

3. Головнин, О.К. Модель пространственных данных оценки состояния объектов транспортной инфраструктуры в интеллектуальной ГИС «ITSGIS» / Т.И. Михеева, А.А. Федосеев, О.К. Головнин // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем : межвузовский науч. сборник. – Уфа : Изд-во УГАТУ, 2013. – С. 69–73.

4. Амбарцумян, А.А. Сетецентрическое управление на сетях Петри в структурированной дискретно-событийной системе / А.А. Амбарцумян // Управление большими системами. – 2010. – № 30.1. – С. 506–535.

5. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К. Метод синтеза системы зонального сетецентрического управления транспортными процессами // Известия



тия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 4 (4). – С. 799–807.

6. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, О.Н. Сапрыкин – Самара : Интел-транс, 2015. – 216 с.

7. Затуливетер, Ю.С. Графодинамические системы с сетевым управлением в математически однородном поле компьютерной информации / Ю.С. Затуливетер, Е.А. Фищенко // Управление большими системами : сборник трудов. – 2010. – № 30.1. – С. 567–604.

8. Intelligent Transport Systems: Methods, Algorithms, Realization / T.I. Mikheeva, I.G. Bogdanova, A.A. Fedoseev, O.K. Golovnin, [et al]; under the editorship of T. Mikheeva. – Saarbrücken : LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 164 p.

9. Михеев С.В., Михеева Т.И. Модели наследования в системе управления дорожным движением // Информационные технологии, 2001. № 7. С.50-54.

10. Михеев С.В. Таксономические модели управления дорожным движением // Актуальные проблемы радиоэлектроники – Самара: СГАУ, 2000. С. 91-95.

11. Михеев С.В. Алгоритм жесткого координирования дорожного движения // В кн. Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении - Самара: СГАУ, - 2001. – С. 80-88.

12. Петров, В.В. Управление транспортными потоками с учетом их стохастичности / В.В. Петров, А.С. Кашталинский // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2012. – № 24. – С. 27–29.

13. Михеев, С.В. Расчет программ координации управления транспортными потоками / С.В. Михеев // Актуальные проблемы радиоэлектроники. Серия: Вестник СГАУ. – 2003. – С. 30–35.

14. Посмитный, Е.В. Методика адаптивного управления транспортными потоками высокой интенсивности в условиях города на основе мезо-модели динамики с применением генетических алгоритмов [Электронный ресурс] / Е.В. Посмитный, М.И. Медовщиков // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 84 (10). – С. 1–11. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/75.pdf>.

15. Пуртов, А.М. Использование таксономии при анализе задержек в автотранспортных сетях / А.М. Пуртов // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2013. – № 2 (30). – С. 73–78.



Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин

СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛЕТНЫХ ПЛАНОВ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

(Самарский университет)

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) многовинтового типа востребованы во многих областях деятельности. Актуальным видится их применение для точной адресной доставки малогабаритных грузов как в городской среде с высоким уровнем урбанизации, так и на труднодоступной пересеченной местности. Полеты воздушных судов осуществляются в соответствии с полетными планами (картами), которые согласуются с контролирующими органами. С целью повышения оперативности формирования полетного плана и его согласования, видится разумным создание автоматизированной системы, обеспечивающей формирование полетных планов с контролем безопасности полетов БПЛА в заданных эшелонах и коридорах и отслеживания местоположения БПЛА на электронной карте.

Разработана транспортная геоинформационная система формирования полетных планов для БПЛА, которая предназначена для автоматизации работ по формированию полетных карт для осуществления перевозочной и сопряженной с ней деятельности в интересах перевозчиков и логистических организаций, собственников БПЛА, логистических диспетчерских центров управления полетами и перевозками. Автоматизация выполняется на основе геоинформационной системы ITSGIS, электронной векторной карты, модели транспортной сети и базы данных объектов транспортной инфраструктуры.

Полетная карта предназначена для формирования маршрута движения БПЛА (от одной посадочной платформы до другой) при перевозке малогабаритного груза от поставщика к потребителю с учетом штатных и нештатных ситуаций. Посадочная платформа предназначена для безопасного взлета и посадки БПЛА в условиях городской зоны, где присутствует сложность в определении пространственного положения БПЛА, ограничено пространство для маневрирования. Все посадочные платформы дислоцируются на электронной карте и включаются в полетную карту БПЛА (рис. 1). Посадочные платформы в разработанной системе по назначению подразделяются на следующие виды: взлета (исток), посадки (сток), подзарядки, ремонта (станции технического обслуживания) и посадки в критических ситуациях.

Система состоит из следующих модулей:

- модуль, обеспечивающий построение маршрутов в «ручном» и «автоматическом» режимах с контролем целостности и безопасности, ограничениях полетных зон (рис. 1);
- модуль формирования полетного плана в формате, совместимом с БПЛА;



- модуль формирования документации, необходимой для согласования полетного плана с контролирующими органами;
- модуль хранения истории выданных полетных планов;
- модуль для симуляции полета (рис. 2) в виде веб-приложения.

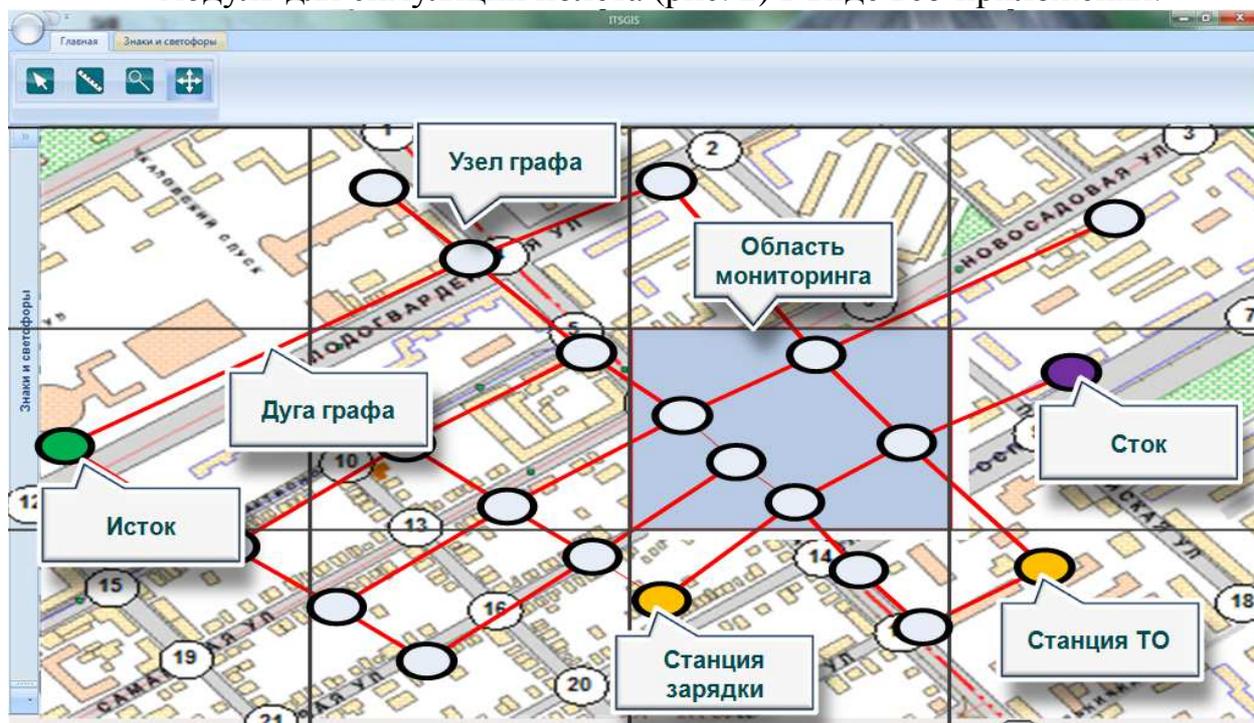


Рис. 1. Пример полетной карты для БПЛА в среде ITSGIS

Графовая модель транспортной сети для формирования маршрута движения БПЛА формируется из следующих сущностей.

Участок – участок транспортной сети, представленный набором координатных пар, описываемый единым набором физических параметров.

Узел – место разделения потоков БПЛА. Узел является вершиной ориентированного графа, канализующего транспортные потоки, всегда лежит на стыке двух участков и показывает возможность движения с одного участка на другой в направлении, определяемом соответствующей дугой.

Дуга – элемент ориентированного графа, задающий направление движения транспортного потока на участке и содержащий соответствующие характеристики. Двум узлам поставлена в соответствие одна дуга, определяющая направление движения, либо две дуги, определяющие место разворота (смены направления движения). По одному участку может проходить несколько дуг (потоков), но дуга может находиться только внутри единственного участка.

На основе графовой модели полетных карт БПЛА в ITSGIS разработаны алгоритмы построения маршрутов (Дейкстры, Литтла, ветвей и границ, генетические, муравьиной колонии) для различных критериев оптимальности. При использовании алгоритмов в составе полетной карты, исполняемой управляющим устройством автопилота БПЛА, присутствует дополнительный критерий – минимальное время работы алгоритмов поиска оптимальных маршрутов, необходимое для эффективной работы системы посадки БПЛА в случае возникновения нештатной ситуации.



Сравнительный анализ работы алгоритмов проводился по предполагаемому времени прохождения БПЛА построенного маршрута при различных размерах графа транспортной сети и различных условиях полета. Весовые характеристики графа транспортной сети, правила переходов по дугам рассчитаны, известны и неизменны. Исследование проводилось за 30 циклов. На каждом цикле автоматически формируется граф транспортной сети с заданными характеристиками. Все испытания алгоритмов проводились в одинаковых условиях с использованием единого тестового комплекса оборудования.

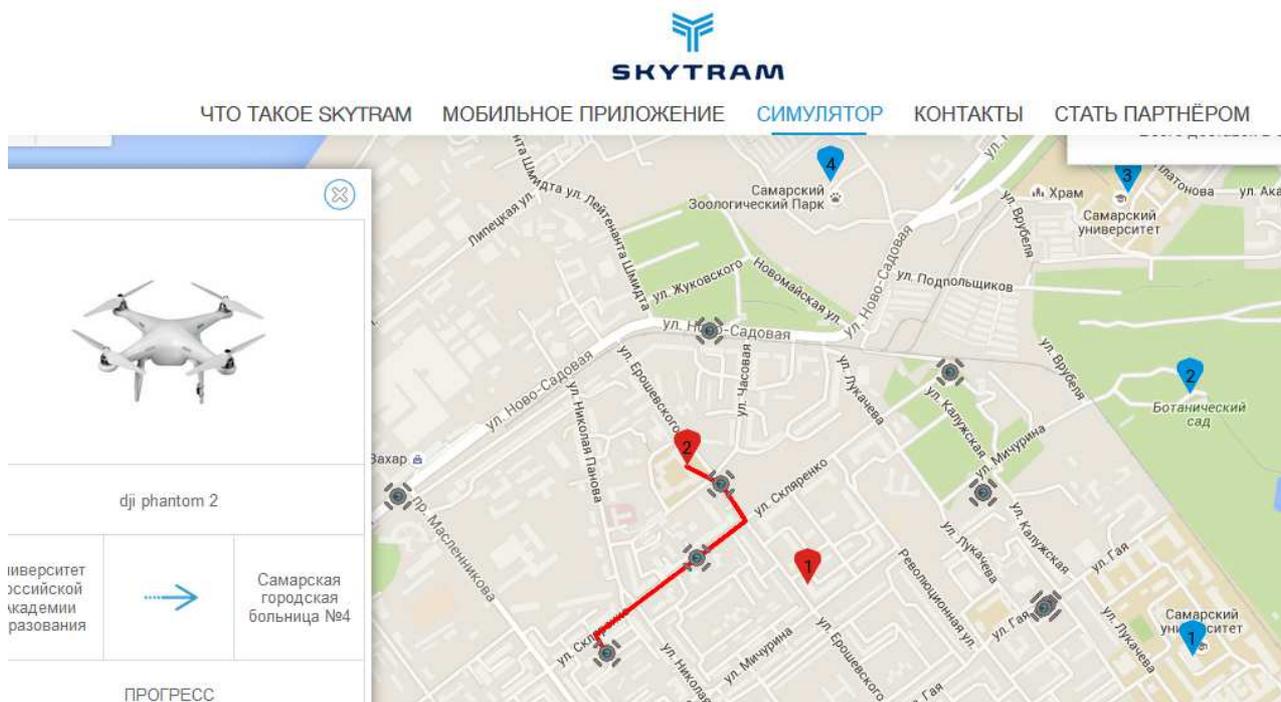


Рис. 2. Веб-приложение для симуляции полета БПЛА

Формирование полетного плана осуществляется с учетом следующих ограничений: грузоподъемность, тип подвеса, вид продукции к перевозке, время полета, время ожидания посадки, время работы аккумуляторов, область выхода на маршрут, область ожидания очереди на посадку, расстояние до аварийной посадочной платформы, расстояние от запретных для полетов зон, скорость ветра, расстояние видимости, температура воздуха, атмосферное давление, осадки, время суток, уровень шума.

Дальнейшая работа будет направлена на построение составных маршрутов (облет БПЛА заданного количества точек на графе). Кроме этого, перспективным направлением развития видится переход от автономного управления маршрутом к динамическому, при котором выбор оптимальных маршрутов и своевременная их корректировка происходит в процессе полета БПЛА с учетом изменившейся ситуации в транспортной сети, а также с учетом возможных изменений критериев выбора маршрутов.



Литература

6. Амелин, К.С. Метод ориентирования сверхлегкого БПЛА при редком обновлении данных о его местоположении / К.С. Амелин // Стохастическая оптимизация в информатике. – 2014. – Т. 10, № 2. – С. 3-14.
7. Варельджян, К.С. Оптимизация траектории движения БПЛА в летающих сенсорных сетях / К.С. Варельджян, А.И. Парамонов, Р.В. Киричек // Электросвязь. – 2015. – № 7. – С. 20-25.
8. Головнин, О.К. Веб-ориентированная система информационной поддержки управления транспортной инфраструктурой / О.К. Головнин, А.Н. Имамудинов // Intelligent Technologies for Intelligent Decision Making Support : proceedings of the 4th International Conference, Vol. 1, Ufa, Russia, 2016. – P. 133-138.
9. Гончаров, В.С. Моделирование САУ для настройки и корректировки автопилота БПЛА / Гончаров В.С. // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3, № 7-1 (18-1). – С. 290-294.
10. Карцев, Н.В. Планирование траектории полета БПЛА / Н.В. Карцев, О.С. Салыкова // Образование и наука в современных условиях. – 2016. – № 1(6). – С. 266-268.
11. Куликов, Г.В. Оценка качества связи с БПЛА в условиях городской застройки / Г.В. Куликов, С.С. Тамбовский // Российский технологический журнал. – 2015. – № 1 (6). – С. 205-217.
12. Михеев, С.В. Учёт мультиколлинеарных атрибутов пространственно-распределённых данных, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов / С.В. Михеев, А.А. Федосеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1053-1057.
13. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы : материалы IV Междунар. научно-практической конф. – Казань : НЦБЖД, 2016. – С. 362-368.
14. Пискаев, К.Ю. Разработка информационной системы контроля БПЛА классической компоновки / К.Ю. Пискаев, Н.А. Гребенников, А.А. Кияев // Современные информационные технологии. – 2015. – № 21. – С. 134-140.
15. Степанов, Д.Н. Методики сопоставления особых точек в задаче визуальной навигации БПЛА / Д.Н. Степанов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. – 2015. – Т. 4, № 4. – С. 32-47.
16. Ткачев, С.Б. Автоматическая генерация сложных пространственных траекторий БПЛА и синтез управлений / С.Б. Ткачев, А.П. Крищенко, А.Н. Канатников // Математика и математическое моделирование. – 2015. – № 1. – С. 1-17.



Т.И. Михеева, Рябикина М.А.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИСЛОКАЦИИ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ ГОРОДА В СРЕДЕ ITSGIS

(Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королева)

Проблемой больших городов является частое возникновение заторов на дорогах, увеличивающееся с каждым годом. Одним из решений данной проблемы является оперативный мониторинг и своевременная модификация режимов работы светофоров в городе. Решая данную задачу в комплексе, в единой интеллектуальной геоинформационной системе, можно разработать схему оптимального распределения транспортных потоков на улично-дорожной сети с учетом приоритетов отдельных дорог, на основании данных об интенсивности движения в каждом узле транспортной сети и структуре [1]. Актуальной является задача перевода моделирования функционирования объектов транспортной инфраструктуры (ТрИ) из области науки в сферу прикладного решения, планирования и прогнозирования развития дорожной сети. Это определяется современными подходами к управлению ТрИ, такими как необходимость решать задачи в режиме реального времени, перевести локальное управление объектами ТрИ в сетевое, и новым функционалом систем моделирования, развитием геоинформационных технологий. Новые требования к моделированию управления транспортными процессами, содержащиеся в исследованиях, диктуют необходимость развития функциональных возможностей, оперативности принятия решений, размеров и сложности отображаемой в среде геоинформационных систем улично-дорожной сети [2, 3, 4, 5].

Для получения объективных результатов, для того, чтобы моделирование не носило демонстрационный характер, а являлось реальным рабочим инструментом, необходима детальная проработка фактических данных о транспортных процессах [6]. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS [7] использует в процессе моделирования:

- базу данных структуры и характеристик улично-дорожной сети;
- базу данных характеристик транспортных потоков;
- базу данных технических средств организации дорожного движения;
- базу данных стратегий управления;
- матрицу корреспонденций на улично-дорожной сети;
- дислокацию объектов ТрИ на электронной карте;
- пространственная координация объектов ТрИ;
- нейросетевые алгоритмы калибровки модели для оценки достоверности результатов моделирования;
- сценарии развития улично-дорожной сети и транспортной инфраструктуры.



Заполнение базы данных о существующих характеристиках транспортных процессов подразумевает получение данных в процессе мониторинга, в результате которого должна быть получена системная информация. Однако зачастую под мониторингом понимается только лишь измерение интенсивности движения. Это не позволяет получить взаимосвязанные оценки параметров транспортных потоков. Кроме того, в процессе мониторинга не определяется такая важнейшая характеристика, как плотность транспортного потока. Как следствие, отсутствует достоверная информация о фактической пропускной способности улично-дорожной сети, уровнях комфортности движения и уровнях обслуживания, соответствии реальной интенсивности движения реальной пропускной способности, динамическом влиянии изменения транспортной нагрузки на связанные элементы улично-дорожной сети.

Для улучшения распределения транспортных потоков на улично-дорожной сети актуальной является задача пространственной координации объектов ТрИ, их дислокация и взаимное влияние характеристик, например, все данные о светофорах, их дислокации на улично-дорожной сети, циклах работы светофорных объектов, интенсивности транспортных потоков на данных участках. На основе рекомендаций интеллектуального блока ITSGIS в процессе управления ТрИ средствами интеллектуальной транспортной системы необходимо внести изменения в работу светофоров и своевременно обновлять данные об интенсивности движения транспортных потоков [8, 9].

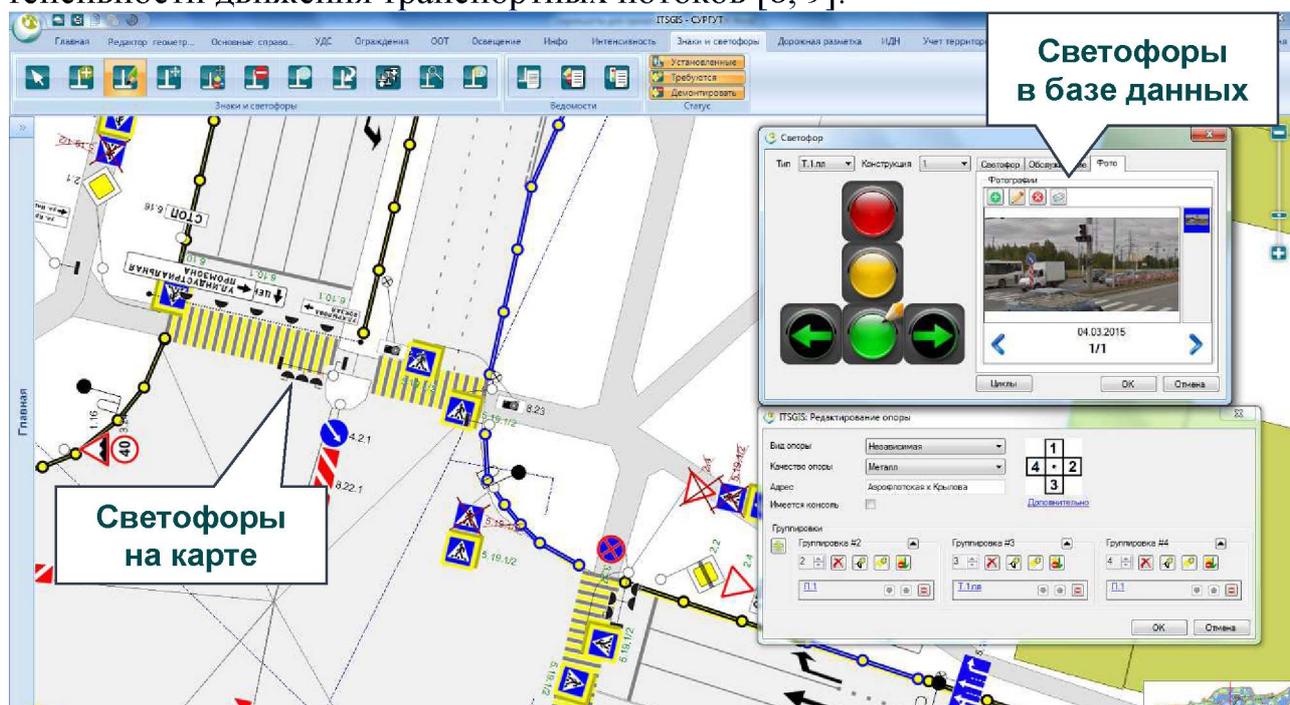


Рис. 1. Визуализация дислокации светофоров на карте

Дислокация светофорных объектов на электронной карте в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS с заданием всех их характеристик осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 52282-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний». Кроме того, ITSGIS осуществляет:



- объединение светофорных объектов последовательно идущих перекрестков в группы для расчета программ координированного управления транспортными потоками «Зеленая волна»;
- заполнение данных о текущих циклах работы светофоров и об интенсивностях в каждом узле улично-дорожной сети;
- выполнение анализа и выдачу рекомендаций по созданию оптимального плана распределения светофорного времени как внутри одного светофорного объекта (на одном перекрестке), так и для групп светофорных объектов внутри локального участка (района или главной улицы).

Несмотря на то, что методом моделирования в настоящее время решено много задач по управлению транспортными процессами на перекрестке, невозможно описать универсальную программу имитационного моделирования, так как каждая имитационная модель служит своим конкретным целям. В ITSGIS целью моделирования является создание достаточно точного метода исследования явлений, происходящих на реальном перекрестке при различных стратегиях управления светофорной сигнализацией.

Основным блоком системы моделирования в ITSGIS является плагин имитации «Зеленой волны» на моделируемой трассе. Основными управляемыми параметрами для расчета принимаются величины фазовых сдвигов для светофорных объектов на следующих друг за другом перекрестках. При этом считается, что светофорные объекты функционируют в оптимальном для каждого (соответствующего) перекрестка режиме. Управляемыми параметрами могут быть и такие характеристики как средняя скорость движения транспортных потоков по участку, количество остановок транспортных средств за время движения и т.д.

Вся информация в геоинформационной системе структурирована в виде графических слоев, на которых представлена однородная графическая информация, объединенная по некоторому общему семантическому признаку. Слои различаются по типу объектов: точечные, линейные и полигональные слои. Точкой представлены одиночные физические объекты, протяженность которых не имеет значения (дорожный знак, светофор, опора), а также абстрактные объекты, не имеющие размеров, но требующие привязки к территории (узел, светофорный объект).

Интуитивно понятный графический интерфейс, а также визуализация дислокации светофорных объектов на электронной карте города позволяют в удобной форме заполнять и использовать информацию о светофорах и светофорных циклах. Экспертная система анализирует правильность расстановки светофоров на перекрестке и оптимальность текущего цикла работы светофоров.

Рассматривая непосредственно различные направления моделирования при совершенствовании организации дорожного движения можно выделить следующие типы задач:

- оперативные решения организации дорожного движения на локальных участках улично-дорожной сети;



- решения, связанные с реконструкцией локальных участков и изменением схем организации дорожного движения;
- оптимизация параметров светофорного регулирования на сетевом уровне;
- планирование развития ТрИ на долгосрочный период с соответствующим изменением организации дорожного движения.

Литература

1. Михеева Т.И., Михеев С.В., Сапрыкин О.Н. Управление транспортной инфраструктурой. – Самара: Интелтранс, 2015. – 173 с.
2. Введение в математическое моделирование транспортных потоков / А.В. Гасников, С.Л. Кленов и др. – М.: МЦНМО, 2013. – С. 107-113.
3. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. – 2003. – № 11. – С. 1–43.
4. Martin Treiber. General Lane-Changing Model for Car-Following Models [Электронный ресурс]. – URL: www.mtreiber.de/publications/MOBIL_TRB.pdf.
5. Пуртов, А.М. Разработка геоинформационной системы для анализа автотранспортных сетей // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2013. – № 1(29). – С. 89–95.
6. Сидоров А.В., Соловьев А.В., Хворов А.В. Моделирование движения транспорта на нерегулируемом перекрестке // Перспективные информационные технологии: труды конференции. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2015. – С. 117–119.
7. Михеева, Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. – 2006. – №1. – С. 69–75.
8. Михеева Т.И., Сапрыкин О.Н. Идентификация зависимостей и пространственно-распределенных данных с использованием нейросетевых технологий // Вестник СамГТУ. Сер.: Технические науки. – 2007. – № 1(19) – С. 40–47.
9. Михеева Т.И., Ключников В.А., Головин О.К. Методы и алгоритмы экспертизы объектов транспортной инфраструктуры // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/120-16656>.



М.Г. Нуриев, Р.И. Салимов

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

В связи с наличием множества переходов над контактной сетью электро-транспорта (КСЭ) чувствительные электронные средства автомобилей подвергаются ее электромагнитному воздействию [1]. Анализ существующих разработок в области исследования помехоустойчивости электронных средств, в том числе и автомобилей, указывает на недостаточность имитационных установок и методик, необходимых для тестирования их помехоустойчивости при воздействии электромагнитных полей КСЭ.

Общая протяженность электрифицированных дорог в Российской Федерации превышает 50 тыс. км. На железной дороге номинальным уровнем постоянного напряжения принято считать 3,3 кВ, переменного напряжения 25 кВ, в городской контактной сети от 600 до 825 Вольт. Контактная сеть электро-транспорта (КСЭ) являются одним из мощных макроисточников промышленных электромагнитных помех для функционирования электронных средств, в том числе автомобильных [1]. Основными элементами электрифицированных железных дорог являются тяговые подстанции и контактная сеть. Контактная сеть электро-транспорта включает в себя: провода (контактные, несущий трос, усиливающие); поддерживающие конструкции – опоры, консоли. Можно выделить несколько видов влияния КСЭ на электронные средства: электрическое – обусловлено потенциалом контактной сети по отношению к земле; магнитное – обусловлено возникновением постоянных или переменных тяговых токов и токов короткого замыкания (КЗ). Последний случай создает самые мощные электромагнитные воздействия и при этом вызывает наибольшую сложность проведения натурных экспериментальных исследований из-за случайного характера образования. При этом токи короткого замыкания КСЭ постоянного тока намного больше (до 28 кА), чем токи сети переменного напряжения (до 5 кА).

Одним из возможных подходов для решения задачи анализа помехоустойчивости электронных средств автомобилей при воздействии КСЭ является применение масштабного физического эксперимента – физическое моделирование [2]. Но в открытой научной литературе слабо представлены математические и методические аспекты решения данных технических задач. С учетом изложенного, целью данной работы является разработка математических и методических основ практической методики физического моделирования электромагнитных помех в линиях связи электронных средств автомобилей при воздействии электромагнитных полей КСЭ. В научно-технической литературе приведены примеры применения данного метода, математических моделей, ме-



тодик и стендов для исследования электромагнитных полей и помех в линиях связи электронных средств [2, 3, 4, 5]. Оценка точности физического моделирования показывает, что расхождение результатов для рассмотренных задач составляет не более 20%.

Для решения задачи физического моделирования электромагнитных помех предлагается следующая методика:

1. Определить основные проектные параметры исследуемого автомобиля. Наиболее существенными являются следующие параметры: размеры, геометрия и материалы конструктивных элементов; тип, размеры, материал, геометрия и схема подключения антенн; тип, размеры, материал, геометрия и схема подключения линий связи.

2. Определить потенциальные исходные данные для КСЭ. Например: постоянное напряжение $U - 3,3$ кВ; линейное переменное напряжение $U - 25$ кВ; частота – 50 Гц; номинальный рабочий ток до 2 кА; максимальное значение постоянного тока КЗ $I_{MAX} - 28$ кА; максимальное значение переменного тока КЗ $I_{MAX} - 5$ кА; высота подвеса контактного провода – 6,15 м; диаметр провода – 9 мм.

3. Выбрать первичные масштабные коэффициенты физического моделирования. Данные коэффициенты в первую очередь зависят от размеров лаборатории, геометрических размеров стенда имитатора, параметров генератора, размеров автомобиля и др.

4. Рассчитать значения масштабных параметров максимального электромагнитного поля КСЭ (табл. 1).

Таблица 1. Значения параметров для моделирования

Параметры	Реальный	Масштабный
Максимальная напряженность электрического поля КСЭ переменного тока $E(t)$, В/м	1700	170
Максимальная напряженность магнитного поля КЗ КСЭ постоянного тока $H(t)$, А/м	1000	100

В случае магнитного воздействия наихудшего режима КЗ КСЭ постоянного тока напряженность поля на расстоянии r от контактного провода определяется по выражению (рис. 1) [1]:

$$H(t) = \frac{I_{kz}(1 - e^{-\frac{t}{T_c}})}{2\pi r} = \frac{H'(\frac{t'}{k_t})}{k_H},$$

где T_c - постоянная времени сети (максимальное значение 0,2 с); r – расстояние от провода.

5. Физическое моделирование электромагнитных полей КСЭ и электромагнитных помех в линиях связи масштабной модели автомобиля осуществляется с помощью специального стенда (рис. 2).

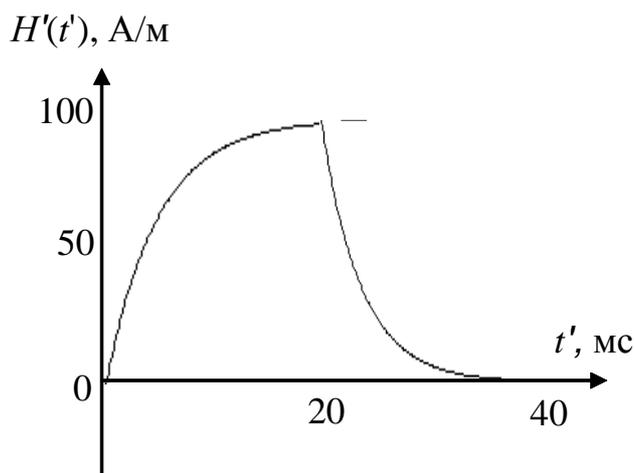


Рис. 1. Магнитное поле КСЭ в режиме короткого замыкания

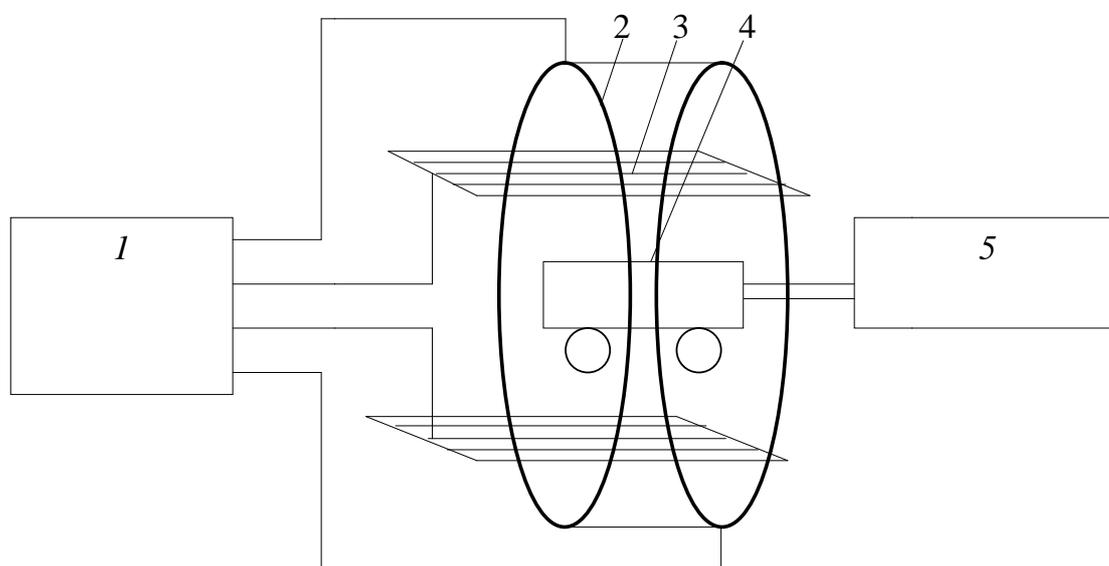


Рис. 2. Схема стенда для физического моделирования электромагнитных помех в линиях связи при воздействии КСЭ (1 – генератор имитатор; 2 – катушка для создания магнитного поля; 3 – линии для создания электрического поля; 4 – масштабная модель автомобиля; 5 – измерительное оборудование)

6. Провести серию экспериментальных исследований по измерению электромагнитных помех в линиях связи масштабной физической модели автомобиля при воздействии электромагнитного поля КСЭ.

7. На основе измеренных значений провести физическое моделирование электромагнитных помех в линиях связи полномасштабного автомобиля при воздействии электромагнитных полей КСЭ.

8. Провести сравнение результатов физического моделирования параметров электромагнитных помех с критическими значениями, приводящими, например, к временному нарушению функционирования или повреждению элементов [1]. На основе результатов сравнения можно сделать вывод об обеспечении помехоустойчивости электронных средств автомобиля к воздействию электромагнитных полей КСЭ.



Кроме рассмотренного электромагнитного воздействия КСЭ, современные электронные средства автомобиля подтверждены воздействию электростатическому разряду [6], электромагнитному импульсу молнии [7]. Для повышения помехоустойчивости возможно применение известных или новых решений [8, 9, 10].

Литература

1. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / Под ред. В.И. Кравченко. – М.: Радио и связь, 1987. – 256 с.
2. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Моделирование электромагнитной обстановки на основе теории масштабного эксперимента для задач электромагнитной совместимости и защиты информации // Информационные технологии. – 2013. – №4. – С. 19-22.
3. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г. Математические модели для физического моделирования задач электромагнитной совместимости // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №1-2. – С. 115-122.
4. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Гизатуллин Р.М. Физическое моделирование электромагнитных помех при электромагнитном воздействии на макрообъекты // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6. – С. 1.
5. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г. Методика физического моделирования воздействия разряда молнии на летательные аппараты // Известия вузов. Авиационная техника. – 2016. – №2. – С. 3-6.
6. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. - №1-2. – С. 104-112.
7. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. - №1-2. – С. 38-47.
8. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.
9. Гизатуллин З.М. Снижение электромагнитных помех в межсоединениях многослойных печатных плат // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – №2 – С. 199-205.
10. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6.- С. 2.



М.Г. Нуриев, Р.И. Салимов

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Современные автомобили содержат в себе огромное количество быстродействующих электронных средств различного назначения. Их надежное функционирование является залогом безопасности и комфорта. Высоковольтные линии электропередачи (ВЛЭП) являются одними из мощных макроисточников промышленных электромагнитных помех влияющих на надежность и помехоустойчивость функционирования электронных средств, в частности установленных на автомобилях [1]. Наиболее распространенным видом ВЛЭП являются воздушные линии, выполненные голыми проводами, подвешенными на изоляторах и смонтированными на опорах. Можно выделить три механизма возникновения электромагнитных полей вокруг ВЛЭП [2]: за счет токов и напряжений в рабочем режиме; за счет токов и напряжений в режиме короткого замыкания (КЗ); за счет источников внешних перенапряжений, например, воздействия разряда молнии. Основные сложности проведения натуральных экспериментальных исследований воздействия ВЛЭП на электронные средства автомобилей возникают при втором и третьем механизме возникновения электромагнитных полей из-за их случайного характера образования.

Одним из возможных подходов для решения задачи анализа помехоустойчивости электронных средств автомобилей при воздействии ВЛЭП является применение масштабного физического эксперимента – физическое моделирование [3]. Но в научной литературе слабо представлены математические и методические аспекты решения данных технических задач. Целью данной работы является разработка математических и методических основ физического моделирования электромагнитных помех в линиях связи электронных средств, в частности установленных на автомобиле при воздействии электромагнитных полей ВЛЭП. В литературе приведены примеры применения данного метода [4, 5, 6] и проведена оценка точности (расхождение результатов моделирования и экспериментов составляет не более 20%).

Для решения рассматриваемой задачи физического моделирования предлагается следующая методика.

1. Определить основные проектные параметры исследуемого электронного средства и автомобиля: размеры, геометрия и материалы конструктивных элементов; тип, размеры, материал, геометрия и схема подключения антенн; тип, размеры, материал, геометрия и схема подключения линий связи; тип нагрузки на линиях связи.

2. Определить потенциальные исходные данные для макроисточников



помех. Например, рассмотрим ВЛЭП со следующими параметрами: линейное напряжение $U - 110$ кВ; частота – 50 Гц; номинальный рабочий ток – 500 А; максимальный мгновенное значение тока КЗ $I_{MAX} - 95$ кА; максимальное значение периодической составляющей тока КЗ $I_{K3} - 46,5$ кА; высота подвеса проводов – 15 м; расстояние между проводами – 4 м; диаметр проводников – 10 мм.

3. Выбрать первичные масштабные коэффициенты физического моделирования. Данные коэффициенты в первую очередь зависят от размеров лаборатории, геометрических размеров стенда имитатора, параметров генератора, размеров автомобиля и др.

4. Рассчитать значения масштабных параметров электромагнитного поля ВЛЭП: максимальная напряженность электрического поля ВЛЭП, В/м – реальная 1000 В/м – масштабная – 100 В/м; максимальная напряженность магнитного поля КЗ ВЛЭП - реальная 1500 А/м – масштабная – 150 А/м.

Напряженность магнитного поля при коротком замыкании ВЛЭП определяется по выражению (рис. 1) [1, 2]:

$$H(t) = \frac{I_{K3} \left(e^{\frac{-t}{T_c}} - \cos(2\pi f t) \right)}{2\pi r} = \frac{H' \left(\frac{t'}{k_t} \right)}{k_H},$$

где T_c - постоянная времени сети (0.1 с).

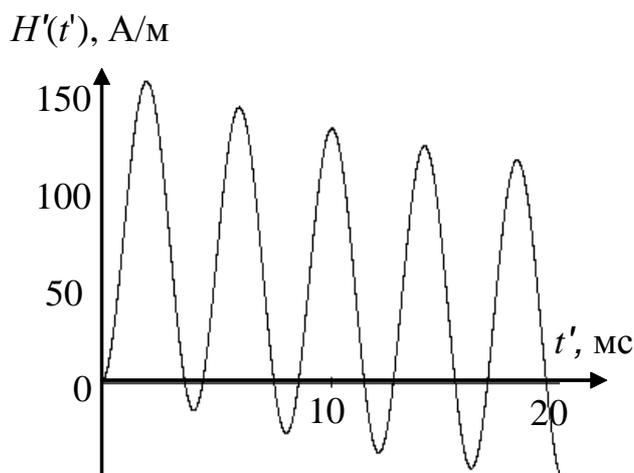


Рис. 1. Магнитное поле ВЛЭП в режиме короткого замыкания

5. Физическое моделирование электромагнитных полей ВЛЭП и помех в линиях связи масштабной модели электронных средств автомобиля осуществляется с помощью следующего стенда (рис. 2).

6. Провести серию экспериментальных исследований по измерению электромагнитных помех в линиях связи масштабной физической модели автомобиля при воздействии электромагнитного поля ВЛЭП.

7. На основе измеренных значений провести физическое моделирование электромагнитных помех в линиях связи (контур) полномасштабного автомобиля при воздействии электромагнитных полей ВЛЭП на основе математической модели:



$$U'_3(t') = \mu_0 a' b' \frac{dH'(t')}{dt'} = \mu_0 k_l^2 ab \frac{k_H}{k_t} \frac{dH(t)}{dt}, U_3(t) = 50 \times U'_3(5 \times t')$$

где a, b – размеры контура.

8. Провести сравнение результатов физического моделирования параметров электромагнитных помех в линиях связи электронных средств автомобиля с критическими значениями, приводящими, например, к временному нарушению функционирования или повреждению элементов [1, 7]. На основе результатов сравнения можно сделать вывод об обеспечении помехоустойчивости электронных средств автомобиля к воздействию электромагнитных полей ВЛЭП.

2 3 4

1

5



Рис. 2. Схема стенда для физического моделирования электромагнитных помех в линиях связи при воздействии ВЛЭП (1 – генератор имитатор; 2 – катушка для создания магнитного поля; 3 – линии для создания электрического поля; 4 – масштабная модель автомобиля; 5 – измерительное оборудование)

Кроме рассмотренного электромагнитного воздействия ВЛЭП, современные электронные средства автомобиля подтверждены воздействию помех по сети электропитания [8], электростатическому разряду [9], электромагнитному импульсу молнии [10]. Для повышения помехоустойчивости возможно применение известных или новых решений [11, 12, 13].

Литература

1. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / Под ред. В.И. Кравченко. – М.: Радио и связь, 1987. – 256 с.
2. Колиушко Г.М., Кравченко В.И., Пешков А.А. Воспроизведение мощных электромагнитных помех, создаваемых высоковольтными линиями электропередачи // Электромагнитная совместимость и электромагнитная экология: Сб. докл. междунар. конф. – СПб., 1993. – С. 723–726.
3. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Моделирование электромагнитной обстановки на основе теории масштабного эксперимента для задач электромаг-



нитной совместимости и защиты информации // Информационные технологии. – 2013. – №4. – С. 19-22.

4. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г. Математические модели для физического моделирования задач электромагнитной совместимости // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №1-2. – С. 115-122.

5. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Гизатуллин Р.М. Физическое моделирование электромагнитных помех при электромагнитном воздействии на макрообъекты // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6. – С. 1.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г. Методика физического моделирования воздействия разряда молнии на летательные аппараты // Известия вузов. Авиационная техника. – 2016. – №2. – С. 3-6.

7. Гизатуллин З.М. Анализ воздействия высоковольтных линий электропередачи на функционирование цифровых элементов печатных плат // Технологии электромагнитной совместимости. – 2006. – № 3. – С. 3.

8. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н., Шарафутдинов И.И. Помехоустойчивость средств вычислительной техники при динамических изменениях напряжения сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 105–115.

9. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. - №1-2. – С. 104-112.

10. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. - №1-2. – С. 38-47.

11. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.

12. Гизатуллин З.М. Снижение электромагнитных помех в межсоединениях многослойных печатных плат // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – №2 – С. 199-205.

13. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6.- С. 2.



А.Ю. Николаенко, Д.А. Булыкин

СЧИТЫВАТЕЛЬ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА БАЗЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО СВЧ ИЗМЕРИТЕЛЯ

(Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.)

Железнодорожный транспорт играет огромную роль в развитии и функционировании товарного рынка любой страны, обеспечении передвижения ее населения. Значение железнодорожного транспорта в России основополагающее, ведь страна отличается большими расстояниями. Для обрабатывающей и добывающей промышленности, а также для сельскохозяйственных предприятий железнодорожный транспорт один из наиболее эффективных и дешевых видов доставки.

Системы радиочастотной идентификации (РФИД) являются эффективным инструментом для создания систем слежения за локомотивами, пассажирскими и грузовыми вагонами, а также за их составными частями, например, колесными парами. Применение РФИД оказывается очень полезным в логистике. На основе РФИД решаются такие задачи, как обнаружение положения вагонов, определение направления движения состава. Эффективно решается задача складского учета.

РФИД система позволяет отслеживать перемещение железнодорожного транспорта за счет определения прохождения поездом контрольных участков, оснащенных РФИД-оборудованием. Данное решение подразумевает крепление РФИД-меток на железнодорожных вагонах и поездах, и РФИД-считывателей на контрольных точках вдоль путей (рисунок 3).

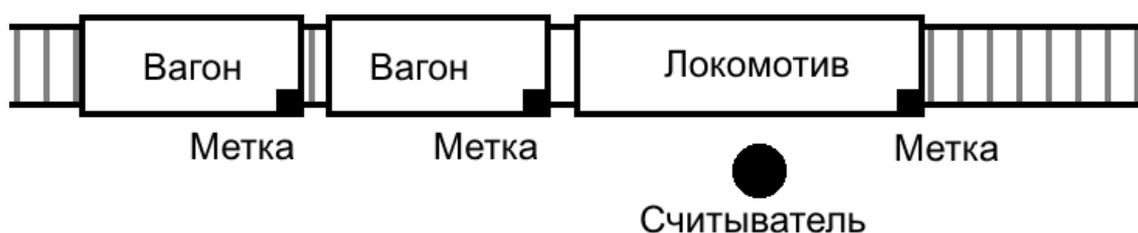


Рисунок 3. Применение РФИД технологий для идентификации вагонов

Список возможных сфер применения РФИД, связанных с работой железнодорожного транспорта:

- Автоматическая регистрация подвижного состава в зоне контроля (локомотивов, вагонов и пр.).
- Автоматическое определение направления движения состава (или отдельного локомотива/дрезины).
- Производственный учет любых подвижных объектов ж/д.

Основные отличительные особенности компонентов РФИД, для применения в области ж/д транспорта:



- Сканирование RFID-метки с расстояния – дальность действия от нескольких сантиметров до 20 метров для пассивных RFID меток.
- Отсутствие необходимости контакта RFID-метки со считывателем или прямой видимости.
- Неограниченный срок эксплуатации пассивных RFID меток.
- Оборудование должно иметь широкий температурный диапазон работы: от -40 до +85С.

Одним из основных направлений развития пассивных RFID-систем является увеличение дальности считывания RFID-метки. При решении данной задачи возникает ряд проблем, одной из которых является снижение влияния блокирования отраженного RFID-меткой сигнала несущей передатчика в приемнике считывателя. В настоящее время для развязки отраженного от RFID-метки сигнала и несущего сигнала считывателя применяют различные технические решения [1, 1], при этом качество развязки зависит от комплексного коэффициента отражения (ККО) антенны считывателя. Но поскольку ККО антенны определяется параметрами окружающей среды, он может меняться, например, из-за изменения температуры, под влиянием факторов наличия металлических объектов или жидкостей вблизи антенны. Это существенно снижает дальность считывания информации с RFID-метки и может являться источником ошибок идентификации RFID-меток. Поэтому необходимы новые пути решения данной проблемы.

Предлагается новый подход к построению считывателя СВЧ RFID системы, основанный на использовании автоматического анализатора цепей (ААЦ) описанного в работах [2, 4]. Данный подход не требует компенсации несущего сигнала считывателя. Схема считывателя RFID системы на базе ААЦ представлена на рисунке 6.

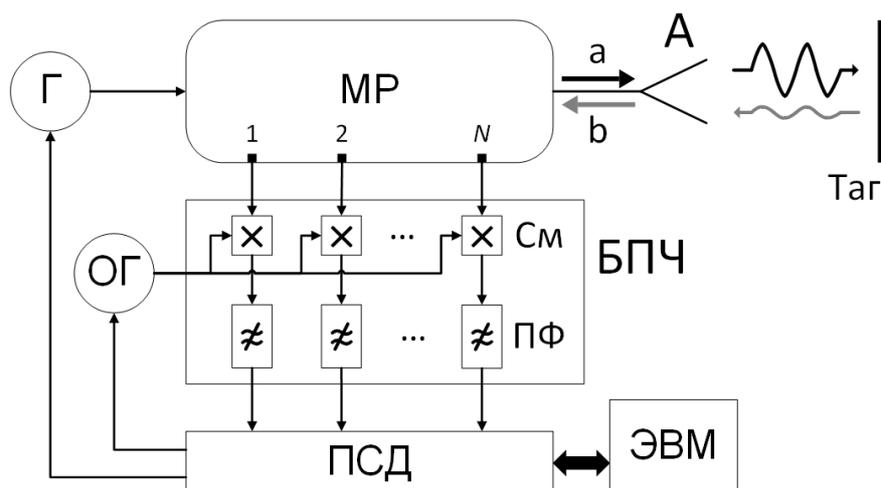


Рисунок 4. Схема RFID считывателя на базе многоканального ВВ

На рисунке 6 обозначено: Γ , $ОГ$ – основной и опорный СВЧ генераторы; MP – многополюсный рефлектометр; 1, 2, ..., N – измерительные плечи MP ; A – антенна; $См$ – смесители; $ПФ$ – полосовые фильтры; $БПЧ$ – блок понижения частоты; $ПСД$ – плата сбора данных, Tag – RFID-метка, a – несущий сигнал, b – отраженный меткой сигнал.



Процедура оценивания комплексных амплитуд падающей и отраженной волн заключается в оптимальной обработке сигналов с выходов блока понижения частоты по методу максимального правдоподобия [5] и подробно описана в работе [2]. Причем все операции, выполняемые с исходными данными являются линейными, вплоть до самого последнего шага.

В данной работе проведено статистическое имитационное моделирование процессов измерения с помощью описанного векторного измерителя с четырьмя датчиками МР. В рамках моделирования производилось оценивание параметров исследуемых нагрузок по дискретным отсчетам на выходах измерительных каналов по методу наименьших квадратов. Исследовалась точность измерения, характеризуемая средней квадратической ошибкой в зависимости от отношения сигнал/шум на выходах измерительных плеч ААЦ. Отношение сигнал/шум равнялось b^2/σ^2 , где σ^2 – дисперсия погрешностей измерений ξ_{jk} . Моделирование проводилось для различных значений коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВн) исследуемой нагрузки. Для каждого заданного значения отношения сигнал/шум и КСВн проводилось по 10000 модельных экспериментов по оцениванию модуля и фазы ККО.

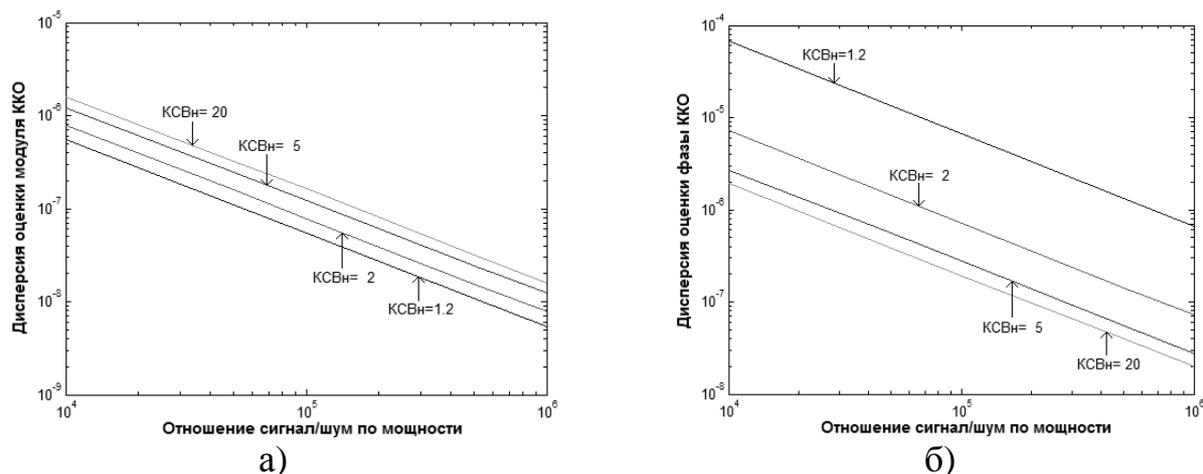


Рисунок 5. Зависимость дисперсии погрешности оценивания модуля (а) и фазы (б) ККО от отношения сигнал/шум по мощности

На рисунке 5 показаны некоторые результаты, где приведены зависимости дисперсии погрешности оценивания модуля и фазы ККО от отношения сигнал/шум на выходе датчиков для различных значений КСВн измеряемых нагрузок. Как видно из графиков, систематические погрешности измерения отсутствуют. Это подтверждает теоретический вывод о высокой потенциальной точности предлагаемого ААЦ.

Представленный в работе [2] оптимальный алгоритм измерения параметров СВЧ-нагрузок заключается в оптимальной обработке сигналов с выходов блока понижения частоты по ММП. Показано, что в случае распределения ошибок по гауссову закону решение уравнений обеспечивает эффективные и оптимальные оценки параметров, подлежащих измерению. Необходимый объём высокоточного оборудования значительно сокращается, по сравнению с



традиционными векторными ААЦ, основанными на принципе понижения частоты измерений.

В отличие от существующих решений, считыватель на базе описанного векторного автоматического СВЧ измерителя не подавляет паразитные сигналы отражения от антенны и проникающий со стороны передатчика блокирующий сигнал, а производит их прямое аддитивное преобразование, после чего производится измерение параметров информационного сигнала - амплитуды и фазы. Данный подход не предполагает точного знания ККО антенны, поэтому не зависит от температуры и факторов наличия металлических объектов или жидкостей вблизи антенны. Таким образом, можно достичь увеличения дальности считывания RFID систем без применения методов компенсации несущего сигнала считывателя.

Литература

1. A passive circulator for RFID application with high isolation using a directional coupler. Wan-Kyu Kim et al. Proceedings of the 36-th European Microwave Conference, 2006, UK, pp. 196-199.
2. An integrated RFID reader. Aminghasem Safarian et al. IEEE International Solid-State Circuits Conference, 2007, pp. 218.
3. L'vov, A.A. A Novel Vector Network Analyzer Using Combined Multiport Reflectometer / A.A. L'vov, A.Y. Nikolaenko, P.A. L'vov // In Proceedings of Microwave and Radio Electronics Week MAREW 2015, 14th Conference on Microwave Techniques COMITE 2015, April 22-23, Pardubice, Czech Republic, pp. 183-186.
4. L'vov, A.A. A New Technique for Microwave Circuit Parameter Measurement / A.A. L'vov, K.V. Semenov // The Automatic RF Techniques Group Conference Digest, ARFTG 47th, San Francisco, U.S.A., 1996. – P. 188-195.
5. Линник, Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений / Ю.В. Линник. – М.: ГИФМЛ, 1958. – 334 с.

А.Ю. Николаенко, Д.Н. Соколов

КАЛИБРОВКА КОМБИНИРОВАННОГО МНОГОПОЛЮСНОГО РЕФЛЕКТОМЕТРА СИСТЕМЫ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

(Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.)

Автомобильный транспорт представляет собой наиболее гибкий и массовый вид транспорта. Сфера применения автотранспорта широка. Он выполняет большую часть коротких внутрирайонных перевозок, доставляет грузы к станциям железных дорог и речным пристаням и развозит их к потребителям. У автомобильного транспорта есть ряд важных отличий от других транспортных отраслей. Основная часть автомобильного парка страны эксплуатируется в не-



транспортных организациях. При этом сеть автомобильных дорог наряду с парком коммерческих автомобилей используется также автомобилями, находящимися в личном пользовании граждан.

Везде, где есть необходимость отслеживать перемещение автотранспорта, контролировать его доступ на объект или оценивать эффективность использования транспортных средств, остро стоит проблема человеческого фактора. Он становится одной из главных проблем в процессе автоматизации, поскольку приводит к ошибкам, задержкам и сбоям.

Применение RFID-систем позволит решить данную проблему:

- на предприятиях (чтобы контролировать въезд\выезд транспорта или время пребывания в различных зонах на территории, собирать полезную статистику для оптимизации бизнес-процессов);
- на парковках, в автопарках (чтобы контролировать въезд\выезд транспорта, увеличить пропускную способность за счёт уменьшения простоя автомобилей связанных с человеческим фактором);
- на складах, в логистических центрах (контролировать въезд, время пребывания, выезд автотранспорта с рабочих зон погрузки);
- в дилерских центрах (чтобы контролировать время простоя в ремонте, время проведенное на стоянке, частота мойки автомобилей и др.);
- на платных автодорогах (для ускорения учета транспорта, пользующегося дорогой);
- в транспортных компаниях (регистрация транспорта на всех точках маршрута позволит получать оперативную информацию о движении грузов).

Принцип работы шлагбаума, оснащенного RFID системой, состоит в следующем. Транспортное средство оснащается миниатюрным устройством – RFID-меткой. RFID-метка может иметь различный форм-фактор. Наиболее популярными являются три модели: RFID-наклейка на лобовое стекло, RFID-карта, RFID-метка в прочном пластиковом корпусе для наружного крепления. Вблизи контрольно-пропускного пункта монтируется оборудование: RFID-считыватель и RFID-антенны. Дальность регистрации меток настраивается и может достигать 16-18 метров. При попадании RFID-метки в зону действия антенны система проверяет метку по схеме свой/чужой, далее проверяются права доступа (также проверяется время, день недели). При успешном прохождении всех проверок система выдает сигнал на шлагбаум, ворота или другой барьер.

При решении задачи увеличения дальности считывания RFID-метки возникает ряд проблем, одной из которых является снижение влияния блокирования отраженного RFID-меткой сигнала несущей передатчика в приемнике считывателя. В настоящее время для развязки отраженного от RFID-метки сигнала и несущего сигнала считывателя применяют различные технические решения [1, 2], при этом качество развязки зависит от комплексного коэффициента отражения (ККО) антенны считывателя. Но поскольку ККО антенны определяется параметрами окружающей среды, он может меняться, например, из-за изменения температуры, под влиянием факторов наличия металлических объ-



ектов или жидкостей вблизи антенны. Это существенно снижает дальность считывания информации с RFID-метки и может являться источником ошибок идентификации RFID-меток. Поэтому необходимы новые пути решения данной проблемы.

Предлагается новый подход к построению считывателя СВЧ RFID системы, основанный на использовании автоматического анализатора цепей (ААЦ) описанного в работе [3]. Данный подход не требует компенсации несущего сигнала считывателя. Схема считывателя RFID системы на базе ААЦ представлена на рисунке 6.

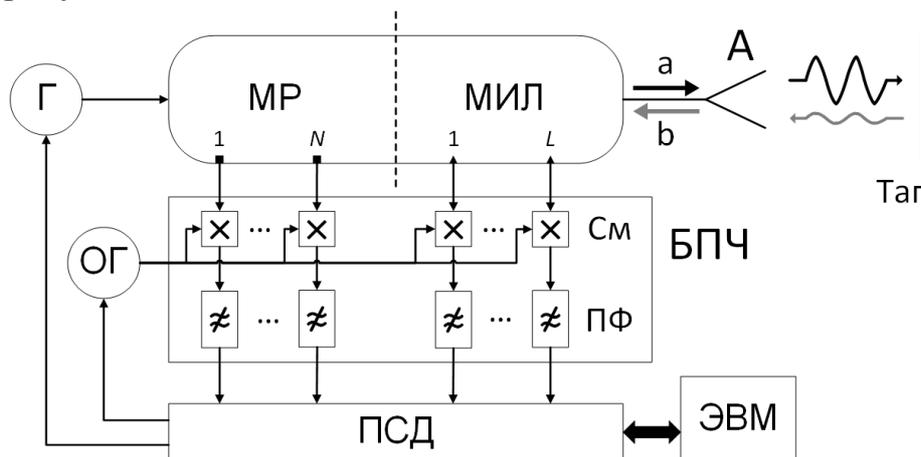


Рисунок 6. Схема RFID считывателя на базе многоканального ВВ

На рисунке 6 обозначено: Γ , $ОГ$ – основной и опорный СВЧ генераторы; $МР$ – многополюсный рефлектометр; 1, 2, ..., N – измерительные плечи; $МИЛ$ – многозондовая измерительная линия; 1, 2, ..., L – зонды МИЛ; A – антенна; C – смесители; $ПФ$ – полосовые фильтры; $БПЧ$ – блок понижения частоты; $ПСД$ – плата сбора данных Tag – RFID-метка, a – несущий сигнал, b – отраженный меткой сигнал.

Процедура оценивания комплексных амплитуд падающей и отраженной волн заключается в оптимальной обработке сигналов с выходов блока понижения частоты по методу максимального правдоподобия [3]. Причем все операции, выполняемые с исходными данными являются линейными, вплоть до самого последнего шага.

В работах [4, 5, 6] показано, что ААЦ на основе МИЛ может быть откалиброван по набору неточно известных нагрузок. Подобная процедура предложена для калибровки ААЦ, использующих комбинированный многополюсный рефлектометр (КМР). Так вторая часть измерителя, представляющая собой МИЛ, предназначена для калибровки МР. Основная идея предлагаемого алгоритма калибровки рассматриваемого векторного измерителя заключается в первоначальной оценке амплитуд падающих и отраженных волн, используя только сигналы с измерительных плеч со слабой связью, для которых справедлива модель МИЛ. Процедура калибровки измерителя на основе КМР подробно описана в работе [7].

В работе было проведено статистическое имитационное моделирование процесса обработки считывателем, построенным на базе комбинированного



многополюсного рефлектометра, последовательности двоичных данных радиометки. В рамках моделирования вычислялся коэффициент ошибок по битам. Передаваемые и принимаемые сигналы отображались в виде сигнальных созвездий.

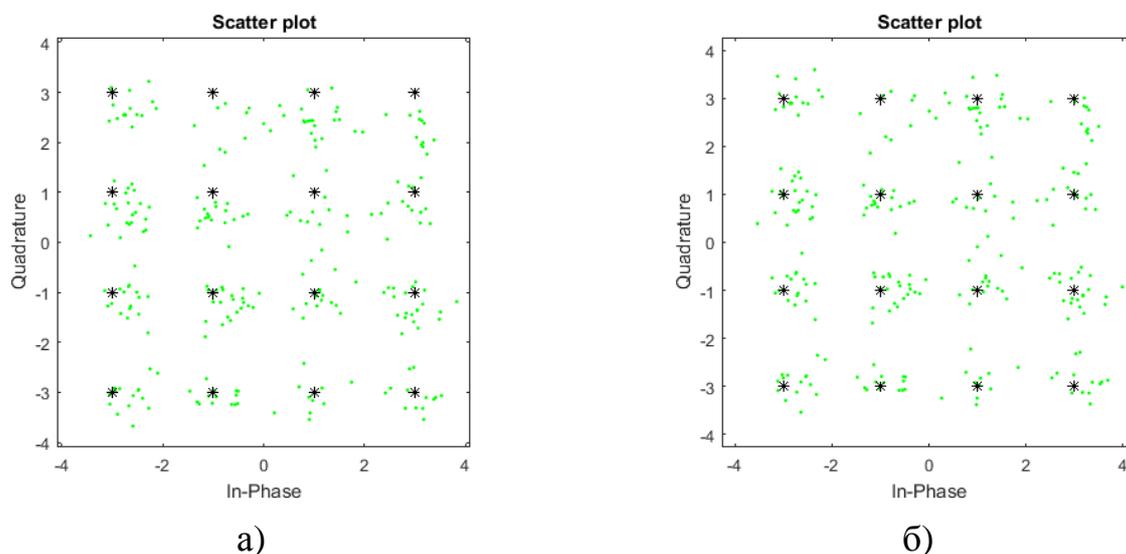


Рисунок 7. Сигнальные созвездия КАМ 16

Система связи состояла из модулятора, канала связи, комбинированного многополюсного рефлектометра с четырьмя датчиками МР и тремя датчиками МИЛ и демодулятора. Собственные константы МР определялись в процессе калибровки. Отношение сигнал/шум равнялось b^2/σ^2 , где σ^2 – дисперсия погрешностей измерений ξ_{jk} . Длина битовой последовательности 1024 бита. Модуляция отраженного от антенны радиометки сигнала производилась методом квадратичных амплитуд (КАМ 16). В канале связи к модулированному сигналу добавлялся белый гауссовский шум. Отношение сигнал/шум (SNR) канала связи вычислялся по формуле:

$$\text{SNR} = 10 + 10 \lg k,$$

где k – количество битов в символе.

На рисунке 7 представлены сигнальные созвездия КАМ 16, полученные для различных отношений сигнал/шум по мощности на выходах измерительных плеч КМР (40 дБ, 50 дБ). Из-за наличия шума канала связи и шума в моделях сигналов [7] диаграмма рассеяния имеет вид пятен, расположенных в точках используемого сигнального созвездия. Из 1024 битов последовательности ошибочно были приняты 15 и 5 бит в случае отношения сигнал/шум 40 и 50 дБ, соответственно. Коэффициент ошибок по битам равнялся 0,0146 и 0,00488. С увеличением отношения сигнал/шум каналов измерителя коэффициент ошибок по битам уменьшается. В случае отношения сигнал/шум канала связи 20 дБ ошибки по битам отсутствуют.

Предлагаемый подход к построению РФИД считывателей, в совокупности с разработанными алгоритмами измерения и калибровки рассмотренного измерителя, позволяет с высокой точностью оценивать модуль и фазу отраженного от РФИД-метки сигнала. Данный подход не предполагает точного знания



ККО антенны, поэтому не зависит от температуры и факторов наличия металлических объектов или жидкостей вблизи антенны.

Литература

1. An integrated RFID reader. Aminghasem Safarian et al. IEEE International Solid-State Circuits Conference, 2007, pp. 218.
2. A UHF Mobile RFID reader IC with self-leakage canceller. Jeiyong Lee et al. IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium, 2007, pp. 273-276.
3. L'vov, A.A. A Novel Vector Network Analyzer Using Combined Multiport Reflectometer / A.A. L'vov, A.Y. Nikolaenko, P.A. L'vov // In Proceedings of Microwave and Radio Electronics Week MAREW 2015, 14th Conference on Microwave Techniques COMITE 2015, April 22-23, Pardubice, Czech Republic, pp. 183-186.
4. Львов А.А. Метод калибровки автоматической многозондовой измерительной линии / А.А. Львов, К.В. Семёнов // Измерительная техника, 1999, №4. – С. 34-39.
5. Львов А.А. Прямой метод решения нелинейных задач калибровки измерителей в системах управления прецизионными обрабатывающими центрами / А.А. Львов, К.В. Семёнов // Межвуз. научн. сб. Сарат. гос. техн. ун-т. Саратов, 1998. – С. 147-162.
6. Львов А.А. Прямой метод решения нелинейных задач дистанционного зондирования механических поверхностей / А.А. Львов, К.В. Семёнов // Межвуз. научн. сб. «Проектирование и техническая диагностика автоматизированных комплексов». – Сарат. гос. техн. ун-т., Саратов, 1998. – С. 77-81.
7. Николаенко, А.Ю. Применение RFID ридеров на базе автоматических анализаторов цепей в системе сортировки и укладки для сборочных линий / А.Ю. Николаенко, А.А. Львов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество», в 2 т. / под.ред. Н.К. Юркова. - Пенза: ПГУ, 2016, Т. 1, – С. 239-242.

Н.А. Остроглазов, А.А. Елистратов

ВЕБ-СИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ КОНКУРСА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ «IT & ТРАНСПОРТ»

(Самарский университет)

Введение

С развитием информационных и телекоммуникационных технологий, участие в различных дистанционных конкурсах в рамках дошкольного, школьного, университетского обучения становится неотъемлемой частью образовательного процесса. Кроме мероприятий, проводимых в рамках образовательного учреждения, появилась возможность участия в международных конкурсах, при проведении которых присутствие самого участника не является необходимым.



В настоящее время существует большое количество ресурсов, позволяющих принять участие в проводимых мероприятиях, разместить свою работу и получить заслуженный приз. При работе с ними возникают проблемы хранения и анализа работ. Поэтому появляется необходимость создания системы, удобной для подачи заявок участников, отбора данных по различным критериям, удобной сортировки конкурсов, просмотра доступных положений конкурса и качественного анализа результатов проверки.

Возможности системы включают облачное хранение данных, автоматическое формирование дипломов участника или победителя в зависимости от результатов проверки.

Структурная модель системы

При проектировании сложноорганизованной системы необходимо выявить объекты предметной области, отнести их к классам, соблюдая разумную степень детализации, определить интерфейсы классов и иерархию наследования, установить регламент отношений между классами [1].

Функциональная схема системы разделяется на основные подсистемы, между которыми указываются информационные связи и/или связи по управлению, описывается основное назначение подсистем.

Разработанная система имеет архитектуру типа «Клиент-Сервер». Клиентская и серверная части осуществляют передачу данных при помощи протокола HTTP (протокол прикладного уровня передачи). Основой HTTP является технология «Клиент-Сервер», то есть предполагается существование потребителей (клиентов), которые инициируют соединение и посылают запрос, и поставщиков (серверов), которые ожидают соединения для получения запроса, производят необходимые действия и возвращают обратно сообщение с результатом [2].

На рисунке 1 представлена функциональная схема системы.

В состав серверной части входят следующие подсистемы:

- авторизация, которая отвечает за регистрацию нового пользователя, аутентификацию и авторизацию уже существующего;
- взаимодействие с БД конвертирует запросы от сервера в SQL-запросы к базе данных;
- ведение БД контролирует корректность записей и их актуальность;
- справочная, которая содержит сведения о системе (руководство пользователю) и ее об ее разработчиках;
- прием/отправка сообщений – принимает сообщения от сервера и отправляет сообщения от клиента, проверяет корректность формата сообщения.

В состав клиентской части входят следующие подсистемы:

- визуализация, которая представляет в удобном графическом виде информацию для пользователя системы;
- прием/отправка сообщений – принимает сообщения от сервера и отправляет сообщения от клиента, проверяет корректность формата сообщения.

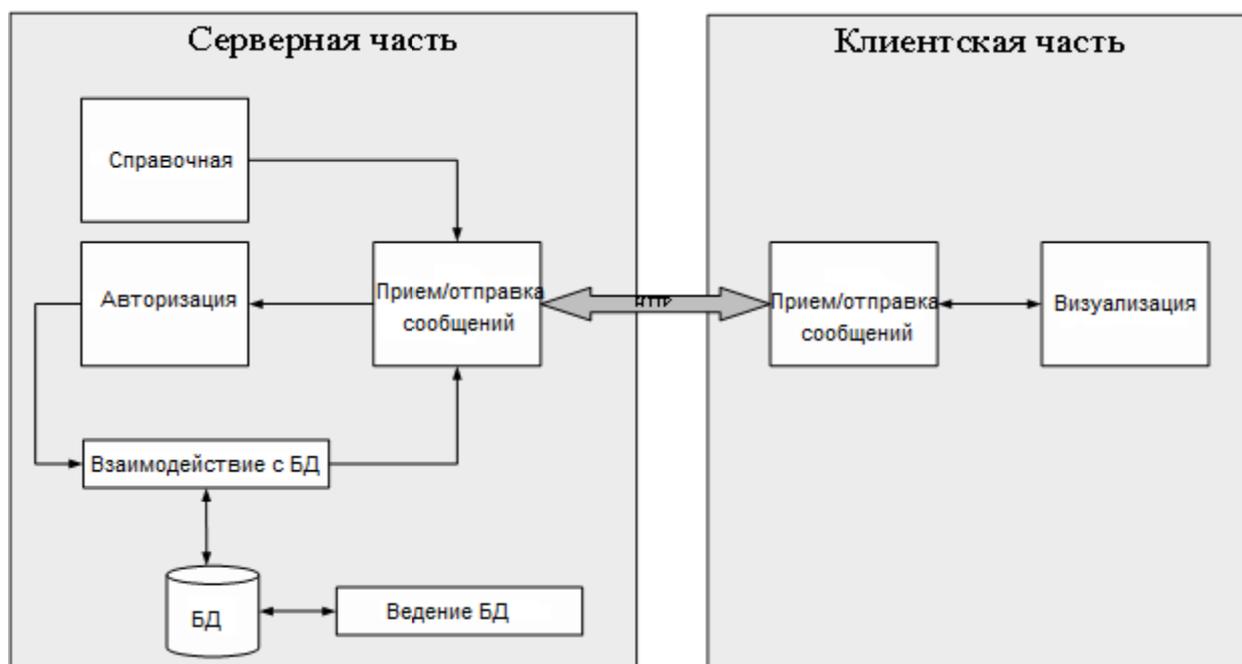


Рис. 1 – Функциональная схема системы

Такой подход к организации структуры веб-ориентированной системы создает условия для обеспечения централизованной обработки, хранения и доставки пространственных данных через сеть Интернет для удаленных пользователей, решающих задачи справочно-информационного и аналитического обслуживания [3].

Данное архитектурное решение обладает рядом преимуществ:

- выполнение независимо от операционной системы;
- возможность использования на мобильных устройствах;
- максимально быстрое распространение среди клиентов;
- минимальная аппаратная платформа;
- автоматическое обновление версий.

Клиентская часть системы

Логика работы клиентской части системы реализована на языке JavaScript с применением паттерна проектирования «Модуль». Паттерн «Модуль» осуществляет инкапсуляцию приватной информации, состояния или структуры за счёт встроенного в JavaScript механизма замыкания. Реализация паттерна «Модуль» в системе позволяет оборачивать методы и переменные в программные конструкции особого вида, предотвращая попадание методов и переменных в глобальный контекст. Паттерн «Модуль» возвращает только общедоступную часть через механизм API, оставляя внутреннюю реализацию доступной только в пределах модуля [4].

Используемые методы конструирования компьютерных технологий связаны с концепциями ООП, иерархического расслоения программных систем [5].

В разработанной системе взаимодействие пользователя с системой осуществляется посредством визуального графического SDI интерфейса.

Для пользователя с ролью «Администратор» доступны функции:

- создание, удаление, редактирование конкурсов;



- создание, удаление, редактирование пользователей;
- создание, удаление, редактирование заявок.

Для пользователя с ролью «Проверяющий» (интерфейс страницы пользователя с ролью «Проверяющий» показан на рисунке 2) возможны функции:

- просмотр работ участников конкурсов;
- изменение статуса заявок участников конкурсов;
- формирование дипломов участников конкурсов.

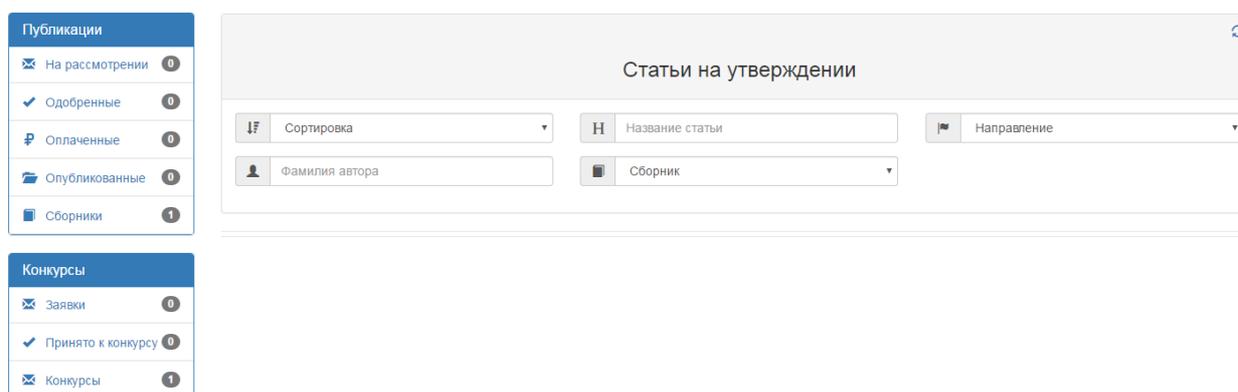


Рис. 2 – Интерфейс страницы пользователя с ролью «Проверяющий»

Для пользователя с ролью «Участник» возможны функции:

- создание, удаление, редактирование заявок на участие в конкурсах (интерфейс страницы создания заявок показан на рисунке 3);
- изменение данных своего профиля;
- просмотр результатов и скачивание диплома.

Рис. 3 – Интерфейс страницы создания заявок



Заключение

В результате проделанной работы разработана концепция архитектуры веб-системы на основе паттернов, разработана и внедрена веб-система проведения конкурса научно-исследовательских работ «IT & транспорт».

Литература

1. Головнин, О.К. Паттерновое проектирование интеллектуальных транспортных систем [Электронный ресурс] / Т.И. Михеева, О.К. Головнин, А.А. Федосеев // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – Режим доступа : <http://www.science-education.ru/106-7967>. – ISSN 2070-7428.
2. Липаев В.В. Программная инженерия. Методологические основы // Издательство «ТЕИС». – 2006. – 609 с.
3. Кудинов А.В. Геоинформационные технологии в задачах управления пространственными сетями // Геоинформатика-2000: труды международной научно-практической конференции. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2000. – С. 224-229.
4. Остроглазов Н.А. Веб-ориентированная информационная система дислокации объектов транспортной инфраструктуры / А.Н. Имамутдинов, Н.А. Остроглазов, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 17, № 4 (4). – С. 739–743.
5. Михеева Т.И. Использование принципов объектно-ориентированного проектирования интеллектуальной транспортной системы // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия: Физико-математические науки. 2004. № 34. С. 141-148

Я.Н. Пугачев, А.С. Белоногов, Ф.Р. Ахмадуллин

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ РЕЗОНАТОР ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Многоцелевые информационно-измерительные системы нашли свое широкое применение на железнодорожном транспорте. Отраслевое применение современных технологий базируется на цифровых системах передачи данных с последующей обработкой информационного массива на компьютеризованных стендах диагностики.

Безреостатная диагностика цилиндро-поршневой группы дизель тепловозов типа 2ТЭ10, ЧМЭЗ, ТЭМ2 и 2ТЭ116 включает в себя анализ качества топлива, спектральный анализ дизельных масел, состав выхлопных газов, а также комплекс виброакустической ультразвуковой диагностики.

При использовании информационно-измерительных технологий в состав измерительного комплекса в обязательном порядке входят первичные преобра-



зователи. Среди первичных преобразователей новым классом выделяются перестраиваемые пьезоакустические резонаторы.

В данной работе рассматривается перестраиваемый пьезоакустический резонатор, собственную резонансную частоту которого можно изменять в относительно широком диапазоне радиочастот. Он состоит из двух пьезокварцевых пластин, промежутки между которыми (резонансная камера) заполнены жидкостью с акустическими потерями, присущими данной среде. Такой резонатор обладает резко выраженными частотно-избирательными свойствами за счет акустического резонанса в объеме жидкости, заключенной между пьезокварцевыми пластинами, служащими преобразователем электрического сигнала в акустические колебания и наоборот [1].

На рис. 1 изображена конструкция резонатора с плоскопараллельными (рис. 1, а) и вогнутыми линзовыми (рис. 1, б) пьезокварцами, где 1 – подвижной корпус; 2, 4 – пьезокварцы; 3 – резонансная камера, заполненная жидкостью; 5 – неподвижный корпус; 6 – внешний корпус резонатора.

Пьезокварцы 2 и 4 по периметру закреплены в подвижном и неподвижном корпусах, заполненных газовой смесью с малым удельным акустическим сопротивлением или, например, гелием. Это позволяет уменьшить потери на переизлучение звуковых колебаний в подвижном и неподвижном корпусах.

Резонансная камера 3 для стабилизации параметров перестраиваемого резонатора заполняется жидкостью с нулевым температурным коэффициентом изменения скорости распространения ультразвуковых колебаний. Наличие жидкости в резонансной камере создает хорошие условия для теплообмена в резонаторе, что позволяет использовать подобные системы для генерации и фильтрации электрических сигналов большой мощности.

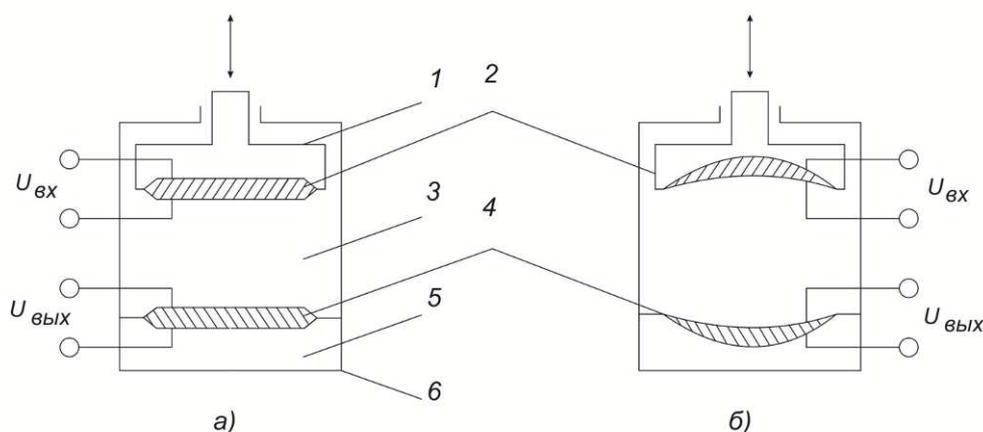


Рис. 1 . Конструкция резонатора

Для уменьшения потерь и влияния температуры окружающей среды размер резонансной камеры соизмерим с длиной волны акустических колебаний в жидкости: $l = n\lambda/2$, где l – размер резонансной камеры (расстояние между пьезокварцами); λ – длина волны акустических колебаний в жидкости; $n = 1 \div 5$.

Максимальную добротность для продольных акустических колебаний в резонансной камере, заполненной жидкостью, без учета потерь в пьезопластинах можно определить из соотношения:



$$Q = nf/c\alpha, \quad (1)$$

где f – частота акустических колебаний; α – коэффициент поглощения звука в жидкости; c – скорость распространения звука.

Для воды на частоте $f = 1$ МГц добротность $Q \approx 80.000$. Однако в реальных конструкциях акустических резонаторов подобного типа из-за потерь, возникающих в кварцдержателях, погрешности при настройке пьезопластин на взаимную параллельность, а также вследствие дифракционных потерь эта величина добротности оказывается в 2-3 раза меньше максимальной. Добротность перестраиваемого пьезоакустического резонатора с вогнутыми линзовыми пьезокварцами на порядок выше, чем с плоскопараллельными пьезопластинами. Это объясняется тем, что для резонансной камеры с вогнутыми линзовыми пьезокварцами снижаются требования к настройке пьезопластин на взаимную параллельность и что самое главное уменьшаются потери в пьезокварцах, связанные с их креплением, так как вся энергия механических колебаний локализуется в основном в центральной части линзового пьезокварца. Внутренние вогнутые поверхности этих пьезокварцев, фокусируя звуковые колебания в резонансной камере, компенсируют дифракционные потери при распространении продольных звуковых волн в резонансной камере.

Рабочий диапазон частот перестраиваемого пьезоакустического резонатора находится в пределах 0,3-30 МГц и ограничивается геометрическими размерами пьезокварцев. Для получения высокой добротности и режима стоячих волн в резонаторе необходимо, чтобы пьезопреобразователи излучали плоский фронт волны, что выполняется при условии $d/a \gg 1$, где d и a диаметр и толщина пьезокварца соответственно.

Добротность резонансной камеры, заполненной жидкостью, может быть больше добротности самих пьезокварцев из-за потерь, возникающих в кварцдержателях, а также вследствие различных волновых акустических сопротивлений в жидкости и в пьезокварцах:

$$Q_1/Q_2 \approx p_2/p_1, \quad (2)$$

где Q_1 и Q_2 – добротность пьезокварцев и резонансной камеры; p_1 и p_2 – волновые акустические сопротивления пьезокварцев и жидкости. Поэтому основное стабилизирующее действие в резонаторе оказывает добротность акустических колебаний в объеме жидкости.

Относительную нестабильность перестраиваемого пьезоакустического резонатора выразим через добротности жидкости в резонансной камере Q_2 и пьезокварцев Q_1 для случая, когда добротности пьезокварцев одинаковые:

$$\nu \approx \nu_2 Q_2 / Q_1 + \nu_1, \quad (3)$$

где ν_1 и ν_2 – относительная нестабильность жидкости и пьезокварцев соответственно.

Из (3) видно, что при $Q_2 > Q_1$ относительная нестабильность пьезокварцев влияет в Q_2/Q_1 раз меньше, чем относительная нестабильность жидкости.

Для расчета электрических параметров перестраиваемого пьезоакустического резонатора через акустические характеристики жидкой среды и пьезоконстанты пьезокварцев в качестве симметричного пассивного четырехполюсника



рассмотрим акустический резонатор, образованный тремя более простыми эквивалентными четырехполосниками А, В, С:

$$Y = \|A\| \cdot \|B\| \cdot \|C\|. \quad (4)$$

Аи С физически реализуются приемным и излучающим пьезокварцами. Четырехполосник В представляет собой резонансную камеру с жидкостью. Коэффициенты матриц этих четырехполосников находятся как и в [2].

При отсутствии потерь и одинаковом времени прохождения звуковых колебаний в пьезокварцах и жидкости определим собственную резонансную частоту перестраиваемого пьезоакустического резонатора из условия $Y_{\text{вх}} = 0$:

$$f_0 = (2n + 1) c / 2l \cdot n, \quad (5)$$

где $Y_{\text{вх}}$ – проводимость системы, описанной выражением (4); c – скорость звука в жидкости; l – расстояние между пьезокварцами; $n = 0, 1, 2, 3$. Как видно из (5), между резонансной частотой и расстоянием между пьезопреобразователями имеется обратно пропорциональная зависимость.

Экспериментальные исследования резонатора проводилось с пьезокварцами х-среза диаметром 20 мм на частоте 2,5 МГц. В резонаторе с вогнутыми линзовыми пьезокварцами была получена добротность порядка 20000, а диапазон перестройки по частоте составил 5%.

На рис. 2 и 3 представлены экспериментальные характеристики перестраиваемого пьезоакустического резонатора. Кривая а соответствует резонатору с плоскими пьезокварцами, изображенными на рис. 1, а, кривые б – с линзовыми вогнутыми пьезокварцами (см. рис. 1, б).

На рис. 2 изображена нормированная амплитудно-частотная характеристика резонатора. При использовании в резонаторе пьезокварцев, собственные резонансные частоты которых отличаются друг от друга, например, на 3% (кривые а' и б'), полоса пропускания резонатора становится шире, чем при равных собственных резонансных частотах пьезокварцев. В этом случае диапазон перестройки резонатора увеличивается до 6%, а добротность всей системы остается прежней. При уменьшении расстояния между пьезокварцами частота f_p в перестраиваемом пьезоакустическом резонаторе изменяется практически линейно в диапазоне перемещения $l \approx 0 \div 0,5\lambda$ (кривые а и б на рис. 3).

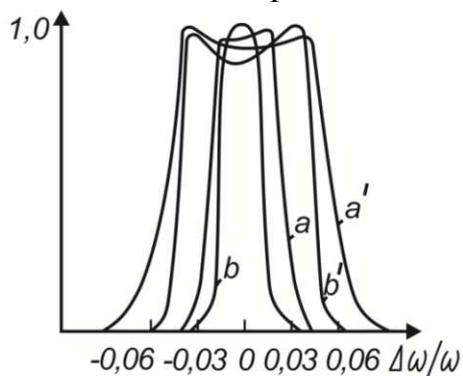


Рис. 2. АЧХ резонатора

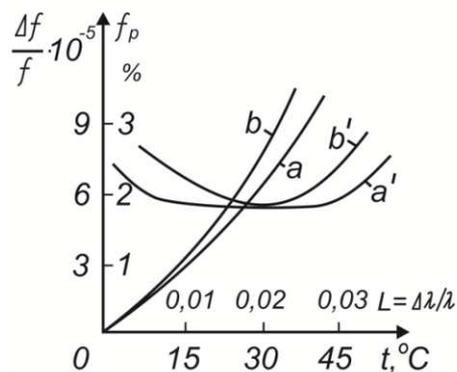


Рис. 3. ТКЧ резонатора



Как видно из рис. 3 (кривые а' и б'), температурная зависимость частоты для резонаторов с разными конфигурациями пьезокварцев различна. ТКЧ для резонатора с вогнутыми линзовыми пьезокварцами имеет более высокую температурную зависимость вследствие изменения угла среза при обработке кварцевой пластины.

При заполнении резонансной камеры контролируемой средой (дизельным топливом, картерным маслом, выхлопными газами) изменяется добротность и резонансная частота. Информационно-измерительный комплекс строится на дифференциальной схеме. В одном канале задействован резонатор с эталонной среде, а в другом канале резонатор заполнен контролируемой средой.

Литература

1. Ультразвуковой газоанализатор / Я.Н. Пугачев, А.С. Белоногов // Инновации в системах обеспечения движения поездов: Материалы I Международной научно-практической конференции (19-20 мая 2016). – Самара: СамГУПС, 2016 г. – С.42-46.
2. Домаркас В. И., Кажис Р. Б. Контрольно-измерительные пьезоэлектрические преобразователи. Вильнюс: Минтис, 1974.

Р.И. Салимов, М.Г. Нуриев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В ЛИНИЯХ СВЯЗИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Одним из важных аспектов надежного функционирования электронных систем автомобиля является обеспечение высокого уровня помехоустойчивости. На этапе разработке данных электронных систем необходимо провести прогнозирование возможных помех и помехоустойчивости элементов при воздействии разнообразных электромагнитных источников. Высоковольтные линии электропередачи (ВЛЭП) являются распространенным типом мощных промышленных помех [1], и автомобили часто попадают под ее электромагнитные поля.

Целью данной работы является моделирование и анализ электромагнитных помех в линиях связи автомобилей при воздействии электрических и магнитных полей ВЛЭП.

Наиболее распространенным видом ВЛЭП являются воздушные линии, выполненные голыми проводами, подвешенными на изоляторах и смонтированными на опорах. Изучая электромагнитные помехи от ВЛЭП необходимо различать два их типа: 1) электромагнитные воздействия возникающие за счет напряжений и токов рабочей частоты. В данном случае большое влияние на



режимы работы ВЛЭП оказывают перенапряжения, которые являются причиной повышения амплитуды наибольшего рабочего напряжения электрической сети и генерирования электромагнитных помех большой мощности. При таких режимах ВЛЭП источниками электромагнитных помех, как правило, становятся токи и напряжения основной частоты высоковольтной линии. Наиболее распространенным аварийным режимом ВЛЭП является ее короткое замыкание (КЗ) на землю, которое сопровождается резким увеличением токов линии; 2) высокочастотные излучаемые помехи от ВЛЭП, возникающие за счет некоторых физических эффектов (основной спектр от 0,15 МГц до 4 МГц) – коронных разрядов на проводах, изоляторах или арматуре ЛЭП, которые создают импульсы тока, поступающие в провода линии. Эти импульсы распространяются по проводам в обоих направлениях от места их образования. В полосе частот от 0,15 МГц до нескольких мегагерц помехи являются, в основном, результатом распространения импульсов тока вдоль ВЛЭП. В непосредственной близости от ЛЭП преобладает поле основной частоты, а на некотором удалении от нее преобладает поле излучения [1].

Наиболее опасным, в смысле электромагнитного воздействия ВЛЭП на рабочих частотах, является ее однофазное КЗ, которое возможно в системе с глухозаземленной нейтралью, т.е. в системах с напряжением 110 кВ и выше. Изменение напряженности магнитного поля во времени t , возникающие при КЗ ЛЭП, пропорционально току КЗ и аналитически определяется как:

$$H(t) = \frac{I_{КЗ} [\exp(-t/T_C) - \cos \omega t]}{2\pi r_{ЛЭП}},$$

где $I_{КЗ}$ - ток короткого замыкания ВЛЭП, А; T_C - постоянная времени сети, принимающая значения от 0,05 до 0,1 с; $f = 50$ Гц; $r_{ЛЭП}$ – расстояние от ВЛЭП до точки наблюдения, м.

Также есть данные, которые рекомендуются для испытаний электронных средств на электромагнитное воздействие ВЛЭП. Например, в табл. 1 приведены максимальные значения напряженностей электрического и магнитного полей на уровне 2 м от поверхности Земли, рекомендуемые для воздействия на объекты, которые должны подвергаться испытаниям.

Таблица 1

Значения напряженностей электрического и магнитного полей ВЛЭП, рекомендуемые для испытаний объектов

Рабочее напряжение ЛЭП, кВ	Рекомендуемые для испытаний значения напряженностей поля			
	электрического, кВ/м		магнитного, А/м	
	Рабочий режим	Режим КЗ	Рабочий режим	Режим КЗ
330	21	18	35	1500
500	30	30	40	1800
750	42	48	55	2000



Так как ВЛЭП оборудованы быстродействующей защитой, время срабатывания которой составляет около 0,07 ... 0,1 с, то это время и должно быть принято за время воздействия магнитного поля помехи на электронные системы автомобиля при КЗ ВЛЭП. Вектор напряженности магнитного поля лежит в плоскости, перпендикулярной оси провода, и направлен по касательной к окружности, концентрической его поверхности. Из-за довольно низкой частоты магнитное поле будет почти беспрепятственно проникать в экранированные области автомобиля.

Далее, распространяющиеся от ВЛЭП электромагнитные поля рабочей частоты и радиочастоты, воздействуют на контура (сигнальное межсоединения и часть возвратного проводника) в электронных системах автомобиля и наводят в них электромагнитные помехи. Для анализа воздействия электрической составляющей поля ВЛЭП необходимо рассматривать контура как приемную антенну (например, дипольная антенна). При этом установившееся значение наведенного напряжения $U_E(t)$ на нагрузке определяется следующим образом:

$$U_E(t) = \frac{E_{\max} l_K R_H}{2\sqrt{R_H^2 + [\omega \cdot L_K - 1/(\omega C)]^2}} \sin(\omega \cdot t + \psi - \varphi),$$

где E_{\max} – максимальное значение напряженности электрического поля, В/м; l_K – длина контура, м; R_H – сопротивление нагрузки, Ом; ω – частота воздействия, Гц; L_K – индуктивность контура, Гн; C – емкость контура, Ф; ψ – начальная фаза; φ – угол определяемый из равенства:

$$\varphi = \arctg\{[\omega L - 1/(\omega C)]/(R_H + R_{II})\}, \quad \pi/2 \geq \varphi \geq -\pi/2,$$

где R_{II} – сопротивление излучения контура (35 Ом для дипольной антенны), Ом. При этом для определения первичных параметров контура (L , C) используются известные аналитические формулы из [2].

Для анализа воздействия магнитной составляющей поля ВЛЭП, контура в электронных системах автомобиля рассматриваются как рамочные антенны и выражение для оценки помех можно представить в виде:

$$U_H(t) = \frac{H_{\max} \cdot \mu_0 \cdot S_K \cdot \omega \cdot R_{OB}}{z} [\cos(\omega t - \varphi) - \cos \varphi], \quad S_K = l \cdot h_K,$$

$$R_{OB} = R_{II} R_H / (R_{II} + R_H), \quad z = \sqrt{R_{OB}^2 (1 - \omega^2 LC) + (\omega L)^2},$$

$$\varphi = \arctg\{[\omega L / (R_{OB} (1 - \omega^2 / \omega_p^2))]\}, \quad \omega_p = \sqrt{1/(L \cdot C)},$$

где H_{\max} – максимальное значение магнитной напряженности поля помехи, В/м; h_K – ширина контура, м; μ_0 – магнитная постоянная ($4\pi \cdot 10^{-7}$).

Рассмотрим результаты моделирования электромагнитных помех в контурах электронных систем автомобиля обусловленные режимом КЗ ВЛЭП (рис. 1). Исходные данные: расстояние от провода ВЛЭП до исследуемого контура – $r = 50$ м; рабочая частота ВЛЭП – $f = 50$ Гц; параметры контура: $l = 150$ мм, h_K



= 20 мм; сопротивление нагрузки – R_H - 50 Ом; параметры тока КЗ: $I_{КЗ} = 50$ кА, $T_c = 0,5$. В данном случае напряженность электрического поля ВЛЭП рассчитывается по достаточно сложной методике и поэтому используем известные результаты из [3].

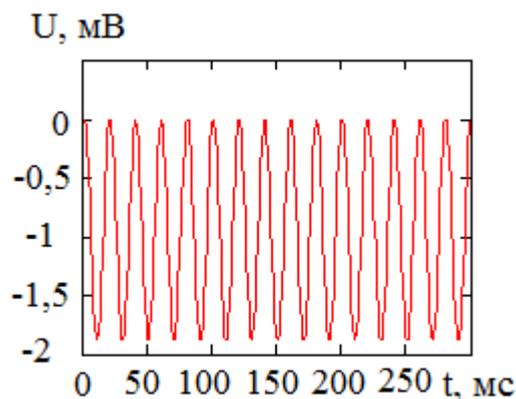


Рис. 1. Электромагнитная помеха в исследуемом контуре

Как видно из результатов моделирования, электромагнитные поля, возникающие в рабочем режиме и режиме короткого замыкания ВЛЭП, хотя и имеют большие значения напряженности, но не создают существенных электромагнитных помех в контурах электронных систем автомобиля. Это объясняется очень низкой частотой электромагнитного поля и быстрым убыванием поля в зависимости от расстояния. Данная задача также эффективно и более точно решается с помощью физического моделирования [4, 5].

При необходимости повышения помехоустойчивости электронных систем автомобиля возможно применение следующих новых решений, представленных в [6, 7]. При этом также актуальны исследования помехоустойчивости электронных систем автомобиля при электростатическом разряде [8] и электромагнитном импульсе молнии [9, 10].

Литература

1. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / Под ред. В.И. Кравченко. – М.: Радио и связь, 1987. – 256 с.
2. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы её обеспечения в технике / Пер. с нем. И. П. Кужекина; Под ред. Б. К. Максимова. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 295 с.
3. Гизатуллин З.М. Анализ воздействия высоковольтных линий электропередачи на функционирование цифровых элементов печатных плат // Технологии электромагнитной совместимости. – 2006. – № 3. – С. 3.
4. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г. Математические модели для физического моделирования задач электромагнитной совместимости // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №1-2. – С. 115-122.
5. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Гизатуллин Р.М. Физическое моделиро-



вание электромагнитных помех при электромагнитном воздействии на макро-объекты // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6. – С. 1.

6. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.

7. Гизатуллин З.М. Снижение электромагнитных помех в межсоединениях многослойных печатных плат // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – №2 – С. 199-205.

8. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Экспериментальные исследования помехоустойчивости персонального компьютера при импульсном разряде статического электричества // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2011. – №3. – С. 78-83.

9. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. - №1-2. – С. 38-47.

10. Гизатуллин З.М., Фазулянов Ф.М., Шувалов Л.Н., Гизатуллин Р.М. Целостность информации в USB флэш-накопителе при воздействии импульсного магнитного поля // Журнал Радиоэлектроники. 2015. – №8. – с. 8.

О.Н. Сапрыкин, Е.Р. Майоров, Л.А. Уварова

ВЫДЕЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ РАЙОНОВ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В настоящее время процесс урбанизации во всех странах идет нарастающими темпами, что ведет к быстрому росту городов, увеличению количества жителей в них, ухудшению транспортной обстановки. Неэффективные транспортные системы городов остаются одной из главных проблем для жителей. По последним данным, из-за плохого состояния улично-дорожных сетей городов, люди в среднем тратят в пробках около трех месяцев своей жизни. Поэтому транспортной инфраструктуре требуется постоянная реконструкция для улучшения и поддержания социально-экономического состояния города [1].

Транспортная инфраструктура города является примером сложной системы, нахождение оптимального функционирования которой без применения средств автоматизации невозможно. Для решения данной задачи используют комплексы программно-аппаратных средств, включающих средства мониторинга транспортной ситуации, инструменты анализа данных и системы поддержки принятия решений. Одним из компонентов последней является система



транспортного моделирования, которая позволяет проверить целесообразность проводимых мероприятий по реконструкции на стадии их проектирования [2].

На данный момент существует множество прикладных программ, осуществляющих процесс транспортного моделирования на различных уровнях детализации – от макроскопического уровня, где рассматриваются макропараметры транспортного потока, до микроскопического уровня, где моделируется поведение отдельных транспортных средств. В процессе принятия решения могут быть востребованы модели разных уровней детализации, каждый уровень предоставляет уникальную информацию, недоступную на других уровнях. Достоинством микроскопической модели является возможность построения на ее основе моделей более высокого порядка [3]. В данной работе используется система микроскопического моделирования *SUMO* [4]. Одной из главных особенностей данной программы является точная, удобная и интуитивно понятная визуализация транспортных процессов (рисунок 1).

Главной задачей в моделировании транспортных процессов является создание модели передвижения населения по городу, которая наиболее близка к реальной ситуации. Для этого необходимо построение матриц корреспонденций, которые содержат информацию об объемах перемещений между транспортными районами города. Существует несколько моделей расчета матриц корреспонденций, многие из которых используют аналогию с физическими моделями [5]. В данной работе используется гравитационная модель, предложенная В. Рейли [6]. Идею к построению гравитационной модели дал всемирный закон тяготения. Применительно к транспортной системе, в качестве тел выступают пункты порождающие/поглощающие потоки, за массу тела принимается суммарный объем выезжающего/въезжающего потока, физическое расстояние можно заменить любыми затратами, связанными с передвижением из одного транспортного района в другой. Транспортная гравитационная модель связывает интенсивность потока T_{ij} между полным числом отправок из i -ого района Q_i и прибытий в j -ый район D_j и затратами на передвижение между зонами i и j - c_{ij}

$$T_{ij} = \frac{Q_i * D_j}{c_{ij}^2}, \quad i = 1, \dots, N, \quad j = 1, \dots, M,$$

где N – общее количество районов отправления, M – общее количество районов прибытия. Расстояние между районами, считается как расстоянием между центрами этих районов.

Для применения гравитационной модели необходимо разделить город на транспортные районы. Для разработки первоначальной модели принято решение использовать административные районы города. В качестве исходных данных используется электронная карта города из открытого источника *OpenStreetMap* [7], экспортированная в формате *xml*. Для выделения границ районов и попавших в них участков дорог разработан программный сценарий на языке *Python* [8]. Работа с географическими объектами в разработанном сценарии ведется с помощью библиотеки *GeoPandas*, позволяющей организовать интерфейс работы с географической базой данных через язык *Python* [9].

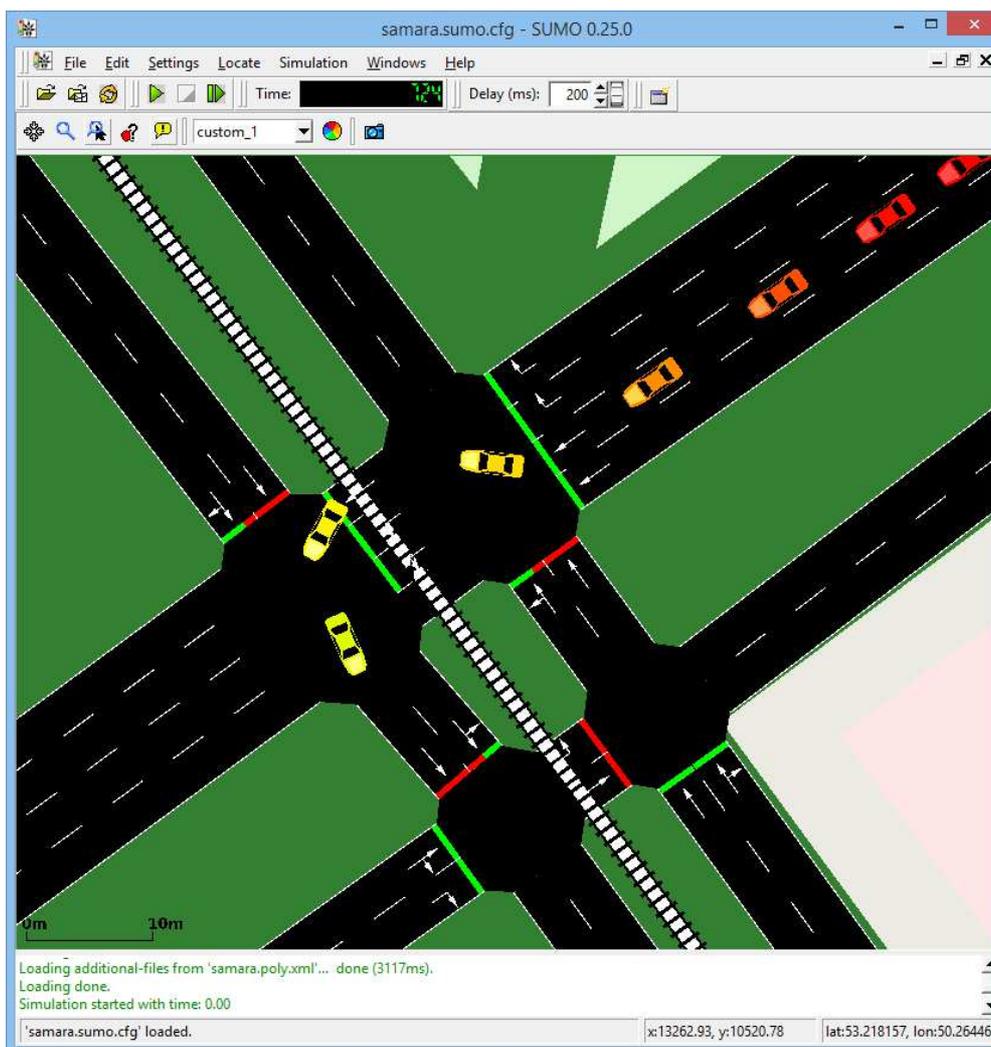


Рисунок 1. Визуализация процесса моделирования транспортных потоков.

Разработанный программный интерфейс состоит из двух таблиц, содержащих пространственные и атрибутивные характеристики объектов транспортных районов и участков дорог. Задача определения принадлежности участков дорог определенному району решалась посредством объединения таблиц по столбцу с пространственными характеристиками. Для этого используется операция *Overlay* из библиотеки *GeoPandas*, с помощью которой можно выполнять различные наложения двух пространственных таблиц и визуализировать их. Существует несколько типов этой операции: *Intersection* – выбирает из двух таблиц общие параметры; *Union* – выбирает все данные из таблиц; *SymmetricalDifference* – выбирает уникальные данные, которые встречаются лишь в одной таблице; *Difference* – выбирает данные, которые есть лишь в одной таблице без общих данных с другой таблицей. Необходимо было учесть, что при выборе района должны выделяться лишь те участки дорог, которые находятся внутри этого района, поэтому в работе выбран тип операции *Intersection*.

Выделенные транспортные районы и входящие в них участки дорог использовались при построении матрицы корреспонденций по гравитационной модели. На следующем этапе исследования планируется интеграция разработанного сценария с системой моделирования *SUMO*, которая поддерживает



программный интерфейс на языке *Python*. Разработанная интегрированная программная среда позволит вносить изменения в модель транспортных потоков без промежуточного этапа расчета цепей корреспонденций.

Литература

1. Batty M. Cities and complexity. Cambridge, MA: The MIT Press, 2005. – 589 p.
2. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.
3. Saprykin, O. Multilevel Modelling of Urban Transport Infrastructure / O. Saprykin, O. Saprykina // In Proceedings of the 1st International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS-2015). Portugal, Lisbon: SCITEPRESS, 2015. – pp. 78-82. DOI: 10.5220/0005458300780082
4. SUMO – Simulation of Urban Mobility [электронный ресурс] / www.sumo.dlr.de/
5. Wilson A. G. A statistical theory of spatial distribution models // Transportation Research. 1967. Vol. 1. P. 253-270.
6. Reilly W.J. The law of retail gravitation // New York. — 1931.
7. OpenStreetMap [электронный ресурс] / openstreetmaps.org.
8. Маккинли У. Python и анализ данных/ Пер. с англ. Слинкин А. А. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 482 с.
9. GeoPandas [электронный ресурс] <http://geopandas.org>

В.В. Солдаткин

РАЗРАБОТКА И ТРУБНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦА БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ВЕРТОЛЕТА В УСЛОВИЯХ ВОЗМУЩЕНИЙ ВИХРЕВОЙ КОЛОННЫ НЕСУЩЕГО ВИНТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Измерение воздушных сигналов вертолета затрудняется аэродинамическими искажениями, вносимыми индуктивными потоками несущего винта, особенно в области малых скоростей полета, когда фюзеляж и установленные на нем приемники аэротрической информации находятся в створе вихревой колонны несущего винта. При этом пространственный характер потока, воспринимаемого аэротрическими приемниками, а также способностью вертолета совершать движения вперед – назад, вправо – влево, полет на режиме висения ограничивают использование традиционных для самолетов средств измерения воздушных сигналов [1, 2].

Одним из направлений расширения нижней границы рабочих скоростей полета и диапазона измерения угла скольжения является построение системы воздушных сигналов вертолета на основе датчика первичной информации в виде не-



подвижного пространственно-распределенного многофункционального аэрометрического приемника и использования для целей измерения информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта [3].

Для восприятия информативных параметров аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта предложено [3, 4] использовать неподвижный пространственно-распределенный многофункциональный аэрометрический приемник (рис.1).

По давлению, воспринимаемому многофункциональным приемником, составляющие V_x, V_y, V_z , величина V_B вектора \mathbf{V}_B истинной воздушной скорости, углы атаки α и скольжения β вертолета, статическое давление P_H , плотность ρ_H , барометрическая высота H и приборная скорость $V_{пр}$ определяются в соответствии с соотношениями вида [3]:

$$\begin{aligned}
 V_x &= V_\Sigma \sin \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9K_1(\varphi_2, V_\Sigma) \sin 2\varphi_{01}} \frac{P_1 - P_2}{P_{\Pi\Sigma} - P_{CT\Sigma}} \right) \right] \times \\
 &\times \cos \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9K_2(\varphi_1, V_\Sigma) \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{CT\Sigma}} \right) \right] - K_{ix} |V_{i0}| - (\omega_y z - \omega_x y); \\
 V_y &= V_\Sigma \cos \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9K_1(\varphi_2, V_\Sigma) \sin 2\varphi_{01}} \frac{P_1 - P_2}{P_{\Pi\Sigma} - P_{CT\Sigma}} \right) \right] \times \\
 &\times \cos \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9K_2(\varphi_1, V_\Sigma) \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{CT\Sigma}} \right) \right] - K_{iy} |V_{i0}| - (\omega_z x - \omega_x z); \\
 V_z &= V_\Sigma \sin \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9K_2(\varphi_1, V_\Sigma) \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{CT\Sigma}} \right) \right] - K_{iz} |V_{i0}| - (\omega_x y - \omega_y x); \\
 V_B &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}; \alpha = \arctg \frac{V_y}{V_x}; \beta = \arcsin \frac{V_z}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}} = \arcsin \frac{V_z}{V_B}; \\
 P_H &= P_{CT\Sigma} - K_P \frac{\rho_\Sigma V_\Sigma^2}{2}; H_{абс} = H = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0} \right)^{\tau R} \right]; \rho_H = \rho_0 \frac{P_H T_H}{P_0 T_0}; \\
 V_{пр} &= \sqrt{2gRT_0 \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_{дин}}{P_0} \right)^{\frac{k}{k-1}} \right]}; P_{дин} = 0,5\rho_H V_B^2,
 \end{aligned}$$

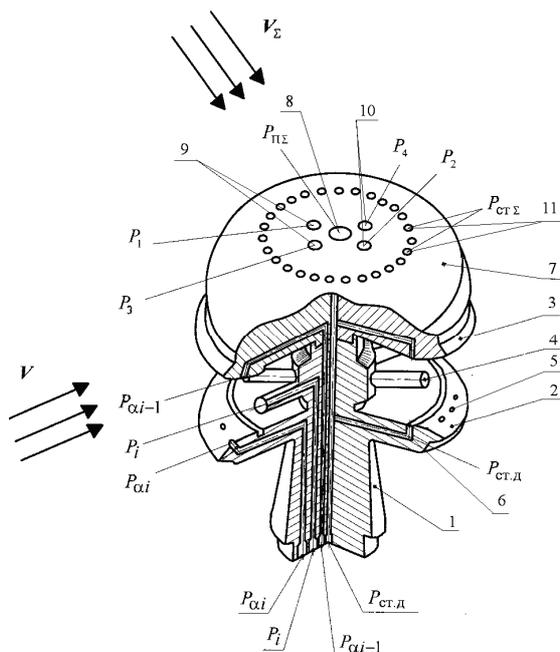


Рисунок 1 – Конструктивная схема неподвижного многофункционального аэрометрического приемника

где P_0 и T_0 – абсолютное давление и температура воздуха на уровне моря; R и k – удельная газовая постоянная и показатель адиабаты для воздуха; $|V_{i0}|$ – модуль вектора индуктивной скорости несущего винта вертолета на режиме висения; τ – температурный градиент; $K_p, K_{ix}, K_{iy}, K_{iz}$ – безразмерные коэффициенты, зависящие от параметров полета и определяемые по результатам летных испытаний системы на вертолете; $K_1(\varphi_2, V_\Sigma)$ и $K_2(\varphi_1, V_\Sigma)$ – коэффициенты, учитывающие взаимное влияние углов φ_1 и φ_2 на распределение давлений P_1, P_2 и P_3, P_4 на поверхности полусферы, которые в общем случае зависят от величины V_Σ и определяются при тарировке АМП в аэродинамической трубе.

При выходе неподвижного многофункционального аэрометрического приемника из зоны вихревой колонны несущего винта высотно-скоростные параметры вертолета определяются по давлениям $P_i, P_{\alpha i}, P_{\alpha i-1}, P_{ст.д}$, воспринимаемым многоканальным проточным аэрометрическим приемником 1 (рис.1), в соответствии с алгоритмами, приведенными в работах [5].

На рис. 2 представлен общий вид и комплектация экспериментального промышленного образца системы: 1 – неподвижный аэрометрический приемник; 2 – электроизмерительная схема; 3 – устройство преобразования; 4 – ноутбук.

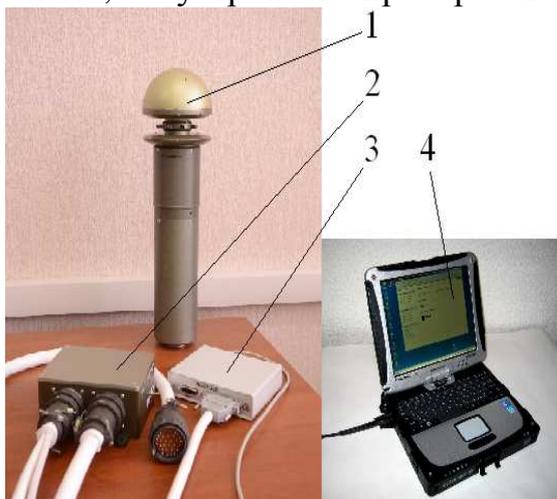


Рисунок 2 – Фотография экспериментального промышленного образца системы воздушных сигналов вертолета



Как показали трубные испытания, на режиме малых и околонулевых скоростей полета вертолета, когда неподвижный аэрометрический приемник находится в зоне вихревой колонны несущего винта, экспериментальный промышленный образец обеспечивает измерение продольной V_x и боковой V_z составляющих вектора истинной воздушной скорости с инструментальной погрешностью, не превышающей значений $\Delta V_x = \Delta V_z = \pm 3,6...4$ км/ч, вертикальной составляющей V_y – с погрешностью не более $\Delta V_y = \pm 3,35...4,4$ км/ч. При выходе датчика первичной информации из зоны вихревой колонны, инструментальная погрешность измерения угла скольжения в диапазоне $\pm 180^\circ$ не превышает значения $\Delta \beta = \pm 0,5...0,7^\circ$, инструментальная погрешность измерения истинной воздушной скорости при изменении угла скольжения в диапазоне $\pm 180^\circ$ – не более $\Delta V_B = \pm 2...3$ км/ч, колебания дросселированного статического давления $P_{ст.д}$, воспринимаемые в проточном канале неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника не превышает значения $\Delta P_{ст.д} = \pm 60...75$ Па, что соответствует погрешности определения барометрической высоты на уровне Земли не более $\Delta H = \pm 4...5$ м.

Применение рассмотренной системы воздушных сигналов на различных классах вертолетов позволит повысить безопасность полета, эффективность пилотирования и боевого применения, обеспечить надежность работы системы в условиях возможных резких возмущений аэродинамического поля вертолета, например, при пуске ракеты.

Литература

- [1] Алексеев Н.В., Кравцов В.Г., Назаров О.И. и др. *Системы измерения воздушных параметров нового поколения* // Авиакосмическое приборостроение, 2003. №8. С. 31–36.
- [2] Козицин В.К., Макаров Н.Н., Порунов А.А., Солдаткин В.М. *Анализ принципов построения систем измерения воздушных сигналов вертолета* // Авиакосмическое приборостроение, 2003. №10. С. 2–13.
- [3] Солдаткин В.В. *Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного комбинированного аэрометрического приемника и информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта*: Монография. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. 284 с.
- [4] Солдаткин В.В., Солдаткин В.М., Порунов А.А., Никитин А.В., Макаров Н.Н., Кожевников В.И., Белов В.П., Истомина Д.А. *Система воздушных сигналов вертолета*. RU 2427844 С1. Заявл. 09.03.2010. Опубл. 27.08.2011.
- [5] Порунов А.А., Солдаткин В.В., Солдаткин В.М. *Всенаправленная система воздушных сигналов вертолета с неподвижным многоканальным аэрометрическим приемником* // Мехатроника, автоматизация, управление, 2007. №3. С. 8–14.



Р.В. Солдаткин, И.Д. Сазонов, В.В. Солдаткин

ПОСТРОЕНИЕ И АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ВЕРТОЛЕТА НА ОСНОВЕ НЕПОДВИЖНОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО АЭРОМЕТРИЧЕСКОГО ПРИЕМНИКА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Измерение воздушных сигналов вертолета, особенно на малых скоростях полета, когда приемники первичной аэрометрической информации находятся в створе вихревой колонны несущего винта, затрудняется значительными аэродинамическими искажениями, вносимыми индуктивным потоком несущего винта. Одним из направлений расширения нижней границы рабочих скоростей полета является построение систем воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного многофункционального аэрометрического приемника и использования для целей измерения информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта [1].

В качестве информативного параметра аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта вертолета предложено [1] использовать вектор скорости V_{Σ} результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта в виде трех составляющих:

$$V_{\Sigma} = V + V_i + V_{\phi} \quad (1)$$

стационарной составляющей V , обусловленной поступательным движением вертолета относительно воздушной среды; стационарной составляющей индуктивного потока V_i и воздушного потока за счет силы тяги несущего винта; флуктуационной составляющей V_{ϕ} , обусловленной маховыми движениями лопастей и работой автомата перекося, которая может быть выделена и в значительной степени отфильтрована от составляющих V и V_i в каналах системы воздушных сигналов вертолета.

Для восприятия параметров вектора скорости V_{Σ} предложено [2] использовать неподвижный многофункциональный аэрометрический приемник (рисунок 1).

Для конкретного места установки многофункционального аэрометрического приемника на фюзеляже вертолета составляющие V_{ix}, V_{iy}, V_{iz} вектора V_i в связанной системе координат можно описать уравнениями приведенными в работе [3]:

$$V_{ix} = K_{ix} \sqrt{\frac{Gn_y}{2\chi\rho_H F}}; \quad V_{iy} = K_{iy} \sqrt{\frac{Gn_y}{2\chi\rho_H F}}; \quad V_{iz} = K_{iz} \sqrt{\frac{Gn_y}{2\chi\rho_H F}}; \quad (2)$$

где K_{ix}, K_{iy}, K_{iz} – безразмерные коэффициенты, зависящие от величины (модуля) вектора скорости V невозмущенного воздушного потока, равного по ве-



личине $V = V_b$, а также от углов атаки α и скольжения β и других параметров полета вертолета, которые определяются при летных испытаниях системы на конкретном вертолете; $\sqrt{\frac{Gn_y}{2\chi\rho_H F}} = V_{i0}$ – модуль вектора v_i скорости индуктивного потока на режиме висения ($V=0$); G – текущий вес вертолета; $n_y = \frac{1}{g} \frac{d^2 H}{dt^2} - 1$ – нормальная перегрузка; ρ_H – плотность невозмущенного воздушного потока на данной высоте H ; F – площадь, ометаемая несущим винтом вертолета; χ – коэффициент заполнения диска несущего винта; g – ускорение свободного падения.

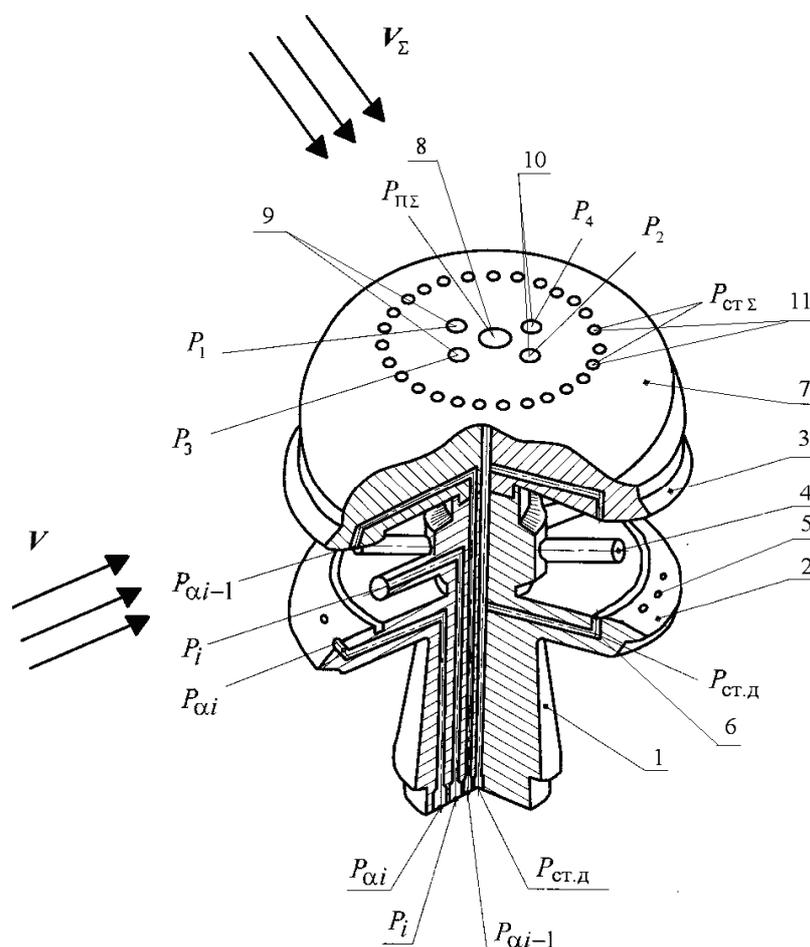


Рисунок 1 – Конструктивная схема неподвижного многофункционального аэрометрического приемника

Модуль V_Σ скорости и плотность ρ_Σ результирующего набегающего воздушного потока можно определить по полному $P_{п\Sigma}$ и статическому $P_{ст\Sigma}$ давлениям и температуре $T_{т\Sigma}$ заторможенного результирующего воздушного потока, воспринимаемой приемником температуры торможения, используя зависимости [3]:



$$V_{\Sigma} = 44,826 \sqrt{\frac{T_{\tau\Sigma} \left[\left(\frac{P_{\text{п}\Sigma}}{P_{\text{ст}\Sigma}} \right)^{0,2857143} - 1 \right]}{\left(\frac{P_{\text{п}\Sigma}}{P_{\text{ст}\Sigma}} \right)^{0,2857143}}}; \rho_{\Sigma} = \frac{P_{\text{ст}\Sigma}}{287,05287 T_{\tau\Sigma}} \left(\frac{P_{\text{п}\Sigma}}{P_{\text{ст}\Sigma}} \right)^{0,2857143} \quad (3)$$

где параметры, входящие в формулу (3), имеют размерности в единицах системы СИ.

По давлениям P_1, P_2 и P_3, P_4 , воспринимаемым на верхней поверхности полусферического приемника 7 (см. рисунок 1) определяются углы φ_1 и φ_2 , определяющие положение вектора V_{Σ} результирующего набегающего воздушного потока вихревой колонны несущего винта вертолета.

Поскольку неподвижный аэрометрический приемник расположен на фюзеляже на определенном радиус-векторе $R(x, y, z)$ от центра масс вертолета, то при вращении вертолета относительно центра масс имеет место кинематическое искажение вектора скорости V воздушного потока, обусловленное движением вертолета относительно окружающей среды, которое определяется уравнениями:

$$V_{\text{кx}} = V_x + (\omega_y z - \omega_x y); V_{\text{ky}} = V_y + (\omega_z x - \omega_x z); V_{\text{kz}} = V_z + (\omega_x y - \omega_y x), \quad (4)$$

где $V_{\text{кx}}, V_{\text{ky}}, V_{\text{kz}}$ – проекции кинематически искаженного вектора $V_{\text{к}}$ скорости набегающего воздушного потока в месте установки аэрометрического приемника; $\omega(\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ – вектор угловой скорости вращения вертолета относительно центра масс; x, y, z – координаты места установки аэрометрического приемника в связанной системе координат.

Алгоритмы вычисления высотно-скоростных параметров вертолета по информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта, принимают вид [1, 2]:

$$V_x = V_{\Sigma} \sin \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9} \sin 2\varphi_{01} \frac{P_1 - P_2}{P_{\text{п}\Sigma} - P_{\text{ст}\Sigma}} \right) \right] \times \\ \times \cos \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9} \sin 2\varphi_{02} \frac{P_3 - P_4}{P_{\text{п}\Sigma} - P_{\text{ст}\Sigma}} \right) \right] - K_{ix} |V_{i0}| - (\omega_y z - \omega_x y); \\ V_y = V_{\Sigma} \cos \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9} \sin 2\varphi_{01} \frac{P_1 - P_2}{P_{\text{п}\Sigma} - P_{\text{ст}\Sigma}} \right) \right] \times \\ \times \cos \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9} \sin 2\varphi_{02} \frac{P_3 - P_4}{P_{\text{п}\Sigma} - P_{\text{ст}\Sigma}} \right) \right] - K_{iy} |V_{i0}| - (\omega_z x - \omega_x z); \\ V_z = V_{\Sigma} \sin \left[\frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9} \sin 2\varphi_{02} \frac{P_3 - P_4}{P_{\text{п}\Sigma} - P_{\text{ст}\Sigma}} \right) \right] - K_{iz} |V_{i0}| - (\omega_x y - \omega_y x);$$



$$V_B = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}; \alpha = \arctg \frac{V_y}{V_x}; \beta = \arctg \frac{V_z}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}} = \arcsin \frac{V_z}{V_B};$$
$$P_H = P_{ст\Sigma} - K_P \frac{\rho_\Sigma V_\Sigma^2}{2}; P_{дин} = 0,5\rho_H V_B^2; H_{абс} = H = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0} \right)^{\tau R} \right]; \quad (5)$$
$$\rho_H = \frac{P_H}{RT_H}; T_H = T_0 - \tau H; V_{пр} = \sqrt{2gRT_0 \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_{дин}}{P_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]};$$

где P_0 и T_0 – абсолютное давление и температура воздуха на уровне моря; R и k – удельная газовая постоянная и показатель адиабаты для воздуха; τ – температурный градиент; P_H , T_H и ρ_H – абсолютное давление, температура и плотность воздуха на высоте полета H ; $V_{пр}$ – приборная скорость.

При выходе неподвижного многофункционального аэрметрического приемника из зоны вихревой колонны высотно-скоростные параметры вертолета определяются по давлениям P_i , P_{ai} , P_{ai-1} , $P_{ст.д}$, воспринимаемым неподвижным многоканальным проточным аэрметрическим приемником, в соответствии с уравнениями и приведенными в работе [4].

Таким образом, предложенные подходы, математические модели и алгоритмы обработки информации системы воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного многофункционального аэрметрического приемника и информации вихревой колонны несущего винта позволяют определить высотно-скоростные параметры вертолета в области малых и околонулевых скоростей полета.

Литература

[1] Патент №2427844 РФ, МПК G01 P 5/14. Система воздушных сигналов вертолета / В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин, А.А. Порунов, А.В. Никитин, Н.Н. Макаров, В.И. Кожевников, В.П. Белов, Д.А. Истомина. // Заявл. 09.03.2010 г. Опубл. 27.08.2011 г. Бюл. №24.

[2] Солдаткин В.В. Методологические основы измерения высотно-скоростных параметров вертолета по аэрметрической информации вихревой колонны несущего винта // Известия вузов. Авиационная техника. 2010. № 3, С. 51-56.

[3] Козицин В.К. Алгоритмическое обеспечение системы воздушных сигналов вертолета на основе свободно ориентированного приемника давлений // Известия вузов. Авиационная техника. 2006. № 4. С. 52-57.

[4] Порунов А.А., Солдаткин В.В., Солдаткин В.М. Всенаправленная система воздушных сигналов вертолета с неподвижным многоканальным аэрметрическим приемником // Мехатроника, автоматизация, управление: Управление и информатика в аэрокосмических системах. 2007. №3. С. 8-14.



Е.О. Арискин, Д.Л. Люлин, В.М. Солдаткин

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЕКТОРА ВЕТРА НА БОРТУ ВОЗДУШНОГО СУДНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева-КАИ)

Задача контроля скоростей, углов направления и других параметров воздушных потоков актуальна в метеорологии и расходомерии, авиации и энергетике, экологии и других областях [1-5]. Это определяет непрерывное повышение требований к их техническим характеристикам: диапазонам измерения, надёжности, чувствительности, быстродействию и др. В ряде случаев этим требованиям не всегда удовлетворяют приборы, основанные на использовании традиционных методов измерения: тепловой, тахометрический, аэродинамический и вихревой [2-5]. Весьма перспективным при решении ряда задач может оказаться ультразвуковой метод [2,6], имеющий ряд преимуществ: не вносит аэродинамических возмущений в контролируемый воздушный поток, обладает повышенной надёжностью из-за отсутствия подвижных элементов, чисто электронная цепь измерительного преобразования и обработки сигналов, низкое энергопотребление. Это определяет целесообразность анализа особенностей реализации и технических возможностей ультразвукового метода применительно к задаче контроля параметров воздушных потоков.

Ультразвуковой метод основан на использовании для целей измерения скорости распространения акустических колебаний в воздушной среде от скорости и направления ее движения относительно траектории распространения ультразвуковой волны.

Рассмотрим особенности реализации ультразвукового метода измерения расхода [6]. В этом случае измерение расхода сводится к измерению разности времени излучения и приема ультразвуковых сигналов, разности фаз или разности частот излучаемых и принимаемых сигналов.

Если в контролируемом воздушном потоке разместить два совмещенных излучателя – приемника ультразвуковых колебаний, каждый из которых поочередно работает в режиме излучения и приема, то время прохождения звукового колебания в направлении потока будет определяться соотношением $t_1 = \frac{L}{a + V}$, где L – расстояние между приемником и излучателем; a – скорость звука в воздухе; V – скорость движения воздушного потока.

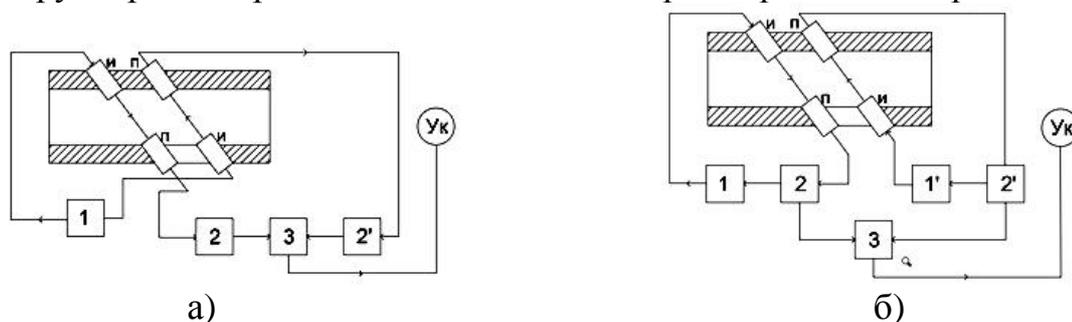
При движении ультразвуковых колебаний встречно воздушному потоку, время прохождения звука будет равно $t_1 = \frac{L}{a - V}$. Тогда контролируемая ско-



рость V будет определяться выражением вида $V = \frac{t_2 - t_1}{2La^2}$.

При этом интервал времени $\Delta t = t_2 - t_1$, по которому определяется скорость V , будет равен $\Delta t = 2LV/a^2$ и определяет выбор конструктивных параметров при реализации ультразвукового измерителя скорости воздушных потоков по времени прохождений ультразвуковых колебаний от излучателя до приемника. Например, при $L=0,1$ м, $a=340,3$ м/с и $V=10$ м/с, интервал времени $\Delta t = 1,7 \cdot 10^{-5}$ с. Измерение таких интервалов времени является непростой технической задачей, что ограничивает применение таких время – импульсных ультразвуковых измерителей. Как видно из выражения (2), выходной сигнал время – импульсных ультразвуковых измерителей зависит от температуры T контролируемого воздушного потока, так как скорость звука $a = \sqrt{kgRT}$, где k – показатель адиабаты воздуха; g – ускорение свободного падения; R – газовая постоянная.

Для оценки возможностей ультразвукового метода при контроле разности фаз рассмотрим двухконтурную схему ультразвукового фазового расходомера воздуха через трубопровод, принципиальная схема которого приведена на рис. 1 а [6].



1-генератор; 2, 2' – усилители;
 3 – фазометр; Ук – указатель;
 И, П – излучатель и приемник.

1, 1' – генераторы; 2, 2' – усилители;
 3 – смеситель; Ук – указатель;
 И, П – излучатель и приемник.

Рис. 1 – Принципиальные схемы фазового (а) и частотного (б) ультразвуковых расходомеров

Для ультразвуковых сигналов, направленных по потоку и против него, интенсивности звуковых колебаний J_1 и J_2 будут определяться соотношениями $J_1 = \omega L(a + V \cos \theta)$; $J_2 = \omega L(a - V \cos \theta)$; где θ – угол наклона луча траектории распространения ультразвуковых колебаний по отношению к оси трубопровода.

Тогда разность фаз, измеряемая фазометром 3 (рис.1,а), будет определяться выражением $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\omega LV \cos \theta}{a^2}$.

Для оценки возможностей фазового ультразвукового расходомера определим разность фаз при $L=0,1$ м, $V=10$ м/с, $a=340,3$ м/с, $\theta=45^\circ$, $\omega=2\pi f$, $f=2 \cdot 10^4$ Гц. Подставляя численные значения, получим $\Delta \varphi = 5,7$ рад, что достаточно просто измеряется фазометром. Однако, как видно из выражения (3), выходной сигнал фазовых ультразвуковых измерителей также зависит от температуры контролируемого воздушного потока.



Для оценки возможностей ультразвукового метода при реализации частотного расходомера, рассмотрим схему, приведенную на рис. 1,б.

В частотном расходомере время распространения звука от излучателя И к приемнику П по потоку и против него соответственно будут определяться как $t_1=L(a+V\cos\theta)$; $t_2=L(a-V\cos\theta)$;

Значениям времени t_1 и t_2 соответствуют частоты повторения импульсов $f_1=1/t_1$, $f_2=1/t_2$. Разность частот, получаемая на выходе смесителя З (рис. 1,б), будет определяться соотношением $\Delta f = \frac{2V \cos \theta}{L}$. При параметрах расходомера

$L=0,1$ м, $\theta=45^\circ$, получим $\Delta f=104$ Гц, причем выходной частотный сигнал не зависит от скорости звука и, следовательно, от температуры воздушного потока, что является достоинством частотных ультразвуковых измерителей.

Рассмотрим примеры реализации ультразвукового метода для контроля параметров пространственных воздушных потоков. Характерным примером использования ультразвукового метода для контроля параметров вектора ветра является автоматическая метеостанция АМК – 03[7]. Основным элементом метеостанции является ультразвуковой анемометр, внешний вид, акустическая и структурная схемы которого показаны на рис. 2.

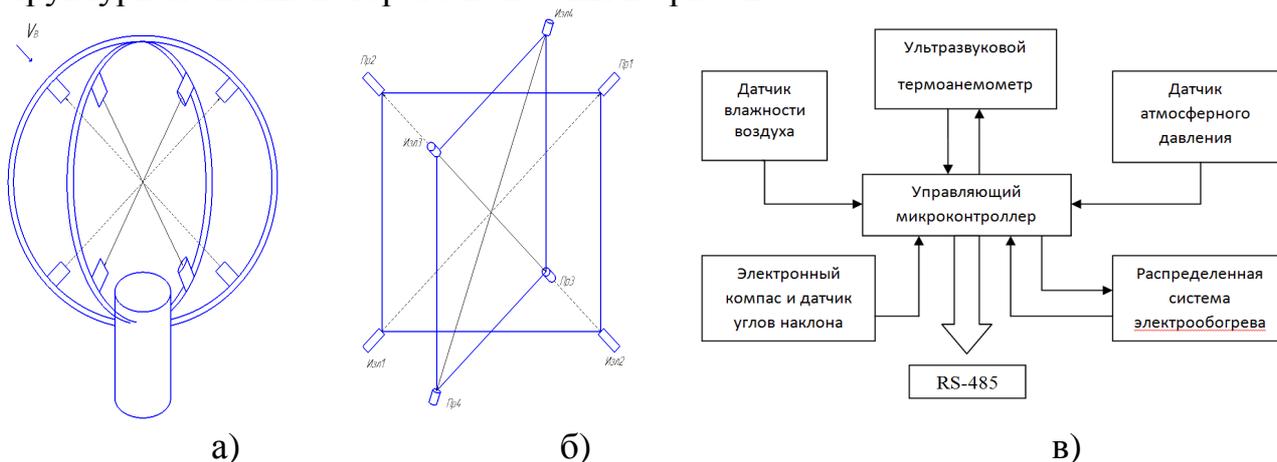


Рис. 2 – Ультразвуковой анемометр автоматической метеостанции АМК – 03: внешний вид (а); расположение приемников и излучателей (б); структурная схема системы (в)

Ультразвуковой анемометр (рис. 2, а) представляет собой сферическую конструкцию, выполненную в виде двух ортогональных трубчатых колец. На трубчатых кольцах закреплены восемь ультразвуковых пьезокерамических преобразователей, образующих четыре пары излучателей ИЗЛ. и приемников ПР. (рис 2, б), которые располагаются в противоположных вершинах куба, охватываемого сферической конструкцией, на одинаковом расстоянии $L_i=L$ друг от друга. Такая конструкция обладает повышенной механической жесткостью в сочетании с хорошей «ветровой прозрачностью» и устойчивостью к воздействию ударных и вибрационных нагрузок.

Ультразвуковой анемометр работает по частотно – импульсной схеме с несущей звуковой частотой близкой к 100 кГц. Частота выдачи данных измере-



ний может изменяться и составляет 10, 40 или 80 Гц. Линейный размер пространственной области ультразвуковых измерений $L_i=150$ мм, чувствительность по скорости ветра 10^{-2} м/с, масса $\approx 1,4$ кг, потребляемая мощность не более 1Вт от сети постоянного тока напряжением 10...30В.

Основные метрологические характеристики автоматической метеостанции сведены в таблицу [7].

Таблица – Основные технические характеристики автоматической метеостанции АМК – 03

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Погрешность
Температура воздуха, T , °С	-50...+55	$\pm 0,3$ при $T \leq +30^\circ\text{C}$; $\pm 0,5$ при $T > +30^\circ\text{C}$
Скорость горизонтального ветра V , м/с	0...40	$\pm(0,1 + 0,02V)$
Направление горизонтального ветра D , град	0...360	± 4
Скорость вертикального ветра ω , м/с	-15...+15	$\pm(0,1 + 0,02\omega)$

Рассмотренные особенности работы и приведенный пример реализации системы измерения вектора ветра свидетельствуют о широких технических возможностях и областях применения ультразвукового метода, определяют перспективы его реализации в бортовых средствах измерения составляющих вектора ветра и вектора истинной воздушной скорости и связанных с ними параметров.

Литература

- [1] Богомолов В.Ю., Богушевич А.Я., Гордов Е.П. и др. *Информационно-измерительная система для регионального мониторинга и прогноза опасных метеорологических явлений* // Оптика атмосферы и океана. 2001. Т.24. №1. С.52-59.
- [2] Кремлевский П.П. *Расходомеры и счетчики количества*: Л.: Машиностроение, 1975. 776 с.
- [3] Петунин А.Н. *Методы и техника измерения параметров газовых потоков*: М.: Машиностроение, 1972. 332 с.
- [4] Горлин С.М. *Экспериментальная аэромеханика*. М: Высшая школа, 1970. 423 с.
- [5] Солдаткин В.М. *Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов*. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. 448 с.
- [6] Боднер В.А. *Приборы первичной информации*. М.: Машиностроение, 1981. 344 с.
- [7] Азбукин А.А., Богушевич А.Я., Коблев А.А. и др. *Автоматические метеостанции АМК-03 и их модификации* // Датчики и системы. 2012. №3. С. 47-52



ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ВИХРЕВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОЗВУКОВОГО САМОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ)

Несмотря на достигнутые успехи, современные средства измерения указанных высотно-скоростных параметров полета самолета, не всегда удовлетворяют возрастающим требованиям [1 – 3].

Принципиальная возможность достижения меньших потерь информации при выделении, преобразовании и обработке частотно-временных первичных информативных сигналов, а также естественная возможность получения выходных сигналов непосредственно в цифровой форме определяют перспективность построения системы воздушных сигналов на основе вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости [4].

На рис.1 приведена конструктивно-функциональная схема вихревой системы воздушных сигналов самолета. Здесь: 1 – клиновидные тела; 2 – приемник пульсаций давлений; 3 – устройства регистрации частот вихреобразования; 4 – устройство обработки; 5 – струевыпрямители; 6 – отверстие-приемник статического давления набегающего воздушного потока; 7 – пневмопровод; 8 – пневмоэлектрический преобразователь (датчик) абсолютного давления.

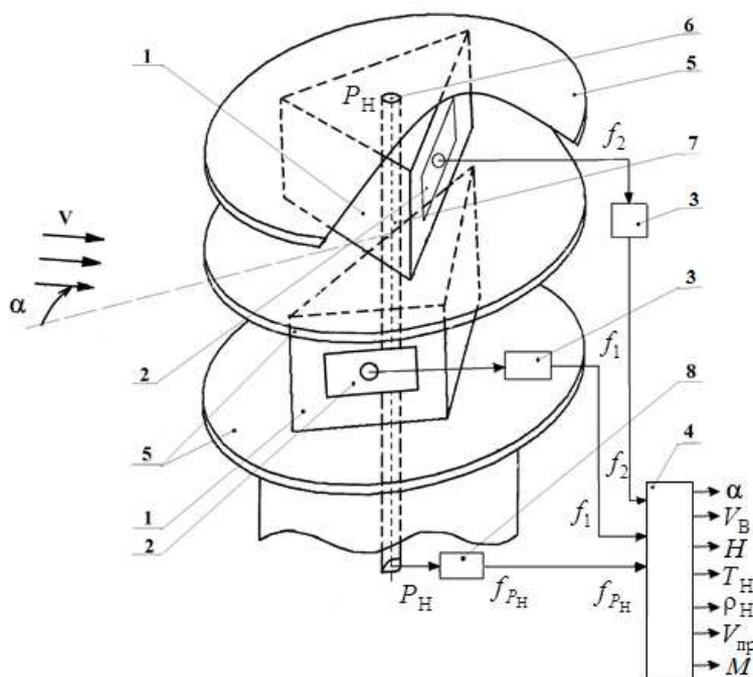


Рисунок 1 – Конструктивно-функциональная схема вихревой системы воздушных сигналов

Измеренные частоты f_1 и f_2 поступают на вход устройства обработки 4, выполненного в виде вычислителя, на выходе которого формируются значения аэродинамического угла α и истинной воздушной скорости V_B в соответствии с уравнениями

$$\alpha = \arctg \frac{f_2 - f_1}{f_1 + f_2};$$

$$V_B = \frac{1}{\sqrt{2Sh}} \frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}}$$

, (1) где f_1 и f_2 – частоты вихреобразования за клиновидными телами; Sh – число



Струхалю; α и V_B – измеряемый аэродинамический угол и истинная воздушная скорость.

При конструктивной реализации вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости клиновидные тела располагаются на одной оси друг над другом. С целью обеспечения измерения в трехмерном набегающем потоке и устранения влияния другого аэродинамического угла β самолета, перпендикулярно общей оси клиновидных тел установлены струевыпрямители, выполненные в виде тонких дисков 5, расположенных на верхних и нижних основаниях обоих клиновидных тел 1 и выделяющих в набегающем воздушном потоке зоны вихреобразования клиновидных тел. Это снижает влияние скаса набегающего потока в плоскости, перпендикулярной плоскости измерения, а, следовательно, уменьшает погрешности, обусловленные этим скасом потока.

Как показано в работе [7], диапазон рабочих скоростей вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости ограничен дозвуковыми скоростями полета (30...1200 км/ч), диапазон измерения аэродинамического угла находится в интервале $[-15^\circ \dots +35^\circ]$. Среднеквадратические погрешности вихревого датчика по каналу истинной воздушной скорости не превышает значения $\sigma_{\Delta V} = 3,7$ км/ч, по каналу аэродинамического угла - $\sigma_{\Delta \alpha} = 0,15^\circ$ [8].

Для расширения функциональных возможностей вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости и обеспечения измерения других высотно-скоростных параметров, на верхней или нижней поверхности одного струевыпрямителя 5, например, верхнего, установлен отверстие-приемник 6 статического давления P_H набегающего воздушного потока, который через пневмопровод 7 связан со входом пневмоэлектрического преобразователя (датчика) 8 абсолютного давления преимущественно с частотным выходным сигналом. Выход пневмоэлектрического преобразователя (датчика) 9 в виде частоты f_{P_H} , пропорциональной статическому давлению P_H набегающего воздушного потока, подключен ко входу устройства обработки 4. Устройство обработки 4 выполнено в виде вычислителя, реализующего соответствующие алгоритмы определения всех высотно-скоростных параметров движения самолета относительно окружающей воздушной среды, в том числе:

1. По воспринимаемому статическому давлению P_H набегающего воздушного потока в соответствии со стандартными зависимостями, соответствующими ГОСТ 4401-81, абсолютная высота полета в диапазоне $[-200 \text{ м} < H < 11000 \text{ м}]$ определяется по формуле

$$H = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0} \right)^{\tau R} \right] \quad (2)$$

2. Используя ГОСТ 5212-74, истинную воздушную скорость V_B , измеренную вихревым датчиком, можно представить в виде



$$V_B = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(\frac{P_{\Pi}}{P_H} \right)^{\frac{k}{k-1}} - 1 \right]} = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(\frac{P_{\text{дин}}}{P_H} + 1 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}, \quad (3)$$

где g – ускорение силы тяжести; $P_{\Pi} = P_H + P_{\text{дин}}$ – полное давление набегающего воздушного потока; $P_{\text{дин}} = \frac{\rho_H V_B^2}{2}$ – динамическое давление (скоростной напор) набегающего воздушного потока.

3. Плотность воздуха ρ_H на высоте H можно представить как $\rho_H = \rho_0 \frac{P_H T_0}{P_0 T_H}$, где ρ_0 – массовая плотность воздуха на высоте $H=0$.

4. Подставив в выражение (4) значения параметров V_B и P_H , измеряемых вихревым датчиком, получим соотношение вида

$$T_H = \frac{V_B^2}{2gR \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(1 + \frac{\rho_0}{2P_0 T_0} T_H V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}, \quad (4)$$

которое устанавливает неявную, но однозначную связь измеряемой вихревым датчиком истинной воздушной скорости V_B с абсолютной температурой T_H на высоте H .

5. Определяя из соотношения (4) абсолютную температуру T_H , можно определить плотность воздуха ρ_H на высоте H .

6. В соответствии с ГОСТ 5212-74 можно определить (вычислить) приборную скорость полета, т.е. истинную воздушную скорость V_B , приведенную к нормальным условиям на уровне $H=0$, по формуле

$$V_{\text{пр}} = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(1 + \frac{\rho_0}{2P_0} V_H^2 \right)^{\frac{k}{k-1}} - 1 \right]}. \quad (5)$$

7. Число Маха M , характеризующее отношение истинной воздушной скорости V_B и скорости звука $a_H = \sqrt{kgRT_H}$ на высоте H , для дозвуковых скоростей полета будет определяться соотношением

$$M = \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[\left(1 + \frac{\rho_0 T_H}{2P_0 T_0} V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}. \quad (6)$$

По сравнению с известными системами воздушных сигналов вихревая система воздушных сигналов имеет ряд существенных преимуществ:

1). Обеспечивает одновременное измерение всех высотно-скоростных параметров, определяющих движение самолета относительно окружающей среды.



2). Измерение всех высотно-скоростных параметров движения самолета осуществляется с помощью одного неподвижного малогабаритного приемника потока, практически не искажающего аэродинамику самолета и не влияющего на его аэродинамические характеристики.

3). Использование частотно-временных информативных сигналов позволяет снизить погрешности, обусловленные дрейфом нуля и изменением чувствительности элементов измерительной цепи восприятия, преобразования, передачи и обработки информации.

4). Получение выходных сигналов по всем высотно-скоростным параметрам самолета в непосредственно цифровой форме упрощает их использование в современных системах цифрового отображения информации, системах управления и других технических системах.

Все это определяет перспективы разработки и применения, построенной на его основе вихревой системы воздушных сигналов на дозвуковых самолетах различного класса и назначения.

Литература

[1] Алексеев Н.В., Вожаев Е.С., Кравцов В.Г. и др. *Системы измерения воздушных сигналов нового поколения* // Авиакосмическое приборостроение. 2003. №8. С.31-36.

[2] Солдаткин В.М. *Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов*. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. 2001. 448 с.

[3] Браславский Д.А., Логунов С.С., Пельпор Д.С. *Авиационные приборы и автоматы: Учебник для авиационных вузов*. М.: Машиностроение, 1978. 432с.

[4] Патент РФ на полезную модель №127473, МПК G01P 5/00. *Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости* / Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С. Заяв. 16.07.2012, Заявка №2012130110/28. Оpubл. 24.04.2013. Бюл. №12.

[5] Патент РФ на изобретение №2506596, МПК G01P 5/00. *Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости* / Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С. Заяв. 16.07.2012, Заявка №2012130111/28. Оpubл. 10.02.2014. Бюл. №4.

[6] Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С. *Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости* // Известия вузов. Авиационная техника, 2012. №4. С.56-59.

[7] Солдаткина Е.С. *Анализ метрологических характеристик вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости* // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2013. №2. С.111-117.

[8] Солдаткина Е.С. *Системотехническое проектирование вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости* // Известия вузов. Авиационная техника, 2013. №3. С.57-61.



РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА БОРТУ ВЕРТОЛЕТА В УСЛОВИЯХ ВОЗМУЩЕНИЙ ВИХРЕВОЙ КОЛОННЫ НЕСУЩЕГО ВИНТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Измерение параметров вектора ветра на борту вертолета на стоянке, при рулении и маневрировании по земной поверхности, при взлете и посадке, на режиме висения известными средствами [1, 2] ограничивается значительными аэродинамическими возмущениями, вносимыми вихревой колонной несущего винта. На указанных режимах, предложено для определения параметров вектора ветра использовать информацию аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта, а ее восприятие осуществить с помощью неподвижного комбинированного аэрометрического приемника – датчика ветра (рисунок) [3].

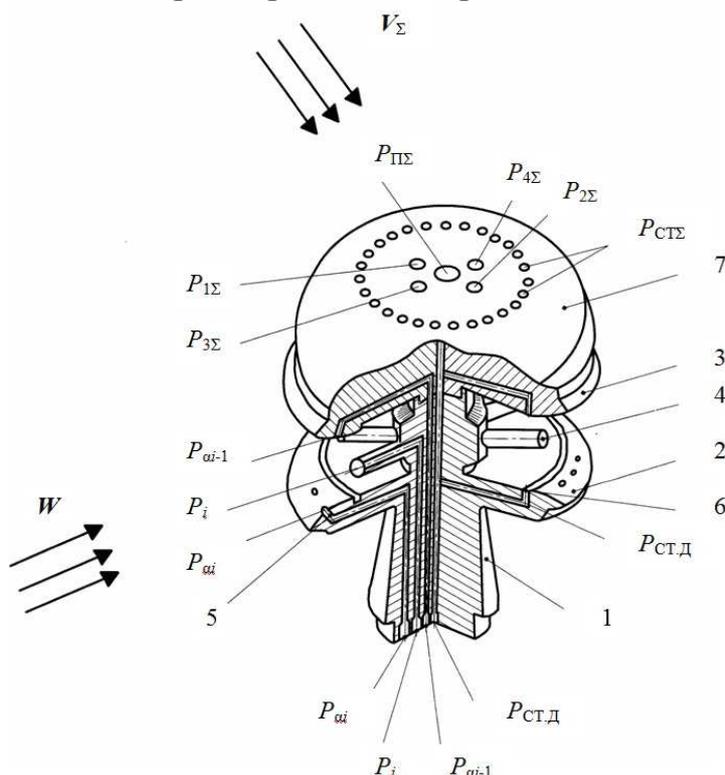


Рисунок – Конструктивная схема датчика ветра на основе неподвижного комбинированного аэрометрического приемника

Датчик содержит неподвижный многоканальный аэрометрический приемник 1, выполненный в виде двух разнесенных по высоте экранирующих дисков 2 и 3, между внутренними профилированными поверхностями которых в азимутальной плоскости под одинаковыми углами расположены трубки полного давления 4 для забора давлений P_i , определяющих величину W и горизонтальный угол направления Ψ вектора ветра W на стояночном режиме до запуска силовой установки несущего винта. На внутренних поверхностях экранирующих дисков 2 и 3 расположены кольцевые каналы 6 для забора дросселированного статического давления $P_{СТ,Σ}$ при наличии ветра. На

внутренних профилированных поверхностях экранирующих дисков 2 и 3 расположены отверстия для забора давлений $P_{αi}$ и $P_{αi-1}$, определяющих угол ветра в вертикальной плоскости. Для восприятия аэрометрической информации на режи-



ме маневрирования по земле и на взлетно-посадочных (полетных) режимах при вращении несущего винта вертолета, когда неподвижный датчик ветра находится в створе вихревой колонны несущего винта, на наружной поверхности экранирующего диска 3 установлен дополнительный аэрометрический приемник 7 в виде полусферы с диаметром, равным диаметру верхнего экранирующего диска. На поверхности полусферы на оси симметрии расположено отверстие, являющееся приемником полного давления $P_{П\Sigma}$ результирующего воздушного потока вихревой колонны, определяемой вектором скорости \mathbf{V}_{Σ} . В плоскости, параллельной плоскости симметрии вертолета, под углом φ_{01} к оси симметрии, симметрично расположены отверстия, являющиеся приемниками давлений P_1 и P_2 . В плоскости, перпендикулярной плоскости симметрии вертолета, под углом φ_{02} к оси симметрии, расположены отверстия, являющиеся приемниками давлений P_3 и P_4 . Перпендикулярно оси симметрии сферического приемника, на его поверхности по окружности расположены отверстия, являющиеся приемниками статического давления $P_{СТ\Sigma}$ результирующего набегающего воздушного потока колонны.

На стоянке величина W и угол направления ψ , а также статическое давление P_{H_0} определяются по давлениям P_i и $P_{СТ,д}$, воспринимаемым посредством трубок полного давления 4 и кольцевого приемника 6 дросселированного статического давления неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника 1 (см. рисунок).

Как показано в работе [4], угловая координата ψ вектора скорости ветра \mathbf{W} в исходной системе координат будет определяться выражением

$$\psi = \psi_{mi} \pm (\theta_{\max} - \theta_x)t_0; \quad \psi_{mi} = \frac{360}{n}i, \text{ где } t_0 - \text{координатный шаг сплайн-функции,}$$

реализующей аппроксимирующий полином $P_i = f(\theta)$ в безразмерной системе координат θ , например при количестве трубок i полного давления $n = 6$, $t_0 = 60^\circ$.

По значению $P_{i\max}$, соответствующему совпадению оси i -ой трубки полного давления с направлением набегающего воздушного потока ($\psi = 0$), определяется численное значение величины W скорости ветра

$$W = \sqrt{\frac{2}{\rho_{H_0}}(P_{i\max} - P_{H_0})} = \sqrt{\frac{2T_0 P_{H_0}}{P_{H_0} T_0 \rho_0}(P_{i\max} - P_{H_0})}, \text{ где } \rho_{H_0} - \text{плотность воз-}$$

духа на высоте стоянке H_0 ; P_{H_0} и T_{H_0} – статическое давление и абсолютная температура на высоте стоянки H_0 ; P_0 и ρ_0 – статическое давление и плотность воздуха на высоте $H=0$ стандартной атмосферы.

При работе двигательной установки и раскрутки трансмиссии на стоянке, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на взлетно-посадочных режимах, при снижении и на режиме висения в качестве информативного параметра аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта вертолета используется вектор скорости \mathbf{V}_{Σ} в виде геометрической суммы стационарных составляющих вектора скорости \mathbf{V} воздушного потока, формируемого движением



вертолета относительно окружающей среды или вектором скорости ветра \mathbf{W} , и вектора скорости \mathbf{V}_i индуктивного воздушного потока, создаваемого несущим винтом вертолета, т.е. $V_\Sigma = V + V_i$. За меру величин составляющих вектора скорости ветра \mathbf{W} и вектора истинной воздушной скорости \mathbf{V}_B вертолета принимается угловое положение вектора скорости \mathbf{V}_Σ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта, которое регистрируется ортогонально расположенным приемникам давлений P_1 и P_2 , P_3 и P_4 .

Величину V_Σ можно определить по полному $P_{\Pi\Sigma}$ и статическому $P_{\text{СТ}\Sigma}$ давлениям и температуре $T_{\text{Т}\Sigma}$ заторможенного результирующего воздушного потока, воспринимаемой приемником температуры торможения [5].

Для конкретного места установки неподвижного датчика воздушных сигналов на фюзеляже вертолета составляющие V_{ix} , V_{iy} , V_{iz} вектора индуктивного потока \mathbf{V}_i в связанной системе координат можно описать уравнениями вида [5]: $V_{ix} = k_{ix}|V_{i0}|$; $V_{iy} = k_{iy}|V_{i0}|$; $V_{iz} = k_{iz}|V_{i0}|$, где k_{ix} , k_{iy} , k_{iz} – безразмерные коэффициенты, определяемые по результатам летных испытаний системы на вертолете; $|V_{i0}|$ – модуль вектора скорости \mathbf{V}_i индуктивного потока на режиме висения ($V = 0$).

Поскольку неподвижный датчик воздушных сигналов расположен на фюзеляже на определенном радиусе-векторе \mathbf{R} от центра масс вертолета, то при вращении вертолета относительно центра масс имеет место кинематическое искажение вектора скорости \mathbf{V} невозмущенного воздушного потока, набегающего на приемник. Проекция кинематически искаженного вектора \mathbf{V}_k на оси связанной системы координат определяются как $V_{kx} = V_x + (\omega_y z - \omega_x y)$; $V_{ky} = V_y + (\omega_z x - \omega_x z)$; $V_{kz} = V_z + (\omega_x y - \omega_y x)$, где ω_x , ω_y , ω_z – угловые скорости вращения вертолета относительно осей связанной системы координат; x , y , z – координаты места установки многофункционального аэрометрического приемника в связанной системе координат, центр которой находится в центре масс вертолета.

Тогда по давлениям P_1 и P_2 , P_3 и P_4 , $P_{\Pi\Sigma}$ и $P_{\text{СТ}\Sigma}$ и по температуре торможения $T_{\text{Т}\Sigma}$, параметры вектора истинной воздушной скорости вертолета при рулении и маневрировании по земной поверхности и на взлетно-посадочных режимах вычисляются в соответствии с уравнениями вида:

$$V_x = V_\Sigma \cos \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{01}} \frac{P_1 - P_2}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\text{СТ}\Sigma}} \right) \right] \times$$

$$\times \cos \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\text{СТ}\Sigma}} \right) \right] - K_{ix} |V_{i0}| - (\omega_y x - \omega_x z);$$

$$V_y = V_\Sigma \sin \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{01}} \frac{P_1 - P_2}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\text{СТ}\Sigma}} \right) \right] \times$$

$$\times \cos \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\text{СТ}\Sigma}} \right) \right] - K_{iy} |V_{i0}| - (\omega_z x - \omega_x z);$$



$$V_z = V_\Sigma \sin \left[90^\circ - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{4}{9 \sin 2\varphi_{02}} \frac{P_3 - P_4}{P_{\Pi\Sigma} - P_{\Sigma\Gamma\Sigma}} \right) \right] - K_{iz} |V_{i0}| - (\omega_x y - \omega_y x);$$
$$V_B = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}; \quad \alpha = \arctg \frac{V_y}{V_x}; \quad \beta = \arcsin \frac{V_z}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}} = \arcsin \frac{V_z}{V_B}.$$

При наличии на вертолете приемника спутниковой навигационной системы (СНС) можно определить скорость V_p движения вертолета по земной поверхности, в соответствии с которой вычисляется скорость ветра $W = V_B \pm V_p$ при рулении и маневрировании вертолета по земле. Направление ψ вектора ветра \mathbf{W} будет определяться значением угла скольжения $\beta = \psi$.

Используя информацию о величине V_{Π} и углу сноса ψ_c вектора путевой скорости \mathbf{V}_{Π} вертолета от доплеровского измерителя скорости и угла сноса (ДИСС) и информацию о составляющих вектора истинной воздушной скорости, можно определить величину W и направление ψ вектора скорости ветра \mathbf{W} или продольную W_x и боковую W_z составляющие вектора ветра на взлетно-посадочных режимах: $\Psi = \beta + \psi_c$; $W_x = V_x - V_{\Pi} \cos \psi$; $W_z = V_z - V_{\Pi} \sin \psi$; $W = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}$.

Таким образом, предлагаемая бортовая система измерения параметров вектора ветра решает задачу информационного обеспечения экипажа вертолета на стоянке, при рулении и маневрировании по земной поверхности (стартовые режимы), на взлетно-посадочных режимах.

Литература

- [1] Тихомиров А.А. *Ультразвуковые анемометры и термометры для измерения пульсаций скорости и температуры воздушных потоков*. Обзор // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т.23. №7. С. 585 – 600.
- [2] Азбукин А.А., Богусевич Л.Я., Кобров А.А., Корольков В.А., Тихомиров А.А., Шелевой В.Д. *Автоматические метеостанции АМК-03 и их модификации* // Датчики и системы, 2012. №3. С. 42 – 52.
- [3] Патент РФ на изобретение №2426995, МПК G 01 P 5/00. *Система измерения малых воздушных скоростей вертолета* / В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин, Н.А. Порунов, Н.Н. Макаров, В.П. Белов, Д.А. Истомина. Заявл. 23.11.2009. Опубл. 20.08.2011. Бюл. №23.
- [4] Солдаткин В.М. *Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов*. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. 448 с.
- [5] Солдаткин В.В. *Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного аэрометрического приемника и информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта*: Монография. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. 284 с.



Д.Л. Крылов, В.М. Солдаткин

СИСТЕМА И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ САМОЛЕТА НА ОСНОВЕ НЕПОДВИЖНОГО НЕВЫСТУПАЮЩЕГО ПРИЕМНИКА ПОТОКА

(АО «Аэроприбор-Восход», Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Широко используемые флюгерные датчики аэродинамических углов из-за наличия в набегающем воздушном потоке подвижного элемента в виде свободно ориентирующегося флюгера критичны к аэродинамическим возмущениям и турбулентности набегающего воздушного потока из-за малости устанавливающего момента флюгера при скоростях полета менее 100 км/ч и на больших высотах – имеют значительные погрешности [1]. При измерении барометрической высоты, истинной воздушной скорости, приборной скорости и числа Маха используются вынесенные в набегающий воздушный поток приемник воздушных давлений и приемник температуры торможения [2], выступающие за обшивку фюзеляжа. Это нарушает аэродинамику самолета, особенно при его маневрировании, приводит к возникновению методических и инструментальных погрешностей при изменении состояния окружающей воздушной среды [3].

На рисунке приведена функциональная схема системы воздушных сигналов на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки [4]. Датчик содержит систему приемных электродов 1, электроды 3, которой расположены на одинаковом расстоянии по окружности радиуса R с центром в точке 2 генерации ионной метки. Приемные электроды 3 соединены со входами предварительных усилителей ПУ канала регистрации ионных меток, расположенных в блоке предварительных усилителей БПУ. Конструктивно приемные электроды 3 выполняются совместно с предварительными усилителями в виде автономных модулей, имеющих экранирующий корпус.

Выходные сигналы $U(\alpha)$ предварительных усилителей ПУ блока БПУ (см. рисунок) подаются на входы канала определения рабочего сектора (канал грубого отсчета) измеряемого аэродинамического угла, канала точного измерения угла в рабочем секторе и канала измерения истинной воздушной скорости. Выходные сигналы указанных каналов подаются на входы вычислительного устройства ВУ, который по результатам обработки входной информации выдает цифровые коды N_α , N_V по измеряемому аэродинамическому углу α и воздушной скорости V_B .

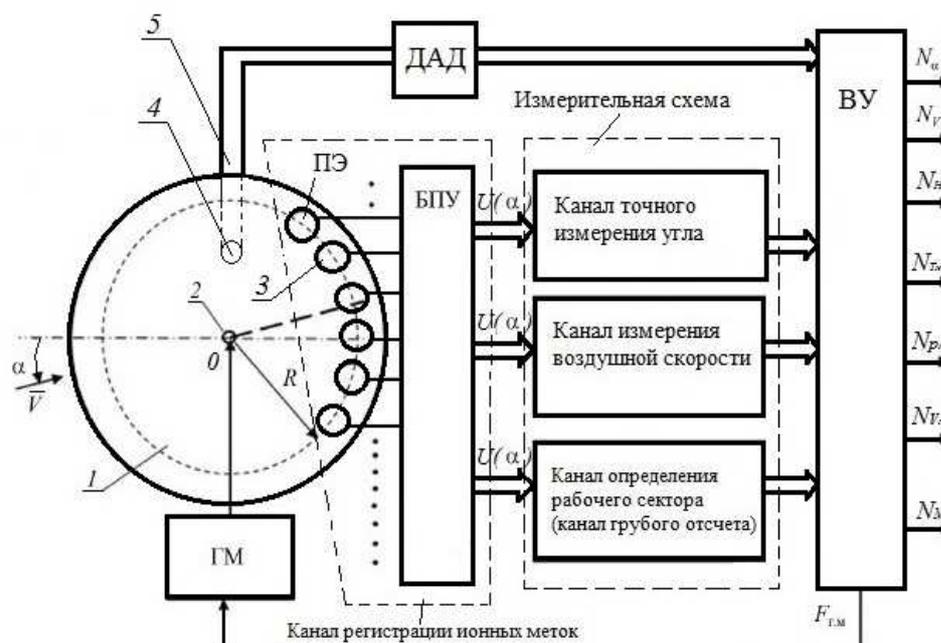


Рисунок 1 – Функциональная схема системы воздушных сигналов на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки

Сигналы, пропорциональные синусу $A \sin \alpha_i$ и косинусу $A \cos \alpha_i$, измеряемого угла в рабочем секторе грубого канала обрабатываются в вычислительном устройстве, на выходе которого выдается цифровой код N_α , связанный со значением α_p измеряемого аэродинамического угла точного канала соотношением

$$\alpha_p = \arctg \frac{A \sin \alpha_i}{A \cos \alpha_i}$$
, где α_i – текущее значение аэродинамического угла в пределах i -го рабочего сектора.

В соответствии с интервалом времени τ_V в вычислительном устройстве вырабатывается цифровой код N_V , пропорциональный величине истинной воздушной скорости $V_B = \frac{R}{\tau_V}$.

Для обеспечения одновременного измерения всех воздушных сигналов самолета с использованием рассмотренного ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости предложена на внешней поверхности системы приемных электродов расположить отверстие – приемник 4 (см. рисунок) для забора статического давления P_H набегающего воздушного потока, которое пневмоканалом 5 связано со входом датчика абсолютного давления ДАД, например цифрового, выход которого подключен ко входу вычислительного устройства ВУ.

По воспринимаемому статическому давлению P_H определяется текущая



абсолютная барометрическая высота полета по известным формулам

$$\text{а) при } -2000 \text{ м} < H < 11000 \text{ м} \quad H = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0} \right)^{\tau R} \right]; \quad (1)$$

$$\text{б) при } 11000 \text{ м} \leq H < 15000 \text{ м} \quad H = H_{11} + RT_{11} \ln \frac{P_{11}}{P_H},$$

где T_0 и P_0 – абсолютная температура и абсолютное давление на уровне моря; τ – температурный градиент; R – газовая постоянная; T_H, P_H – абсолютные температура и давление на текущей высоте H ; T_{11} и P_{11} – абсолютная температура и давление воздуха на высоте $H_{11} = 11000 \text{ м}$.

Истинную воздушную скорость V_B самолета, измеренную ионно-меточным датчиком, можно представить в виде

$$V_B = \sqrt{2gRT_H \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(\frac{P_{дин} + P_H}{P_H} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} = \sqrt{2gRT_H \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(\frac{P_{II}}{P_H} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}, \quad (2)$$

где g – ускорение силы тяжести; k – показатель адиабаты воздуха; $P_{дин} = \frac{\rho_H V_B^2}{2}$ – скоростной напор (динамическое давление) набегающего воздушного потока; $P_{II} = P_H + P_{дин}$ – полное давление набегающего воздушного потока; ρ_H – плотность воздуха на высоте полета H .

Получим соотношение, которое устанавливает неявную, но однозначную связь измеряемой ионно-меточным датчиком истинной воздушной скорости V_B с абсолютной температурой T_H воздуха на высоте полета H , например вида [5]

$$T_H = \frac{V_B^2}{2gR \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(1 + \frac{\rho_0}{2P_0 T_0} T_H V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}. \quad (3)$$

Определяя из соотношения (3) абсолютную температуру T_H , можно вычислить плотность воздуха ρ_H на высоте H , а также определить приборную скорость полета по формуле [4]

$$V_{пр} = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(1 + \frac{\rho_0}{2P_0 T_0} T_0 V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(1 + \frac{\rho_0}{2P_0} V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}. \quad (4)$$

При необходимости можно вычислить число Маха – Маевского, характеризующее отношение истинной воздушной скорости к скорости звука $a_H = \sqrt{kgRT_H}$ на данной высоте H . При дозвуковой скорости полета уравнение



для определения числа Маха – Маевского имеет вид:

$$M = \frac{V_B}{a_H} \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[\left(1 + \frac{\rho_0 T_H}{2P_0 T_0} V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}. \quad (5)$$

Таким образом, по сравнению с известными системами система воздушных сигналов, построенная на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости имеет ряд существенных преимуществ:

- Обеспечивает одновременное измерение всех высотно-скоростных параметров, определяющих движение самолета относительно окружающей воздушной среды в общей точке поверхности самолета.
- Измерение всех высотно-скоростных параметров движения самолета относительно окружающей воздушной среды осуществляется с помощью одного неподвижного невыступающего приемника потока, неискажающего аэродинамику самолета.
- Измерение всех высотно-скоростных параметров обеспечивается без существенного усложнения конструктивной схемы ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости.
- Получение выходных сигналов, по всем высотно-скоростным параметрам самолета в цифровой форме упрощает их использование в современных системах отображения информации, системах управления и других технических системах самолета.

Указанные достоинства рассматриваемой системы воздушных сигналов определяют перспективы применения вариантов системы на самолетах различного класса и назначения.

Литература

- [1] Солдаткин В.М. *Методы и средства измерения аэродинамических углов*. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. 448с.
- [2] *Авиационные приборы и измерительные системы* / Под ред. В.Г.Воробьева. М.: Транспорт, 1981. 391с.
- [3] Браславский Д.А., Логунов С.С., Пельпор Д.С. *Авиационные приборы и автоматы: Учебник для авиационных вузов*. М.: Машиностроение, 1978. 432с.
- [4] Ганеев Ф.А., Солдаткин В.М. *Ионно-меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости с логотрическими информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки* // Известия вузов. Авиационная техника, 2010. №3. С.46-50.
- [5] Солдаткина Е.С., Солдаткин В.М. *Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости с расширенными функциональными возможностями* // Известия вузов. Авиационная техника, 2012. №4. С.56-59.



О.И. Кузнецов, В.М. Солдаткин

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Для предупреждения экипажа и предотвращения критических режимов вертолета [1] на борту вертолета должны быть установлены соответствующие средства, которые должны не только обеспечивать контроль текущих значений параметров движения вертолета, но и формировать их допустимые значения с учетом эксплуатационных ограничений и метеорологических условий, выдачу предупреждающих сигналов и управляющих команд-подсказок экипажу, т.е. выполнять функции информационно-управляющей системы предотвращения критических режимов [2].

Как показано в работе [3], летные ограничения на характерные для каждого критического режима параметры полета вертолета определяются граничными значениями характерных параметров $x_{гр i}$, превышение которых приводит к возникновению одной из регламентируемых Нормами летной годности вертолетов (НЛГВ) особой (нештатной) ситуации H_i [4]: усложнению условий полета (УУП), сложной (СС), аварийной (АС) и катастрофической (КС) ситуациям.

Определяющим признаком возникновения каждой из особых ситуаций H_k на всех этапах полета вертолета от взлета до посадки, на режимах снижения и висения является превышение характерных параметров x_i известных для данного типа вертолета эксплуатационных ограничений $x_{гр i}$, определяющих уровень опасности нештатных режимов полета [2]: $x_{iн}$ – номинальное значение параметра x_i , соответствующее нормальному (с точки зрения безопасности) эксплуатационному режиму полета; $x_{iп}$ – пороговое значение, соответствующее уровню срабатывания сигнализации и свидетельствующее о выходе параметра x_i в зону УУП; $x_{i доп}$ – допустимое значение параметра, соответствующее границе перехода от УУП к СС; $x_{i пред}$ – предельное (опасное) значение параметра, выход за границы которого является причиной возникновения АС; $x_{i кр}$ – критическое значение параметра, превышение которого с вероятностью близкой к единице приводит к возникновению катастрофической ситуации.

Тогда при полете вертолета каждая из особых ситуаций H_k , обусловленная изменением характерного параметра x_i , может быть идентифицирована следующими уравнениями [2]:

катастрофическая ситуация: $x_i \geq x_{i кр}$ и $P_{оп}^{x_i} = 1$;

аварийная ситуация: $x_{i кр} > x_i \geq x_{i пред}$ и $10^{-2} \leq P_{оп}^{x_i} < 1$;

сложная ситуация: $x_{i пред} > x_i \geq x_{i доп}$ и $10^{-4} \leq P_{оп}^{x_i} < 10^{-2}$;



усложнение условий полета: $x_{i_{\text{доп}}} > x_i \geq x_{i_{\text{п}}}$ и $10^{-6} \leq P_{\text{оп}}^{x_i} < 10^{-4}$;

нормальные эксплуатационные условия: $x_i < x_{i_{\text{н}}}$ и $10^{-9} \leq P_{\text{оп}}^{x_i} < 10^{-6}$,

где $P_{\text{оп}}^{x_i}$ - вероятность возникновения катастрофической ситуации при данном значении параметра x_i , характеризующая уровень опасности данного режима полета по параметру x_i .

Так как на границах особых ситуаций H_k связь значений $x_{i_{\text{гп}}}^{H_i}$ параметра x_i и вероятностного показателя $P_{\text{оп}}^{x_i}$ опасности режима полета вертолета однозначна, то по граничным точкам $x_{i_{\text{гп}}}^{H_k}$ может быть построена детерминированная для данного типа вертолета непрерывная информативная функция опасности [5] $F_{\text{оп}}^{x_i} = f(x_i)$, которая однозначно характеризует изменение уровня безопасности полета вертолета при изменении параметра x_i .

При приближении к эксплуатационным ограничениям нескольких характерных параметров x_i ($i=1, 2, \dots, n$) может быть построена интегральная информативная функция $F_{\text{оп}}(x_1, x_2, \dots, x_n)$, определяющая текущий уровень опасности режима полета вертолета в целом, вида

$$F_{\text{оп}}(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - F_{\text{оп}}^{x_i}) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - f(x_i)].$$

Так как характерные параметры x_i на каждом режиме полета взаимосвязаны через динамику движения вертолета, то указанные связи учитываются и в полученных частных и интегральной информативных функциях опасности.

Пусть уравнения управляемого движения вертолета на данном режиме полета известны и имеют вид [2]

$$\frac{dx_i}{dt} = \varphi_i(x_0, U_j, W_k, t), \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, l},$$

где x_i – фазовые координаты вектора состояния \mathbf{X} вертолета; U_j – параметры вектора управления \mathbf{U} ; W_k – параметры вектора внешнего воздействия \mathbf{W} ; t – время.

Принимая, что координаты x_i , а следовательно, и информативные функции опасности $F_{\text{оп}}^{x_i}$ – непрерывно дифференцируемые функции времени с учетом (1) будем иметь

$$\frac{dF_{\text{оп}}^{x_i}}{dt} = \sum_{k=1}^n \frac{dF_{\text{оп}}^{x_i}}{dx_k} \frac{dx_k}{dt} = \sum_{k=1}^n \frac{dF_{\text{оп}}^{x_i}}{dx_k} \varphi_k(x_i, U_j, W_k, t); \quad i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, l}. \quad (2)$$

Аналогично для интегральной информативной функции опасности режима полета, получим:

$$\frac{dF_{\text{оп}}^{x_i}}{dt} = \sum_{k=1}^n \frac{dF_{\text{оп}}^{x_i}}{dx_k} \frac{dx_k}{dt} = \sum_{k,i=1}^n \frac{dF_{\text{оп}}}{dF_{\text{оп}}^{x_i}} \frac{dF_{\text{оп}}^{x_i}}{dx_k} \frac{dx_k}{dt} = \sum_{k,i=1}^n \frac{dF_{\text{оп}}}{dF_{\text{оп}}^{x_i}} \frac{dF_{\text{оп}}^{x_i}}{dx_k} \varphi_k(x_i, U_j, W_k, t). \quad (3)$$

Уравнение (3) можно представить в виде



$$\frac{dF_{\text{оп}}}{dt} = \sum_{k=1}^n \frac{dF_{\text{оп}}}{dx_k} \frac{dx_k}{dt} = \sum_{k=1}^n \frac{dF_{\text{оп}}}{dx_k} \varphi_k(x_i, U_j, W_k, t) =$$

$$= \text{grad } F_{\text{оп}} \frac{d\mathbf{X}}{dt} = \text{grad } F_{\text{оп}} \mathbf{V}(\mathbf{X}, \mathbf{U}, \mathbf{W}, t) = \text{grad } F_{\text{оп}} |\mathbf{V}(\mathbf{X}, \mathbf{U}, \mathbf{W}, t)| \cdot \cos \varphi,$$

где $\text{grad } F_{\text{оп}}$ – вектор градиента интегральной информативной функции опасности $F_{\text{оп}}$ текущего режима полета вертолета; $\frac{d\mathbf{X}}{dt} = \mathbf{V}(\mathbf{X}, \mathbf{U}, \mathbf{W}, t)$ – вектор обобщенной фазовой скорости вертолета как объекта управления; φ – угол между векторами $\text{grad } F_{\text{оп}}$ и $\mathbf{V}(\mathbf{X}, \mathbf{U}, \mathbf{W}, t)$.

На рис. 1 в координатах вертикальной скорости V_y и горизонтальной воздушной скорости $V_{xz} = \sqrt{V_{Bx}^2 + V_{Bz}^2}$ для различных особых ситуаций H_i режима «вихревое кольцо» построены линии одинакового уровня информативной функции опасности $F_{\text{оп}}^{\text{БК}} = \text{const}$ и траектория изменения функции $F_{\text{оп}}^{\text{БК}}(t)$ при движении вертолета [5].

Как видно из рис. 1, в точке 1 направления вектора $\text{grad } F_{\text{оп}}^{\text{БК}}$ и производной $dF_{\text{оп}}/dt$ практически совпадают, что указывает на ожидаемое возрастание функции $F_{\text{оп}}^{\text{БК}}(t)$ и снижение уровня безопасности полета вертолета. В точке 2 обобщенная информативная функция опасности достигает своего наибольшего значения, при этом вектор $\text{grad } F_{\text{оп}}^{\text{БК}}$ ортогонален производной $dF_{\text{оп}}^{\text{БК}}/dt$.

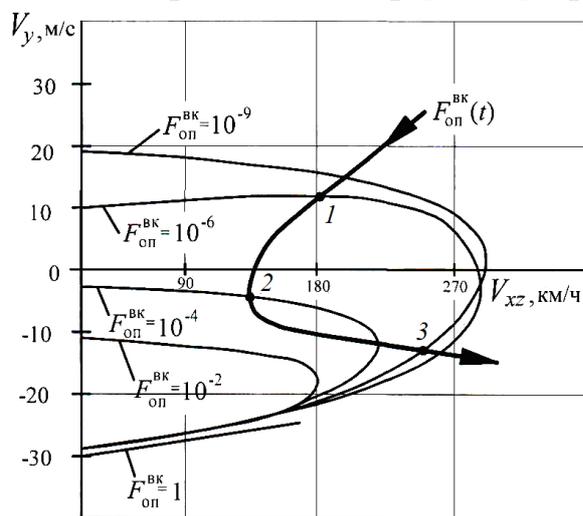


Рисунок 1 – Иллюстрация кривых равной опасности режима «вихревое кольцо»

При дальнейшем движении вертолета производная $dF_{\text{оп}}^{\text{БК}}/dt$ становится отрицательной, что свидетельствует об уменьшении интегральной функции опасности $F_{\text{оп}}^{\text{БК}}(t)$ до значения, равного в точке 3 $F_{\text{оп}}^{\text{БК}} \approx 10^{-9}$ и соответствующим нормальным эксплуатационным условиям полета вертолета.

Если линии уровня равной опасности $F_{\text{оп}}^{\text{БК}} = \text{const}$ и траекторию изменения функции $F_{\text{оп}}^{\text{БК}}(t)$ представить в качестве визуальной и директорной информации, то при пилотировании

вертолета она может служить дополнительным и наглядным указанием пилоту – как управлять вертолетом в данный момент времени, возможно ли с учетом возможностей (запасов) управления по критическим параметрам x_i и x_j обеспечить заданный уровень безопасности полета в дальнейшем, как понизить уро-



вень опасности возникающей особой ситуации.

Например, для информационной поддержки экипажа вертолета в возникающих нештатных ситуациях предлагается традиционную систему отображения информации дополнить кадром индикатора безопасности, который может быть реализован на информационном табло системы экранной индикации (СЭИ), например, в виде информационного поля с тремя зонами – зеленого, желтого и красного цветов (рис. 2).

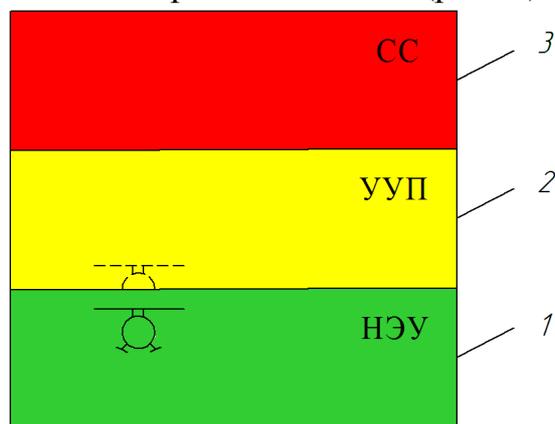


Рисунок 2 – Иллюстрация одного из вариантов реализации индикатора безопасности режима полета вертолета

При приближении непрерывного высвечивания черного силуэта вертолета к границе особой ситуации (УУП или СС) дополнительно к информационному полю индикатора безопасности на экране СЭИ формируется дополнительная информация о текущих и прогнозируемых значениях интегральной информативной функции опасности режима полета вертолета, а также целевые команды-подсказки содействия экипажа по эффективному выводу вертолета из возникающей особой ситуации, например, «Уменьшить вертикальную скорость», «Увеличить продольную скорость» и т.п.

Для большей достоверности предупреждения экипажа о приближении особой ситуации при пересечении проблесковых силуэтов вертолета границ особых ситуаций автоматически срабатывает канал упреждающей сигнализации (звуковой, световой или тактильный), на который должна быть обеспечена соответствующая реакция экипажа при штурвальной управлении вертолетом.

Таким образом, рассмотренная информационно-управляющая система позволяет решать задачи обнаружения, предупреждения и управления по предотвращению критических режимов полета вертолета, решать задачи информационной поддержки экипажа в особых ситуациях.

Литература

- [1] Володко А.М. *Безопасность полетов вертолетов*. М.: Транспорт, 1981. 342 с.
- [2] Солдаткин В.М. *Методы и средства построения бортовых информационно-управляющих систем обеспечения безопасности полета*. - Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. 350 с.
- [3] Деревянкин В.П., Кузнецов О.О., Солдаткин В.М. *Особенности системы предупреждения критических режимов полета вертолета* // Известия вузов. Авиационная техника, 2012. №3. С. 51 – 55.
- [4] *Нормы летной годности гражданских вертолетов*. М.: ЦАГИ, 1987. 350 с.
- [5] Кузнецов О.И., Солдаткин В.М. *Синтез информативных функций опасности критических режимов полета вертолета* // Известия вузов. Авиационная техника, 2013. №3. С. 50 – 56.



А.О. Солодова, Д.Н. Франтасов

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ VOIP НА ТРАНСПОРТЕ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

VoIP (Voice over Internet Protocol) или IP-телефония - это голосовая связь по протоколу IP. С каждым годом IP телефон становится рабочим инструментом все большего количества российских служащих: как показывает статистика, в 2009 году 39% организаций, расположенных в городах – миллиониках, использовали IP телефонию, а к 2015 году эта цифра возросла до 75%.. Среди них львиная доля компаний среднего и малого бизнеса отдала предпочтение VoIP технологиям исключительно с целью снижения затрат на междугороднюю и международную связь (и перешли к использованию интернет – телефонии). Однако, большинство крупных предприятий внедряют IP-телефонию (например, на базе Cisco Unified Communications Manager) как более эффективную систему корпоративных коммуникаций, позволяющую уменьшить затраты на связь между удаленными офисами, сэкономить на обслуживании корпоративной сети связи, организовать единый контакт-центр и получить расширенные возможности по маршрутизации звонков и организации совещаний.

Корпоративная IP-телефония - установка шлюза, подключенного к одной или нескольким внешним "городским" телефонным линиям и осуществляющего перевод внешнего голосового трафика в IP-форму и обратно, далее в пределах компании вся голосовая информация передается по IP по единой вычислительной сети компании. При этом, в качестве телефонных аппаратов могут использоваться как специализированные IP-телефоны, так и обычные компьютеры, подключенные к сети, в том числе, в режиме удаленного и беспроводного доступа.

Практически единственное достоинство традиционной телефонии - не требуется наличия вычислительной сети.

К недостаткам традиционной телефонии относятся:

- сложная разводка кабельной сети (каждый телефон - по своему отдельному кабелю) и вытекающая отсюда сложность обслуживания сети;
- сложности при модернизации и расширении, в частности, отсутствие гибкости в размещении абонентов (перемещение абонента на новое место требует прокладки нового кабеля и/или перенастройки УАТС) и вытекающая отсюда невозможность организовать полноценную связь для удаленных сотрудников (не имеющих постоянного рабочего места);
- низкая функциональность связи (организация дополнительных услуг типа адресных книг, автоответчика и т.п. либо чрезвычайно затруднена, либо невозможна вообще).

Перечисленные недостатки отсутствуют в случае построения корпоративной телефонии на IP-основе, соответственно, достоинствами данного способа являются:



- простота обслуживания, модернизации и расширения сети;
 - гибкое размещение абонентов;
 - высокая функциональность;
- а также вытекающие отсюда
- сокращение затрат на поддержку и обслуживание телефонии;
 - повышение производительности труда в компании.

Относительным недостатком IP-телефонии является необходимость наличия корпоративной вычислительной сети для ее функционирования. Однако в современных условиях практически повсеместного наличия корпоративных вычислительных сетей этот недостаток никоим образом не проявляется.

В России железная дорога имеет протяженность 96 тыс. км. На железнодорожном транспорте строятся три сети:

- сеть передачи данных (СПД) — глобальная сеть масштаба предприятия с большим количеством отделений и филиалов, которая используется для работы корпоративных систем, электронного документооборота и т. п.;
- сеть оперативно-технологической связи (ОТС) — комплекс устройств, непосредственно участвующих в обеспечении перевозочного процесса, поездная диспетчерская, радиосвязь, аппаратура станционного громкоговорящего оповещения, групповые каналы, каналы селекторных совещаний;
- сеть общетехнологической телефонной связи (ОбТС) — сети телефонных коммутационных станций (АТС), аппаратура и каналы передачи.

Такой подход требует для каждой сети уникального оборудования и своего комплекта инструментов, отдельных площадей для его размещения и специально подготовленного штата сотрудников. Есть и другие очевидные недостатки построения такого комплекса сетей: невозможность или затрудненность совместного управления им; большое энергопотребление (поскольку питание необходимо для всех трех систем) сложная общая схема резервирования каналов связи; низкая надежность комплекса сетей в целом.

Рассматривая разницу в подходе к формированию структуры цены производителей традиционной и IP-телефонии, можно выделить следующее: в традиционной телефонии станция дорогая, а телефоны более дешевые. В корпоративной IP-телефонии станция в пересчете на количество абонентов дешевая, а все IP-телефоны являются аналогами цифровых телефонов и поэтому несколько дороже. Если организовать сеть передачи данных на малой станции и подключить IP-телефон, то не нужно ставить стойку ОТС, ОбТС, создавать лишнюю нагрузку на волоконно-оптический кабель и устанавливать кондиционер для охлаждения всего этого оборудования. Помимо того, что применение IP-телефонии позволит снизить суммарную стоимость оборудования (поскольку оборудования будет меньше), существенно упрощается и сама инфраструктура — за счет невысоких требований к помещениям, электропитанию и обслуживанию. Нет необходимости в кондиционировании помещений и в усилении электроснабжения малых станций, что тоже дает экономию: потребление электроэнергии уменьшается в несколько раз.



Таким образом, преимущества IP-телефонии очевидны в случае ее применения в условиях малых станций. Что же касается больших станций, там разумнее использовать комплекс традиционной и IP-телефонии. На железнодорожном транспорте, как и в других крупных компаниях проводятся отдельные попытки внедрения технологии VoIP, однако не существует единого направления. Отдельные структуры внедряют технологические решения от различных производителей. Несмотря на единую связующую сеть ОбТС, эти решения сложно интегрируются между собой и требуют узких навыков администрирования. Детальное исследование, систематизация и исследование перспективности существующих решений в области VoIP позволят разработать концепцию внедрения и развития актуальной технологии и тем самым повысить производительность труда.

Литература

1. Росляков А. В. IP-телефония [Текст] / А.В. Росляков, М.Ю. Самсонов, И.В. Шибаева. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 252 с.
2. Передача речи по сетям с коммутацией пакетов (IP-телефония) [Текст]: учеб. пособие / А. Г. Жданов и др. – М.: СПбГУТ, 2009. — 154 с.
3. Шнепс-Шнеппе, М. А. Интернет-телефония: протокол SIP и его применения [Текст] / М. А. Шнепс-Шнеппе. — М.: МАКС Пресс, 2012. — 130 с.
4. Седов, О. Железнодорожная IP-телефония / О. Седов // Intelligent Enterprise. — 2003. — № 4. — С. 4—6.

О.В. Табаков, Е.В. Добрынин, Т.В. Бошкарева

СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ НА ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Электрификация железных дорог осуществляется как в виде перевода существующих железных дорог на электрическую тягу, так и созданием новых электрифицированных железных дорог. На электрифицированных железных дорогах тяговые электродвигатели локомотивов (электровозов или электрических секциях пригородных поездов) получают энергию от контактной сети, подключенной к тяговой подстанции. Электрифицированная железная дорога одновременно решает еще одну важную задачу – осуществляет электроснабжение районов, прилегающих к дороге: промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Для сравнения: в 1975 нетранспортным потребителям передано 26 млрд. кВт*ч при общем потреблении 48,9 млрд. кВт*ч, т.е. более 50%.

Повышение надежности тяговых подстанций и устройств электроснабжения планируется осуществлять за счет применения автоматизированных систем оперативно – технологического управления, удаленного мониторинга и диагно-



стики устройств, силового оборудования с передачей данных по цифровым каналам связи в аналитические и диспетчерские центры управления.

С внедрением систем удаленной диагностики и мониторинга состояние оборудования тяговых подстанций будут обслуживаться по техническому состоянию, без оперативного персонала. Это требует применения специальных датчиков, современного оборудования, которое требует минимум обслуживания и приборов для диагностики и испытаний электрооборудования тяговых подстанций, позволяющие выявлять скрытые дефекты на ранних стадиях развития.

В частности, предлагается использование системы визуального контроля за положением коммутационных аппаратов на автоматизированной тяговой подстанции, т.е. которая управляется по системе телесигнализации.

Разъединитель отвечает за создание видимого разрыва предварительно обесточенной цепи с целью обезопасить обслуживающий персонал (или электроустановку, выведенную в ремонт) от поражения электрическим током.

При дистанционном управлении разъединителями энергодиспетчер ориентироваться только на показания системы телесигнализации. Однако эта информация не всегда оказывается достоверной. Причиной может служить как состояние аппаратуры телесигнализации, так и состояние самого разъединителя.

Т.е. при управлении энергодиспетчером коммутационных аппаратов по системе телесигнализации на «отключение», «ответ» от разъединителя может прийти положительный, т.е. ножи разомкнуты, однако по факту цепь может остаться замкнутой.

Установка дополнительных датчиков, контролирующих состояние цепи (замкнута/разомкнута) помогает контролировать процесс переключения, но не состояние самого оборудования. То есть позволяет определить аварийную ситуацию, но не предотвратить.

Передача информации в виде изображения позволяет увеличить ее объем, достоверность и скорость. Таким образом, энергодиспетчер по видимому изображению разъединителя сможет определить не только его положение, но и состояние – наличие механических повреждений до, во время и после переключения. Следовательно, для усиления контроля состояния оборудования, следует использовать систему видеоконтроля.

Любая система видеоконтроля состоит из следующих основных частей:

- камеры;
- оборудование для передачи данных;
- сервер обработки полученной информации;
- программное обеспечение.

Для передачи изображения с камер на сегодняшний момент используется два типа соединения: проводное и беспроводное. В качестве проводной связи может служить практически любой вид кабеля. Как правило, это коаксиальный, оптоволоконный или витая пара, подключаемая и обеспечивающие связь с локальной или глобальной сетью. В качестве беспроводной связи используются радиоканалы конкретного диапазона частот (Wi-Fi, ZigBee, GSM).



Энергодиспетчер в нормальном режиме будет видеть только короткий момент перевода разъединителя на тяговой подстанции из одного положения в другое после формирования приказа и его исполнения. Данный подход обеспечит необходимую функцию контроля и в тоже время не создаст загромождение рабочего пространства энергодиспетчера.

Таким образом, видеоконтроль состояния и положения коммутационного оборудования тяговой подстанции необходим, т.к. данная система мероприятий позволит создать бесперебойное питание тягового подвижного состава и самое главное – создаст условия для безопасной работы людей на электроустановке.

Литература

1. Митрофанов А.Н. Оценка технологических норм удельных расходов электроэнергии на тягу поездов на базе статистического анализа данных маршрутов машинистов / *А.Н. Митрофанов, О.В. Табаков* // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – Самара: СамГУПС, 2006. - с. 205-207.

2. Фроленков С.А. Усиление существующей системы тягового электро-снабжения для организации движения поездов повышенного веса 12000 тонн на электрифицированных участках дороги / *С.А. Фроленков, Т.В. Бошкарёва* // Инновации в системах обеспечения движения поездов: материалы I Международной научно-практической конференции 19–20 мая 2016 г. – Самара: СамГУПС, 2016. – с. 82-84.

Е. М. Тарасов, А.Г. Исайчева, А.Е. Тарасова

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ДИАГНОСТИКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Регулирование движения поездов на железнодорожном транспорте относится ответственному технологическому процессу, поэтому количество отказов и сбоев в работе эксплуатируемых информационно - управляющих устройств автоматики и телемеханики должно быть минимальным. В развитии систем удаленной диагностики прогнозирование отказов является приоритетным направлением. Это требование особо важно для удаленного диагностирования сопротивления токопроводящих стыков – элементов первичных датчиков (рельсовых цепей), отказы которых составляют 15% из всего потока отказов станционных систем автоматики и телемеханики [1-3].

Территориальное расположение объектов контроля информационно - управляющих систем железнодорожной автоматики и телемеханики в значительной степени влияет на их восстанавливаемость и обуславливает разброс



длительности времени восстановления, из-за значительных расстояний, которые необходимо преодолевать обслуживающему персоналу для выявления и устранения отказа.

Восстанавливаемость работоспособности информационно-управляющих систем представляет собой функцию случайных величин, таких как время поиска неисправности t_n ; время оповещения о неисправности t_{on} ; время проследования к отказавшему устройству t_{np} и время устранения неисправности t_{yc} :

$$t_a = t_n + t_{on} + t_{np} + t_{yc}.$$

Величина t_{on} при отсутствии средств мониторинга и диагностики имеет значительную величину, так как организация опроса состояний всех контролируемых объектов осуществляется вручную.

При использовании устройства мониторинга и диагностики состояний элементов $t_{on} \rightarrow 0$, так как оповещение об отказе поступает немедленно. С учетом этого

$$t_a = t_n + t_{np} + t_{yc}. \quad (1)$$

Восстанавливаемость устройств автоматики и телемеханики тесно связана с их безотказностью, определяемой средним коэффициентом готовности k_2 - долей времени, в течение которого объект контроля находится в работоспособном состоянии в установившемся режиме эксплуатации

$$k_2 = \frac{t_o}{t_o + t_a}, \text{ где } t_o - \text{ среднее время безотказной работы.}$$

Для оценки восстанавливаемости устройств автоматики и телемеханики в Центре управления содержанием инфраструктуры железных дорог непрерывно осуществляется мониторинг отказов элементов информационно-управляющих систем, таких как станционная, перегонная системы автоматики и телемеханики и автоматическая переездная сигнализация [4, 5], что позволяет в настоящее время вручную оценивать предотказные состояния.

Экспериментальные данные распределения составляющих формулы (1) отображены в виде гистограммы.

Функцией, аппроксимирующей гистограммы, является гамма-распределение:

$$F(t) = (\lambda^\eta / \Gamma(\eta)) t^{\eta-1} e^{-\lambda t}, \quad t \geq 0,$$

где $\Gamma(\eta) = \int_0^\infty x^{\eta-1} e^{-x} dx$ - гамма функция,

где η, λ - параметры распределения.

Анализ данных, представленных на гистограммах рис. 1, показывает, что 33% времени затрачивается на поиск неисправности, а 67% - на проследование к месту неисправности и ее устранение.

Среднее время восстановления зависит от технической оснащенности дистанций сигнализации и связи, срока и условий эксплуатации устройств и является переменной величиной; следовательно, даже на одном участке железной



дороги среднее время восстановления, в течение года может изменяться в 1,5-3 раза при диапазоне времени изменения, соответственно, от 0,6 до 4,2 ч [6, 7].

При использовании автоматизированных систем диагностики состояний элементов инфраструктуры предопределяет уменьшение числа отказов, и актуализирует разработку и внедрение встроенных и переносных технических средств мониторинга и диагностики и позволяет в целом существенно сократить время устранения неисправности, т.к. немедленно поступает информация о событии, о месте отказа и о характере неисправности.

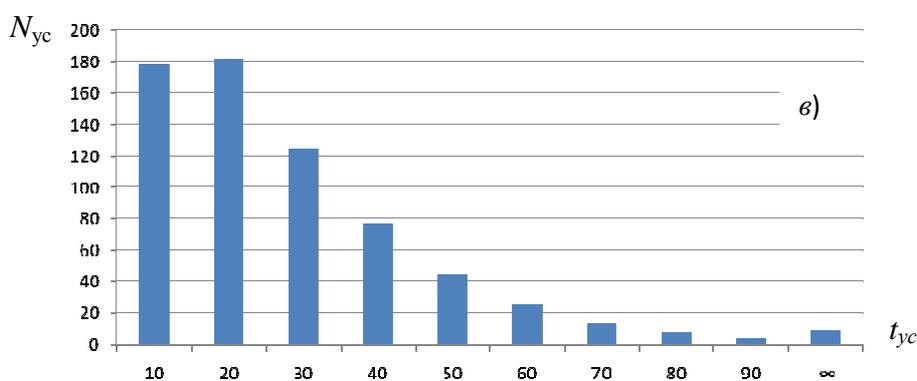
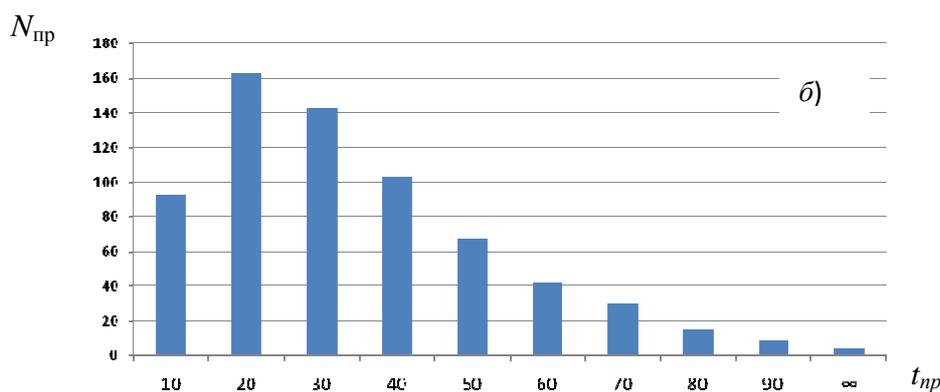
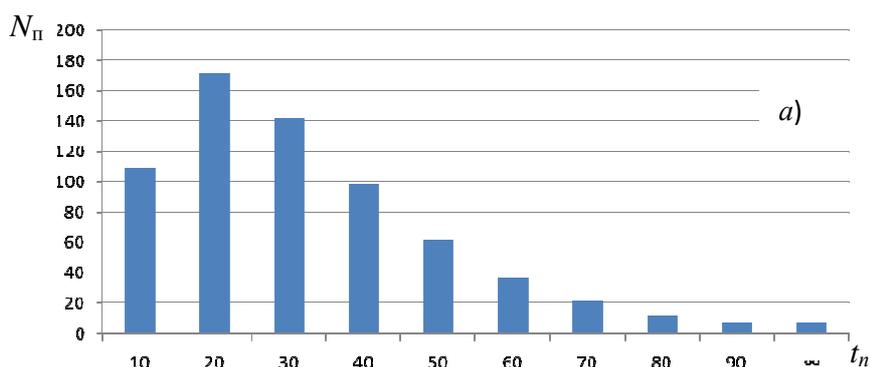


Рис. Гистограммы распределения времен:
а – прибытия к отказавшему устройству; *б* – поиска неисправности;
в – устранения неисправностей в устройствах



Литература

1. Сепетый А.А. Комплексное внедрение СТДМ АДК-СЦБ в хозяйствах ЦДИ [Текст] / А.А. Сепетый // Автоматика, телемеханика, связь, 2016. - № 12 .- С. 24-25.
2. Моисеев, Е.Г. Требования к устройствам контроля состояний рельсовых линий [Текст] / Е.Г. Моисеев, А.И. Якобчук // Наука и образование транспорту: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: ПДЗ, 2010. – С. 64-66.
3. А.С. RUS 2173277 Рельсовая цепь / Тарасов Е.М., Белоногов А.С., Куров М.Б. – Заявл. 31.05.1999 г., Опубл. Б.И., 2010 г., № 16.
4. Сапожников, В.В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Текст] / Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.И. Шаманов / Под ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2003. – 263 с.
5. Шаманов, В.И. Методика расчета эффективности технических мероприятий по повышению надежности действующих устройств сигнализации, централизации и блокировки [Текст] / В.И. Шаманов, Б.М. Ведерников – М.: МПС, 1990. – 79 с.
6. Железнов, Д.В. Концепция мониторинга и диагностики состояний токопроводящих стыков [Текст] / Д.В. Железнов, А.Г. Исайчева // Вестник транспорта Поволжья. - 2015. - №4(52). - С. 15-17.
7. Tarasov E.M., Isaicheva A.G. Technique of measurement of ultralow resistance of current conductive junction of rail lines as the problem of states object identification // Proceedings of Information Technology and Nanotechnology (ITNT - 2015), Vol. 1490. pp. 397-401.

Е.М. Тарасов, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕЕЗДНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИМ ДАТЧИКОМ КООРДИНАТЫ ПОЕЗДА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В настоящее время на сети железных дорог эксплуатируются свыше 11000 переездов, на которых ежегодно совершаются свыше 250 дорожно - транспортных происшествий, зачастую человеческими жертвами. Проблемы нарушения безопасности на переездах связаны многими причинами, но основной является несовершенство однопараметрического датчика фиксации вступления поезда на участок приближения к переезду. Решить проблему возможно разработкой многопараметрического датчика и решающей функции вычисления координат поезда и управления транспортными потоками не «заблаговременно», с огромным запасом времени запрета движения автотранспорту, а «по состоянию», когда вычисляется фактическая координата поезда, его скорость и



в алгоритме информационно-управляющей системы (ИУС) регулирования транспортных потоков используется эта информация [1-3].

На рис. 1 представлены временные интервалы, отражающие алгоритм функционирования информационно-управляющей системы с устройством контроля координаты и скорости движения поезда на участке приближения.

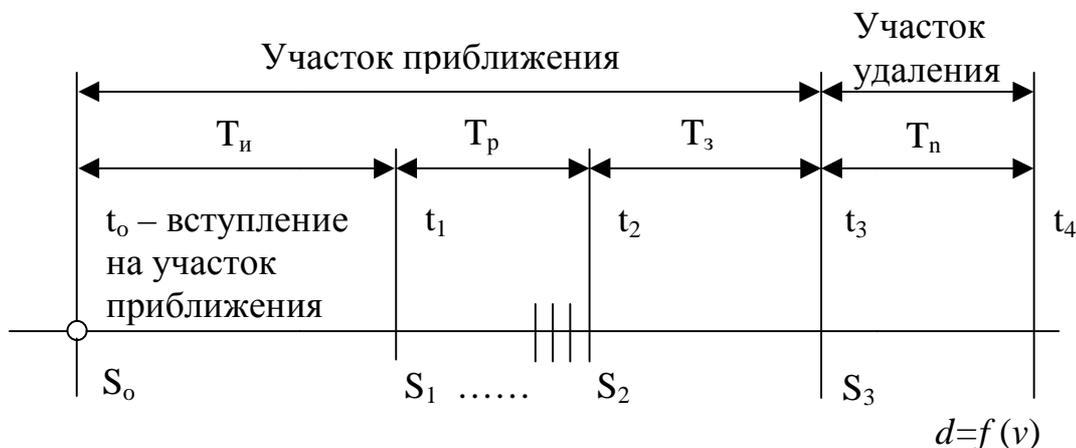


Рис. 1. Временные интервалы функционирования ИУС при приближении поезда:

$T_u = t_1 - t_0$ – интервал измерений, в течение которого циклически измеряются напряжение и ток на входе рельсовой линии (на питающем конце РЛ участка приближения), корректируются коэффициенты полинома решающей функции и вычисляется координата поезда на участке приближения;

$T_p = t_2 - t_1$ – рабочий временной интервал, в течение которого определяется время закрытия переезда t_2 , в зависимости от скорости поезда v_ϕ и координаты головы поезда S_2 ;

t_2 – текущее время закрытия переезда;

S_2 – текущая координата головы поезда;

S_3 – координата переезда;

t_3 – момент времени вступления поезда на переезд;

t_4 – момент времени освобождения поездом участка удаления за переездом;

$T_3 = t_3 - t_2$ – постоянный временной интервал закрытого состояния переезда; $T_3 = 40c$ – при светофорной сигнализации; $T_3 = 40c$ – при автоматических шлагбаумах; $T_3 = 50c$ – при оповестительной сигнализации.

При вступлении поезда на участок приближения (t_0, S_0) начинается непрерывное измерение напряжения U_1 и тока I_1 на питающем конце рельсовой цепи участка приближения. Затем, по измеренным значениям, по формуле

$$S_n = \sum_{j=0}^n C_j f(U_1, I_1) \quad (1)$$

вычисляется координата S_n^t поезда в момент его вступления на участок приближения (t_0, S_0), и эта вычисленная координата сравнивается с фактической координатой головы поезда S_ϕ на релейном конце рельсовой линии участка



приближения, и проверяется условие равенства вычисленной координаты – фактической: $S_n^t = S_\phi$ [4]. При неравенстве значений координат (что может быть вызвано изменениями первичных параметров рельсовой линии) корректируются коэффициенты C_j уравнения координаты поезда до тех пор, пока не достигнет равенство вычисленной и фактической координат на ординате (t_0, S_0) [5].

После достижения равенства вычисленной координаты фактической координате поезда (завершение настройки уравнения координаты поезда) циклически измеряя текущие значения напряжения U_{li} и тока I_{li} на питающем конце рельсовой цепи участка приближения по скорректированному уравнению координаты поезда определяются текущие изменяющиеся координата поезда S_n и скорость поезда v_n на участке приближения, и с учетом возможного его ускорения, определяется координата закрытия переезда.

Затем проверяется условие $v_\phi < v_{max}$, если «нет», то констатируется факт равенства $v_\phi = v_{max}$ скорости поезда на участке приближения с учетом того, что v_ϕ не может быть больше v_{max} , и на координате нахождения поезда S_l или времени t_l закрывается шлагбаум (поезд движется с максимальной скоростью). Если имеет место условие «да», то проверяется ускорение: если скорость увеличивается, то также шлагбаум закрывается с координаты l_l или времени t_l . Если скорость уменьшается, то с координаты S_l до S_2 или времени t_l до t_2 корректируется задержка времени включения шлагбаума ($t_p = t_3 - t_l$). Если скорость $v_\phi = v_{max}$, то шлагбаум закрывается в момент времени t_l , а т.к. скорость большая, то излишнего времени на ожидание нет ($t_p = 30-40$ с). Если минимальная $v_\phi = v_{min}$, то и время закрытого состояния переезда небольшое от t_2 до t_3 ($t_p = t_2 - t_3$). Если скорость поезда $v_\phi < v_{max}$, но постоянна, то также вычисляется координата, с которой производится закрытие переезда, и время закрытого состояния переезда t_p - также небольшое.

В качестве уравнения координаты поезда (1) в частном случае, может быть использован степенной полином, неизвестные коэффициенты которого, $C_j \div C_n$, определяются принципом многомерной аппроксимации [6,7]. Для этого априорно измеряются амплитуды напряжения и тока на питающем конце рельсовой линии в зависимости от координат нахождения поезда при различных сопротивлениях балласта, и формируется массив данных в виде

$U_1^0 \cdot I_1^0 \equiv S_0$ – координата вступления поезда на участок приближения,

$\left. \begin{array}{l} U_1^1 \cdot I_1^1 \equiv S_1 \\ U_1^2 \cdot I_1^2 \equiv S_2 \end{array} \right\}$ текущие координаты поезда,

$U_1^l \cdot I_1^l \equiv S_l$ – координата переезда,

где l - длина рельсовой линии участка приближения.

По полученным данным составляется система уравнений координаты поезда в виде



$$\left\{ \begin{array}{l} S_0 = \sum_{i=0}^n C_i f(U_1^0, I_1^0) \\ S_1 = \sum_{i=0}^n C_i f(U_1^1, I_1^1) \\ S_2 = \sum_{i=0}^n C_i f(U_1^2, I_1^2) \\ \cdot \quad \quad \quad \cdot \\ \cdot \quad \quad \quad \cdot \\ \cdot \quad \quad \quad \cdot \\ S_i = \sum_{i=0}^n C_i f(U_1^n, I_1^n) \end{array} \right.$$

и, решая систему, определяются искомые коэффициенты $C_i - C_n$, которые формируют уравнение координаты поезда. Полученное для конкретного переезда уравнение записывается в память микропроцессорного вычислительного комплекса, управляющего автоматической переездной сигнализацией.

Литература

1. Тарасов Е.М. Анализ состояния безопасности движения и мероприятия по повышению безопасности на железнодорожных транспортных пересечениях [Текст] / Е.М. Тарасов, А.Г. Исайчева, Г.М. Третьяков // Вестник транспорта Поволжья. - 2015. - №5(53). - С. 85-90.
2. А.С. RUS 2173276 Способ контроля состояния рельсовой линии / Тарасов Е.М., Белоногов А.С. – Заявл. 31.05.1999 г., Опубл. Б.И., 2010 г., № 16.
3. А.С. RUS 2173277 Рельсовая цепь / Тарасов Е.М., Белоногов А.С., Куров М.Б. – Заявл. 31.05.1999 г., Опубл. Б.И., 2010 г., № 16.
4. Тарасов Е.М. Принципы разделения пространства образов на классы решающими функциями [Текст] / Е.М. Тарасов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2003. - № 5. - С. 78-83.
5. Е.М. Tarasov, D.V. Zheleznov Development of an Intelligent System of Determinating the Coordinates and the Speed of the Train // Transport and Telecommunication Journal. Volume 17, Issue 2, Pages 138–143, ISSN (Online) 1407-6179, DOI: 10.1515/ttj-2016-0013, May 2016.
6. Тарасов Е.М. Принцип построения классификатора состояний рельсовых линий множеством информативных признаков [Текст] / Е.М. Тарасов // Известия Транссиба. - 2012. - №1(9). - С. 112-119.
7. Тарасов Е.М. Разработка методики определения состояния участков приближений транспортных пересечений [Текст] / Е.М. Тарасов // Вестник транспорта Поволжья. - 2015. - №1(49). - С. 86-90.



А.Э.Тошиев, Б.Э.Даминова

ФОРМИРОВАНИЯ САМАРКАНДСКОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

(Ташкентский университет информационных технологий,
Каршинский государственный университет)

Проекты формирования региональных транспортно-логистических систем, представляют собой весьма специфический класс проектов, требующие особого подхода к обоснованию и оценке их эффективности. Специфической особенностью процессов происходящих в региональных транспортно-логистических системах (РТЛС), является удовлетворение потребительского спроса, оказание логистических услуг потребителям. Подобные проекты всегда являются крупномасштабными, поэтому их реализация оказывает воздействие на большие производственные, социально-экономические, экологические, социально-культурные и иные системы.

Экономический эффект проекта формирования Самаркандской региональной транспортно-логистической системы (СРТЛС) имеет многосторонний характер, ввиду широкого круга отраслей народного хозяйства, предприятий и групп населения, получающих выгоды и преимущества в результате создания системы и ее отдельных элементов.

Наряду с экономическим эффектом, формирование и функционирование СРТЛС сопровождается достижением социальных результатов. Одной из актуальных методологических проблем, является содержательная характеристика социального результата формирования СРТЛС и оценка ее социальной эффективности. Достижение определенного социального эффекта, часто сопровождается снижением экономического, что лишним раз подтверждает необходимость учета социальной составляющей при оценке эффективности подобных проектов.

Наиболее важные направления эффекта от реализации проекта формирования СРТЛС, носят не только экономический и социальный, но и экологический характер. Определение эффективности проекта формирования СРТЛС, представлено в виде алгоритма (рис.1). Процесс оценки эффективности данного проекта проходит в несколько этапов [1].

Этап 1. На данном этапе проводится анализ социально-экономического развития региона, его транспортно-географическое положение, направление движения грузопотоков и т.д., определяются их существующее состояние, основные проблемы, перспективы и приоритетные направления развития.

Этап 2. Целью данного этапа является формулировка основных факторов, оказывающих влияние на формирование СРТЛС.



Рис.1 Алгоритм определения эффективности проекта формирования СРТЛС

Этап 3. Одной из основных проблем является выбор показателей, характеризующих эффективность проекта формирования СРТЛС. Результаты данного этапа являются основой для определения составляющих эффекта, ожидаемых к получению при реализации данного проекта.

Этап 4. На данном этапе проводится группировка видов эффектов, основывающаяся на признаке - вид эффекта. Эффекты сгруппированы в три агрегированные группы: экономический (экономия общих транспортно-логистических затрат, экономия времени прохождения грузов и экономия объемов складских запасов), экологический (снижение экологической нагрузки окружающей среды) и социальный. Выделены основные составляющие, значимые для каждого вида эффекта.

Этап 5. Определение эффекта, ожидаемого к получению при реализации данного проекта. Совокупный эффект, в регионе от реализации проекта формирования ТЛС, согласно предлагаемой экономико-математической модели, в общем виде можно определить следующим выражением:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{зат}} + \mathcal{E}_{\text{в}} + \mathcal{E}_{\text{з}} + \mathcal{E}_{\text{э}} + \mathcal{E}_{\text{с}}$$

Одним из ключевых параметров качества обслуживания потребителей, является время прохождения грузов от грузоотправителя до грузополучателя.

Согласно статистическим данным, время на производство товаров занимает лишь 2% суммарного времени движения грузопотоков от первичного источника сырья до конечного потребителя готовой продукции. Остальные 98%



времени приходится на прохождение по различным логистическим каналам, в том числе и на транспортировку. Оценка времени необходима при организации доставки, особенно когда применяется технология «точно в срок». На практике время доставки является случайной величиной, зависящей от воздействия многих факторов.

В условиях транспортно-логистического рынка, срок доставки устанавливается в договоре с грузоотправителем (грузополучателем). Превышение запланированного (договорного) времени можно объяснить тем, что на направлении движения грузопотока появляются барьеры, которыми обусловлены потери скорости доставки грузов. Такие барьеры возникают, прежде всего, из-за неудовлетворительного состояния дорожной сети региона, неразвитости транспортно-логистической инфраструктуры, при случайном характере перевозочного процесса в результате создания очередей у обслуживающих грузопоток транспортных предприятий и т.д. Потери времени, в свою очередь, влекут за собой финансовые потери участников системы доставки грузов. Возможность обеспечения доставки грузов в точно назначенный срок, свидетельствует о достаточной надежности выбранной системы доставки и позволяет избежать дополнительных затрат на выполнение таких операций, как: хранение дополнительных запасов у грузоотправителей и грузополучателей; иммобилизация дополнительных товарно-материальных ценностей из сферы производства на период хранения и доставки; содержание дополнительных средств и оборудования погрузки и разгрузки; использование потребителем более дорогих видов транспорта с целью предотвращения остановки производственного процесса; снижение интенсивности протекания технологических процессов у грузоотправителей и (или) грузополучателей.

Для обеспечения синхронности всех логистических процессов грузовладелец и участники системы доставки, должны быть заинтересованы в значительно меньшей неопределенности сроков доставки грузов. Несвоевременная доставка грузов может повлечь за собой значительные убытки потребителей в виде потери заказов из-за ограниченного времени обслуживания или потери части дохода из-за испорченных грузов. Поэтому при заключении договоров доставки потребитель часто требует доставки «точно в срок» путем указания требуемого интервала времени доставки или величины допустимого опоздания. Требование доставки в минимальный срок может быть предъявлено потребителем в том случае, когда возникает необходимость срочной доставки груза, или в условиях ограниченности по времени осуществления доставки.

Формирование СРТЛС, обеспечит надежное движение грузопотоков и минимизирует финансовые потери, связанные с их задержками на отдельных направлениях. Реализация проекта, позволит улучшить технико-эксплуатационное состояние дорожной сети региона, будет способствовать развитию транспортно-логистической инфраструктуры, что обеспечит прирост скорости движения и сокращение времени на перевозку грузов, а также снижение себестоимости грузоперевозок.



Реализации проекта приведет к сокращению продолжительности грузоперевозки (экономии времени) Θ_v , которую можно рассчитать по формуле:

$$\Theta_v = 1 \cdot \left(\frac{1}{v_{до}} - \frac{1}{v_{после}} \right)$$

где $v_{до}$ и $v_{после}$ - средняя скорость движения транспортного потока соответственно в условиях до и после осуществления мероприятий по модернизации трассы и развитию транспортно-логистической инфраструктуры, км/час; l – протяженность трассы, км.

Сокращение периода доставки грузов связано с увеличением скорости движения, вследствие чего за тот же период времени можно перевезти больший объем грузов. Поэтому возникает эффект у грузоперевозчика – увеличивается его прибыль, у грузоотправителя – как результат, ускорение оборачиваемости его товаров и следовательно, капитала, у грузополучателя – отпадает необходимость создания значительных запасов. Высвободившиеся в связи с этим оборотные средства, можно направить на развитие деятельности либо использовать иным способом.

Социальный эффект (Θ_c) от формирования СРТЛС заключается в следующем: формирование СРТЛС влечет создание новых рабочих мест, обуславливает развитие сопряженных производств, увеличение занятости населения; увеличение возможности трудоустройства ведет к расширению выбора профессии, стимулирует повышение уровня квалификации рабочей силы в результате внедрения новых логистических технологий доставки грузов, использования новейшего складского оборудования, современных средств связи и информатизации, что ведет к развитию человеческого капитала; применение принципов логистики в деятельности предприятий, улучшит обслуживание населения региона в целом, а так же повысит удовлетворение потребностей населения в различных видах товаров и услуг.

Литература

1. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: (теория, методология, организация) / И. А. Еловой, И. А. Лебедева. – Минск: Право и экономика, 2011. – 460 с.

Д.Н. Франтасов, И.В. Семёнов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА СЕРВИСНЫХ РАБОТ НА ТРАНСПОРТЕ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В железнодорожной промышленности электрическая энергия применяется как для приведения в действие различных механизмов, так и непосредственно в технологических процессах[1]. Большое количество электроэнергии по-



требуется электрифицированный железнодорожный транспорт. Также электроэнергия служит основой компьютерной автоматизации. Таким образом, электроэнергетика является фундаментальным элементом в архитектуре железнодорожного (ЖД) предприятия[2]. Мощные энергоресурсы обеспечивают ЖД предприятию лидирующие позиции на рынке. Для удержания этих позиций особое внимание уделяется тому, чтобы не только поддерживать ресурсы в рабочем состоянии, но и совершенствовать их. Первым – поддержкой узлов, – занимаются ремонтные бригады. Работу бригады планируют начальники ремонтных бригад. В результате планирования бригада получает план работ. Объекты моделируемой предметной области представлены на Рис.1. с помощью семантической сети.

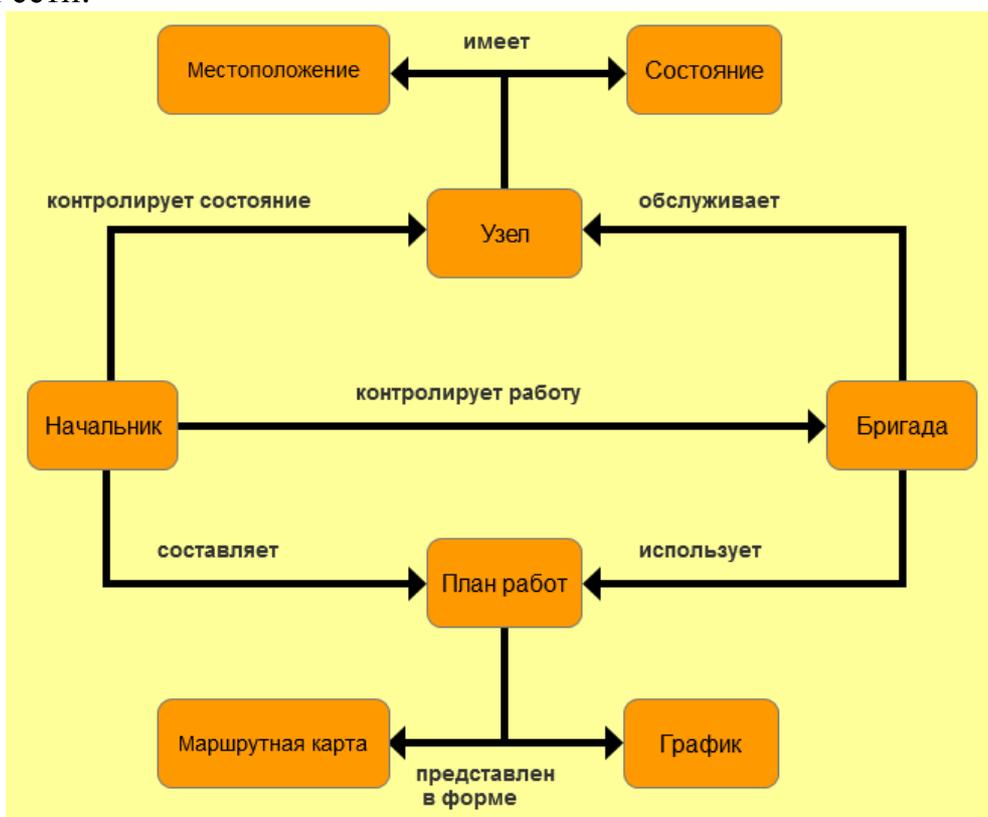


Рис.1. Семантическая сеть предметной области

При планировании работ начальник учитывает множество факторов, а его основным средством при этом является интуиция и опыт. Ещё одним существенным недостатком существующей технологии планирования является то, что он планирует работу, исходя из зафиксированного в какой-то момент времени, положения дел. Между тем, состояние узла – это динамическое понятие. Это значит, что в один момент времени узел находится в рабочем состоянии, а в следующий момент может выйти из строя. Тогда получится, что план работ, который уже до определенной степени готов, на момент поступления новой информации о состоянии узлов является неактуальным, и, следовательно, бесполезным. Более того, узлы могут быть значительно удалены друг от друга. В этом случае на первый план выходит стремление создать такой график работ, при котором нужно выполнить его с наименьшими затратами ресурсов (бензи-



на, времени и т.д.). Таким образом, планирование графика является очень сложной, комплексной задачей. Справиться с такой задачей эффективно человек не может. Тем не менее, решением данной задачи занимается именно человек.

Также открытым является вопрос о том, как проконтролировать работу бригады. Начальник может, например, убедиться в выполнении работы лично, непосредственно присутствуя на месте работ, однако это очень неэффективный способ контроля, хотя бы потому, что начальник теряет время, за которое может выполнить массу другой полезной работы. Он также может позвонить члену бригады на телефон, однако, и это является ненадежным источником информации.

Решить проблему планирования и мониторинга сервисных работ может применение информационной системы. Цель создания информационной системы – предоставить начальнику бригады средство, с помощью которого он сможет *составить оптимальный план работ*, а также эффективно *проконтролировать его выполнение*. Применение данной информационной системы позволит оперативно реагировать на изменение режима работы аппаратуры, а также минимизировать фактор риска принятия к действию неоптимального плана работ за счет применения возможностей ЭВМ. Также это позволит отследить выполнение работ. Стоит отметить, что для решения подобной и многих других задач применительно к сетевой инфраструктуре железной дороги была разработана Единая система мониторинга и администрирования (ЕСМА) – которая представляет собой централизованную автоматизированную систему, консолидирующую информацию о состоянии первичной сети связи ОАО "РЖД" и предназначенную для поддержания сети в работоспособном состоянии. Цель системы – обеспечение заданных параметров функционирования, качества сервисов, адекватной и своевременной реакции на возникновение нештатных ситуаций, прогнозирования поведения сети связи в различных условиях, инвентаризации сетевого оборудования и планирования развития сетевой инфраструктуры. При разработке данной информационной системы стоит учесть опыт.

Первичной функцией системы является составление плана работ, вторичной – мониторинг выполнения работ бригадой. Диаграммы (IDEF0) функций изображены на Рис.2.

Модуль планирования работ имеет три входа: *состояние узлов, местоположение узлов и активные задания*. Прежде всего, для составления графика работ необходима информация о состоянии узлов и их местоположении. В случае неработоспособности узла он заносится в список проблемных узлов, которые требуют внепланового осмотра. Узлы, находящиеся в этом списке, имеют высший приоритет. С другой стороны, каждый узел, в независимости от его работоспособности в настоящий момент, имеет дату планового, то есть профилактического осмотра. Такие узлы имеют приоритет к осмотру ниже, чем узлы, вышедшие из строя, однако они также в обязательном порядке включаются в план работ. Такие узлы на диаграмме изображены активными заданиями.

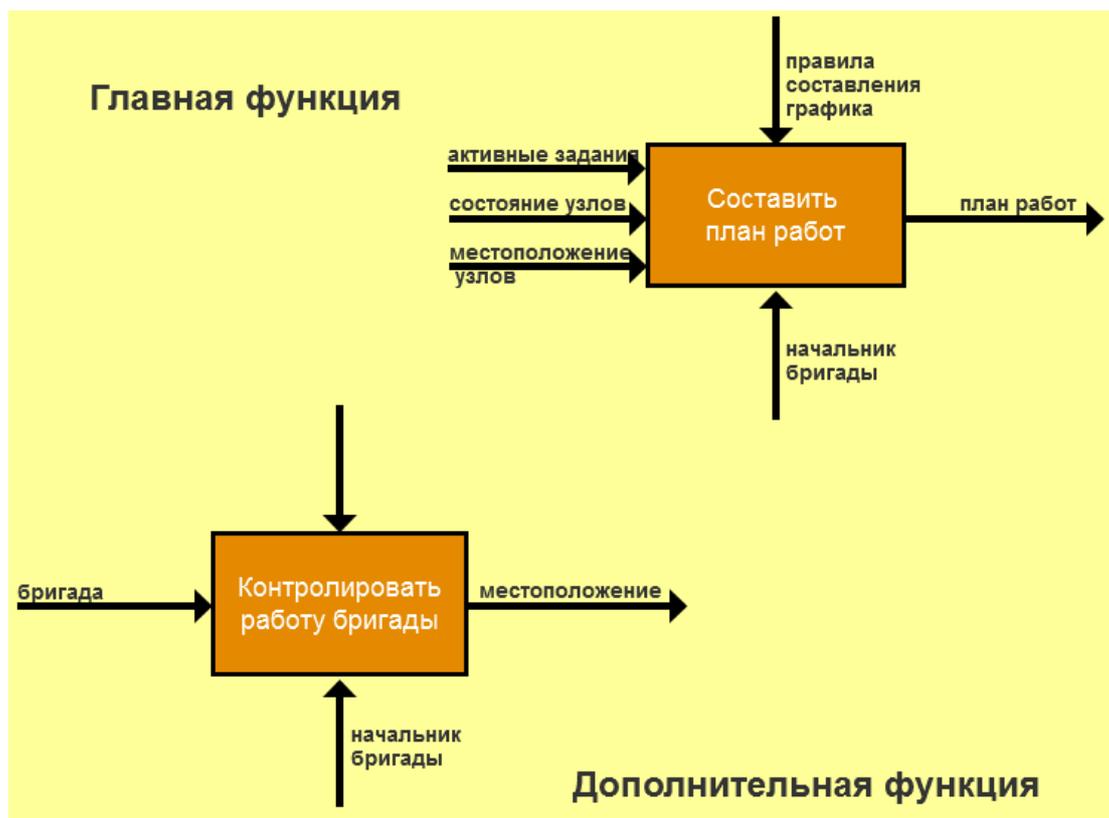


Рис.2. Первичная и вторичная функции системы

Модуль мониторинга работ имеет один вход: *бригада*. Модуль отображает на карте местоположение бригады и ее маршрут.

Применение информационной системы позволит не просто поддерживать ресурс в рабочем состоянии, но и поддерживать его более эффективно, то есть усовершенствовать поддержку ресурса. Для лица, ответственного за составление графика, значительно упростится сам процесс планирования, а значит и вероятность допустить ошибку будет намного меньше. При изменении состояния узлов система сама сможет переделать график и маршрутную карту работ. К тому же появится удобное средство контроля за исполнением бригадой её работы.

Однако для создания подобной системы необходимо решить несколько важных задач, одной из которых является получение информации о текущем состоянии узлов. На сегодняшний момент применяются отдельные технические решения и информационно-измерительные системы управления и учета электрооборудования. Однако эти решения работают локально для мониторинга или учета показателей отдельных узлов (таких, как: АСКУЭ, систем мониторинга трансформаторов и др.), используют разное ПО и т.д. Куда предпочтительнее было бы объединение различных показателей об энергосистеме в единое информационное пространство[4]. Благодаря этому мы будем получать самую актуальную информацию о состоянии узлов, а значит сможем оперативно реагировать на сложившуюся ситуацию.

С другой стороны, для создания маршрутной карты нам необходима такая подсистема, которая бы могла манипулировать объектами (узлами и дорогой)



на карте, как внутренними объектами системы со своими свойствами и состоянием. Благодаря этому объекты могли бы использоваться внутри алгоритмов (например, для выделения определённого маршрута другим цветом на фоне остальных). Это тоже своего рода единое информационное пространство, однако несколько иного толка.

Если вышеописанные задачи будут решены, реализация системы станет возможной.

Литература

1. Контактная сеть участка железной дороги. / Дудко А.В, Панафидин Е.М. / «ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ТРАНСПОРТ В XXI ВЕКЕ: ОПЫТ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ». V Международная научно-практическая конференция. – Самара; Оренбург: СамГУПС, 2015. С. – 63-65

2. Мониторинг потребления электроэнергии на железнодорожных дистанции пути / Д.Н. Франтасов, В.А. Павлов/ Наука и образование транспорту. VII Материалы Международная научно-практическая конференция. – Самара: СамГУПС, 2014.

3. Система управления сетью связи технологического сегмента. Единая система мониторинга и администрирования. Основные положения по построению системы мониторинга и администрирования первичной сети технологического сегмента/ Розенберг Е.Н., Вериго А.М., Васильев О.К., Ермаков А.О., Савенко Л.Я. – М.: 2005. – 58с.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПОСТРОЕНИЯ «УМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ» В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА / А. И. Забирова, Д. Н. Франтасов / Международная научно-практическая конференция «Наука и образование транспорту», 2016 г. Том 2 [Текст] / редкол.: Д.В. Железнов [и др.] – Самара : СамГУПС, 2016. – 356 с.; ил.

С.А. Фроленков, М.А. Гаранин

БЕСКОНТАКТНАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАЖИМОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Контактная сеть является важнейшим элементом системы тягового электроснабжения железных дорог. От ее состояния напрямую зависит скорость и безопасность движения каждого электроподвижного состава. Каждый узел обладает своей определенной надежностью и пока еще нет метода, который позволил бы из всего многообразия факторов, влияющих на работу каждого отдельного узла контактной сети определить надежность всей системы как единого целого [1].

При анализе работы каждого элемента системы тягового электроснабжения используется понятие «повреждение». Однако для адекватной оценки не-



достаточно пользоваться лишь данными об уже произошедших отказах. В свою очередь причины повреждений могут быть как внезапными (короткое замыкание, обрыв провода), так и постепенными (износ провода, загрязнение изоляторов). Своевременная диагностика и замена изношенных деталей и узлов позволяет повысить надежность системы и снизить число ее отказов.

Технология производства работ по диагностике за последние десятилетия произвела колоссальный скачок- от замеров износа провода при помощи штангенциркуля до построения объемной 3D модели провода при проходе по участку вагона-лаборатории контактной сети (ВИКС).

Ежегодно по итогам работы каждой службы выходит сводный документ «Анализ работы хозяйства», в котором сведены все случаи повреждений и аварийных ситуаций с их разбором. В Дирекции по энергообеспечению также имеется данный документ. Проанализируем анализ отказов устройств контактной сети на Куйбышевской железной дороге.

Статистический анализ допущенных событий, связанных с безопасностью движения поездов показывает, что надежность системы электроснабжения железнодорожного транспорта определяется надежностью работы контактной сети, не имеющей резерва. Отказ по вине устройств контактной сети превосходит отказы по другим отраслям в несколько раз (рис. 1).

Рассмотрим основные причины отказов контактной сети и результат, который они влекут за собой. За прошедший год главной причиной отказов стало нарушение эксплуатации контактной подвески, а именно самих проводов и тросов (рис.2).

Из графика видно, что преобладает количество отказов, связанное с состоянием проводов и тросов контактной сети, а также с отказами зажимов контактной сети.

Диагностика последних представляет собой особую сложность, во-первых количество зажимов на контактной сети составляет огромное множество, во –вторых главной причиной отказа является разрушение их вследствие возникновения трещин и отсутствия своевременной диагностики [2].

Предлагается создание устройства для диагностики зажимов контактной сети, которое позволяло бы своевременно выявлять дефектные зажимы, тем самым повышая надежность контактной сети [3].

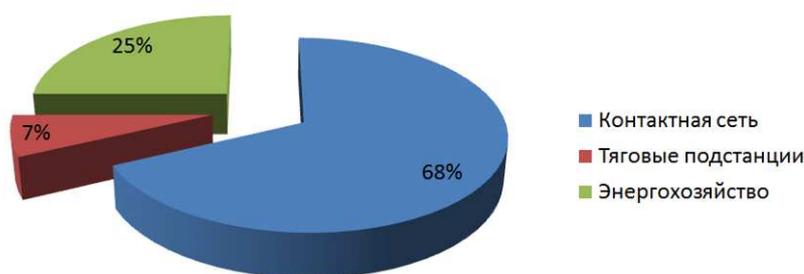


Рис.1 Отказ технических средств по отраслям

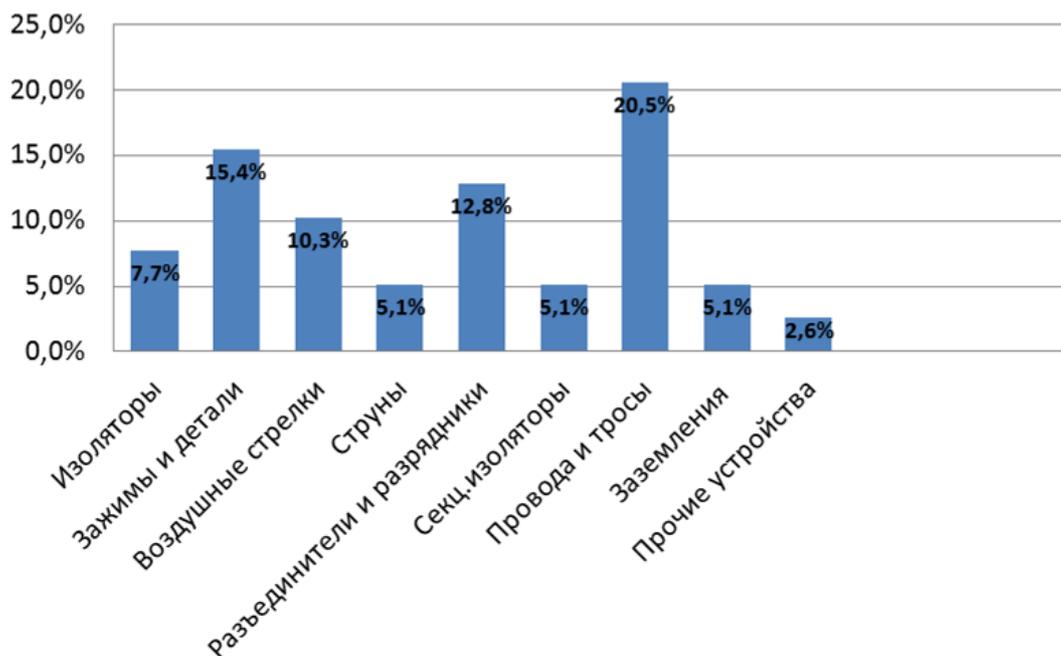


Рис.2 Анализ отказов контактной сети

Литература

1. Фроленков С.А. Усиление существующей системы тягового электро-снабжения для организации движения поездов повышенной веса 12000 тонн на электрифицированных участках дороги / С.А. Фроленков, Т.В. Бошкарёва // Инновации в системах обеспечения движения поездов: материалы I Международной научно-практической конференции 19–20 мая 2016 г. – Самара: СамГУПС, 2016. – с. 82-84.
2. Гаранин М.А. Моделирование системы тягового электроснабжения переменного тока для пропуска поездов повышенной массы/ М.А. Гаранин, Т.В. Бошкарёва, С.А. Фроленков// Вестник Транспорта Поволжья – Самара: СамГУПС, 2016. – Вып.5 – с. 22-27.
3. Гаранин М.А. Совершенствование диагностики контактной сети / М.А. Гаранин, С.А. Фроленков //Наука и образование транспорту,2016 №1– с. 243-245.



МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

А.Л. Антипин, Д.В. Блинова

АНАЛИЗ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКИ СООБЩЕНИЙ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ TWITTER

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Одной из проблем в задаче обработки естественного языка является определение эмоциональной окраски текста, то есть его тональности. Цель такой задачи состоит в автоматическом определении, является ли текст положительным, отрицательным, либо нейтральным по своему отношению к описанному в нем объекту. Трудность решения данной задачи состоит в том, что, как правило, нормы общения людей в социальных сетях заметно отличаются от каких-либо научных публикаций или литературных произведений. В сообщениях часто присутствуют грамматические ошибки, ошибки пунктуации, опечатки, неоднозначность, сарказм, сленг, а так же другие особенности, определяемые самим автором сообщений. Все эти факторы порой не может распознать и сам человек, не считая компьютер.

Целью данной работы является создание инструмента, позволяющего классифицировать с определенной точностью эмоциональную окраску сообщений, полученных из социальной сети Twitter для дальнейшего анализа полученных результатов.

Одним из путей решения данной задачи является использование нейронных сетей. Чаще всего для обработки последовательной информации, которой и является текст, используются рекуррентные нейронные сети. Самой распространенной архитектурой рекуррентной нейронной сети на данный момент является «долгосрочная краткосрочная память» (Long Short-term memory). В таких сетях внутренние нейроны «оборудованы» сложной системой, так называемых ворот (gates), а также концепцией клеточного состояния (cell state), которая и представляет собой некий вид долгосрочной памяти. Ворота же определяют, какая информация попадет в клеточное состояние, какая сотрется из него, и какая повлияет на результат, который выдаст нейронная сеть на данном шаге. Именно эти вариации рекуррентных нейронных сетей широко используются сейчас, например, для машинного перевода Google.

Для реализации такой LSTM-сети будем использовать наиболее популярную связку библиотек Theano и Keras. Theano - библиотека для символьных и тензорных вычислений в Python, работающая заметно быстрее аналога от компании Google, под названием TensorFlow за счет ее повсеместной оптимизации



вычислений. Keras - надстройка для Theano, упрощающая создание и обучение нейронных сетей, и дающая простой и удобный набор абстракций, методов и объектов. Для обучения данной нейронной сети будем использовать корпус твитов, подготовленный Юлией Рубцовой[1]. Данный корпус представляет собой два файла с именами «positive.csv» и «negative.csv», содержащие 114911 положительных и 111923 отрицательных записи. Перед началом обучения данные из корпуса нужно «очистить» от различного мусора, который не несет никакой смысловой нагрузки. А далее по средствам стемминга провести нормализацию слов. Стемминг - это процесс нахождения основы слова для заданного исходного слова. После этого данный корпус твитов можно использовать для обучения LSTM-рекуррентной нейронной сети. На данный момент не существует какого-то алгоритма для выбора топологии нейронной сети и большинство используемых нейронных сетей результат экспериментов с различными конфигурациями.

Для проверки способности LSTM-рекуррентной нейронной сети решать задачу определения эмоциональной окраски текста, создадим сеть с 2 слоями по 64 нейрона и слоем Dropout, отвечающим за переобучение и описанным в статье «Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting»[2]. Библиотека Theano имеет возможность запуска обучения нейронной сети не только на центральном процессоре компьютера, но и на графическом процессоре с поддержкой ядер CUDA, что может обеспечить в некоторых случаях 20-ти кратный прирост скорости обучения.

Заключение

В процессе изучения проблемы определения эмоциональной окраски текста, которым являлись сообщения русскоязычного сегмента микроблогинговой социальной сети Twitter, была написана и протестирована LSTM-рекуррентная нейронная сеть. Обучение производилось на 200000+ сообщений, заранее распределенных по классам положительной или отрицательной эмоциональной окраски текста. В результате, данная нейронная сеть показала точность около 75% при определении тональности текста.

В дальнейшем, экспериментируя с различными топологиями сети и используя для обучения выборку большего объема, чем использовалась в эксперименте, можно повысить точность определения тональности.

Реализация на языке Python с использованием библиотек Theano и Keras позволит в дальнейшем встроить и использовать ее в структуре какого-либо веб-приложения или программного продукта.

Литература

1. Корпус коротких текстов на русском языке на основе постов Twitter: <http://study.mokoron.com/>
2. Nitish Srivastava, Geoffrey Hinton, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Ruslan Salakhutdinov «Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting», The Journal of Machine Learning Research Volume 15 Issue 1, 2014, 1929-1958



В.А. Беликов, В. В. Галянин

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ НА СУШЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА И СРЕДСТВ ДЗЗ

(Самарский государственный технический университет)

Введение

По данным Министерства Природных Ресурсов и Экологии Российской Федерации в 2013 — 2015 гг. было официально зарегистрировано более 6000 нефтяных разливов, из них более 2500 за последний год [1]. Причиной такого большого количества экологических происшествий чаще всего являются ветхие нефтепроводы, незаконные врезки и аварии на транспорте.

Нефтяные разливы наносят существенный ущерб экологии, они могут произойти на любой из стадий нефтедобычи, переработки или хранения. Своевременное выявление и ликвидация снижает непоправимый ущерб экологии региона.

На данный момент уже существуют методики обнаружения нефтяных разливов с помощью средства ДЗЗ (дистанционного зондирования Земли), однако они в большинстве направлены на детектирование нефти на открытой воде (заливы, моря, океаны) радарными измерениями, либо на мониторинг какого-либо определённого протяжённого участка поверхности Земли с помощью средств беспилотных летательных аппаратов [2,3].

В данной работе описывается подход к определению нефтяных разливов на значительных территориях (в масштабе городов и областей) с использованием мультиспектральных данных с космического аппарата (КА) Landsat-8, методов хемометрики и машинного обучения[4,5].

Миссии

В настоящее время существует несколько глобальных космических миссий ДЗЗ, как коммерческих, так и доступных свободно [2,3].

Одна из таких миссий – программа USGS «Landsat», использующая серию одноимённых космических аппаратов, оборудованных для получения мультиспектральных снимков. Последний из запущенных КА – Landsat-8, оснащённый сенсорами TIRS (Thermal InfraRed Sensor) и OLI (Operational Land Imager), позволяющий получать мультиспектральные изображения поверхности Земли с разрешением 30 метров для диапазонов 430-880 нм, 1600 нм, 2200 нм и приведённому к 30 метрам в диапазоне 10,6-12,5 мкм [6].

Аналогичную миссию ДЗЗ ведёт Европейское Космическое Агентство - Copernicus. Пока на орбиту запущен один КА – Sentinel-2A, его оборудование позволяет получать мультиспектральные снимки с разрешением 20 метров для диапазонов 490-865 нм, 1610 нм, 2190 нм[7].

В России разработана и выведена в космос группировка КА Ресурс-П, оборудование которой позволяет получать гиперспектральные изображения с разрешением 30м в диапазоне 400-1100нм [8].



Снимки поверхности Земли, полученные миссиями Landsat и Copernicus можно получить с сайтов этих проектов [6,7].

Моделирование

Для исследования возможности определения нефтяных разливов на суше с использованием КА программы Landsat были проанализированы изображения Самарской области, полученные со спутника Landsat-8.

Пиксели изображений были поделены на 4 класса: городская застройка, поле, вода и нефтешламы. В качестве эталонного участка класса «нефтешламы» было выбрано озеро Нефтешламовое (53.085005, 50.027618). С помощью сервиса TPT-cloud была построена PCA[4] модель (метод главных компонент) и выявлены наиболее эффективные методы нормировки данных.

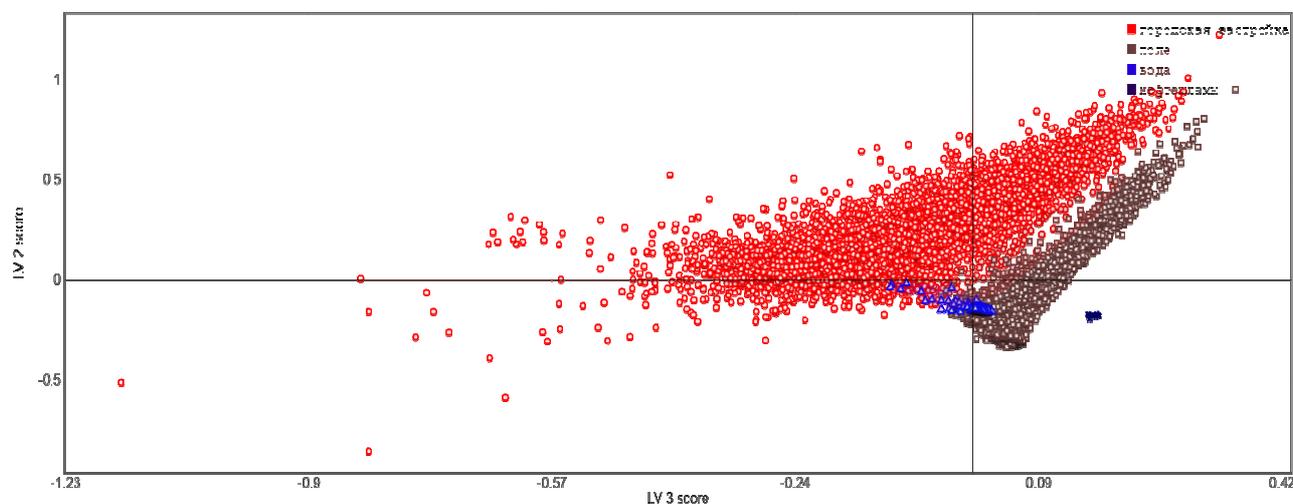


Рис.1 График счетов PCA модели, построенной на мультиспектральных данных с КА Landsat-8 г. Снимок г. Самары, июнь 2014г.

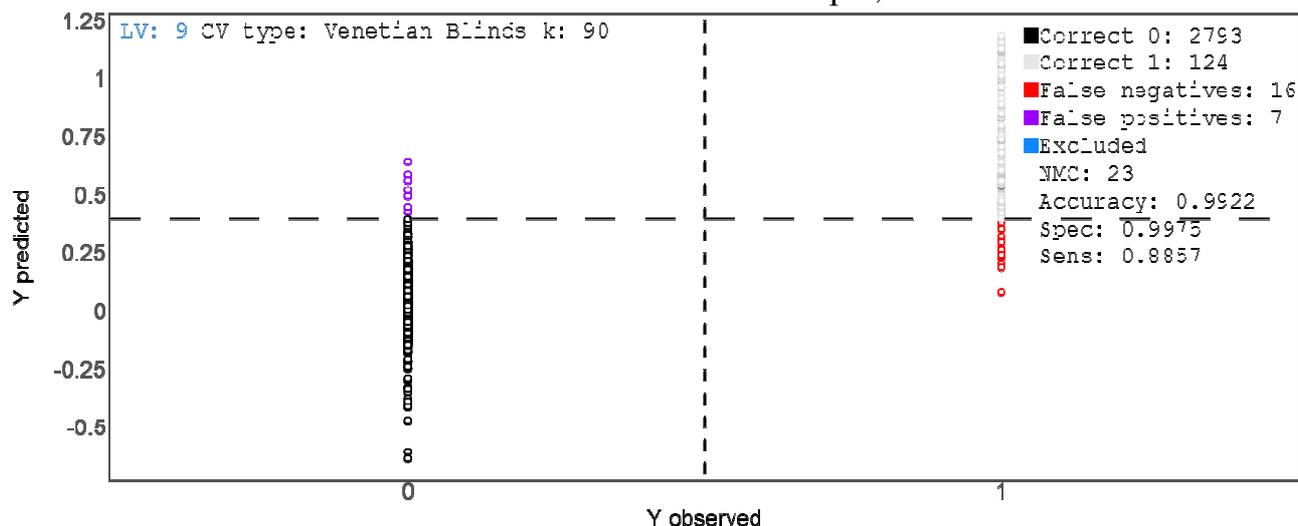


Рис. 2 График зависимости Y предсказанного от Y калибровочного модели PLS-DA, построенной на данных мультиспектрального изображения Landsat-8 г. Самары



На графике счетов (Рис. 1) хорошо видно сепарацию нефтешламов от трех других классов. Для дискриминации нефтепродуктов на поверхности Земли была построена регрессионная модель методом PLS-DA[5] (метод проекций на латентные структуры для дискриминационного анализа) (Рис. 2).

Для проверки данного подхода в масштабе различных городов и областей была построена аналогичная модель одновременно по нескольким изображениям города Самары и города Салавата Уфимской области. В качестве обучающего класса «нефть» были взяты пиксели открытых резервуаров с нефтепродуктами (г. Салават) и озеро Нефтешламовое (г. Самара).

Моделирование осуществлялось на изображениях со спутника Landsat-8, полученных в летние месяцы (июнь для г. Самары и август для г. Салават) в условиях малой облачности и схожих температур воздуха. В качестве преобразовок были использованы методы нормировки, выбранные при PCA моделировании. Полученная модель показала хорошее разделение нефтепродуктов, водных ресурсов, растительности и открытых участков почвы (Рис. 3, 4).

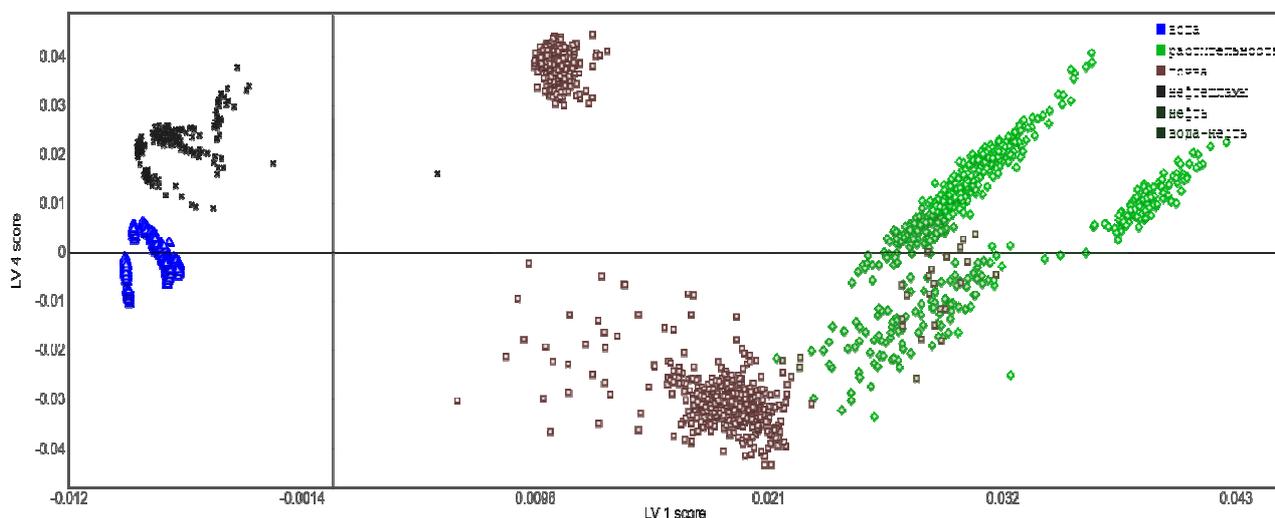


Рис. 3 График счетов PLS-DA модели, построенной на изображении г. Самары и г. Салават

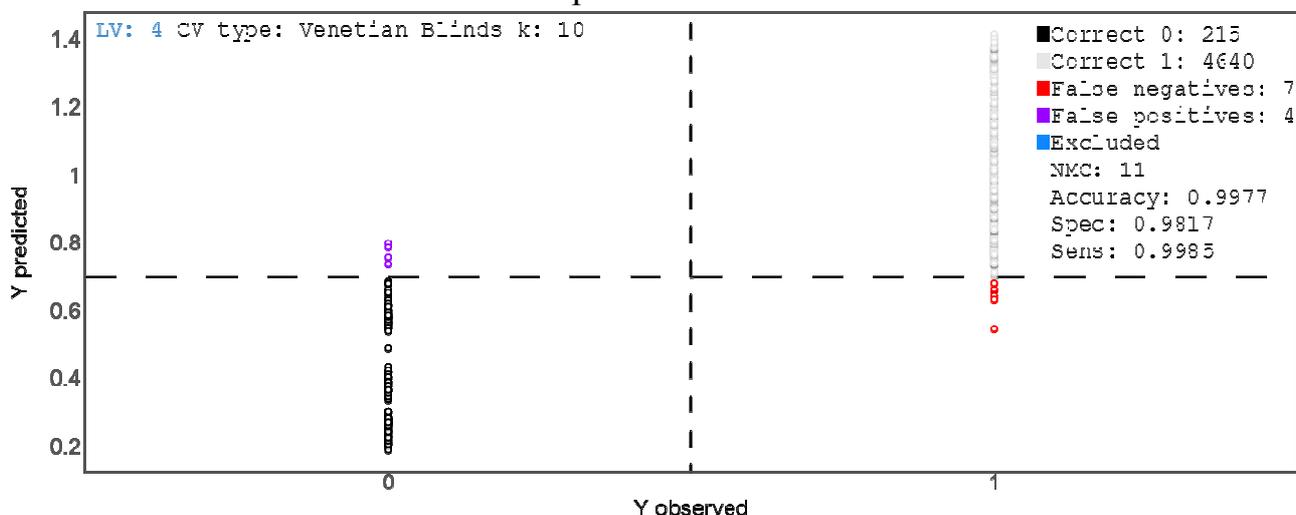


Рис. 4 График зависимости Y предсказанного от Y калибровочного модели PLS-DA, построенной на снимках г. Самары и г. Салават



На графике счетов (Рис. 3) наблюдается хорошее отделение классов воды и нефтепродуктов от классов почв и растительности. При построении модели так же использовались данные небольших водоёмов рядом с нефтехранилищами – они обозначены как класс «вода-нефть» на графике. Эта группа частично-го загрязнения, находящаяся между классами воды и нефтепродуктов.

Для валидации полученной модели была использована перекрёстная проверка (ПП) с разделением калибровочного набора на 10 частей. Чувствительность модели (ПП) к объединённому классу «нефть + нефтешламы + вода-нефть» составила 99,85%, а специфичность (ПП) 98,17% (Рис. 4) при минимуме общего количества ошибок дискриминации.

Вывод

В данной работе показана возможность создания дискриминационных прогностических моделей для определения нефтяных разливов на суше с использованием снимков космического аппарата Landsat-8. Ожидается, что применение методов атмосферной коррекции и использование исторических данных об анализируемых пикселях позволит получить модели с более высокой прогностической способностью.

Литература

1 Сайт Министерства Природных Ресурсов и Экологии Российской Федерации [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/> — Загл. с экрана. — Яз. рус.

2 Википедия [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/> — Загл. с экрана. — Яз. рус.

3 Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений [Текст]: учебное пособие / Шовенгердт, Р. А. / Пер. с англ. / Р. А. Шовенгердт, А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова — Издательство «Техносфера»

4 Wold S., Esbensen K., Geladi P. Principal Component Analysis. [Текст] / Wold S., Esbensen K., Geladi P. // *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 1987, Vol. 2, P. 37-52.

5 Sjöström M., Wold S., Lindberg W., Persson J.-Å., Martens H. A multivariate calibration problem in analytical chemistry solved by partial least-squares models in latent variables [Текст] / Sjöström M., Wold S., Lindberg W., Persson J.-Å., Martens H. // *Analytica Chimica Acta*. 1983, Vol. 150, P. 61–70.

6 Сайт Геологической службы США [Электронный ресурс]: статьи, граф. дан. — Электрон. дан. — Режим доступа: <https://www.usgs.gov/> — Загл. с экрана. — Яз. англ.

7 Сайт The European Space Agency [Электронный ресурс]: статьи, граф. дан. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.esa.int> — Загл. с экрана. — Яз. англ.

8 Сайт Роскосмос [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.roscosmos.ru/> — Загл. с экрана. — Яз. рус.



Е.Н. Бородулина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ МОДЕЛИ ТРУДОВОГО ПОВЕДЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ СИСТЕМНО-СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНОЙ СОЦИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

(Южный федеральный университет)

Введение

Сложная социотехническая система (ССТС) представляет гетерогенный объект, важной составляющей которого является социальная подсистема. Данная компонента выполняет первостепенные роли - управления и целеполагания, но при этом является источником неопределенности и неполноты информации. Для эффективной деятельности ССТС необходимо понимать структуру и уметь управлять поведением социальной среды.

Таким образом, целесообразным является построение мультиагентной модели трудового поведения, позволяющей решать следующие проблемы:

- формализованное представление организационной структуры;
- формализация, наблюдение и оценка выполняемых операций и процессов агентами;
- формирование требований к исполнителям работ – элементам социальной системы;
- оценка характеристик агентов и их изменений;
- описание и оценка взаимоотношений агентов;
- прогнозирование поведения агентов, его анализ и оценка;
- выделение, оценка и анализ синергетического эффекта от взаимодействия агентов.

Результаты решения данных задач создают информационную базу для эффективного управления социальной средой и жизненным циклом организации.

Описание мультиагентной модели трудового поведения

В социальной системе организации присутствуют агенты нескольких типов, выделенных в зависимости от полномочий и выполняемых задач и образующих кадровую иерархию:

- руководитель (Генеральный директор, Председатель Правления и т.д.);
- руководители направлений (Директора направлений и т.д.);
- руководители подразделений (Начальники отделов, Руководители департаментов и т.д.);
- руководители проектов (Кураторы проектов и т.д.);
- ведущие специалисты;
- специалисты.

Кроме того, сотрудники организации разделяются на несколько групп в зависимости от сферы деятельности:



- общее управление;
- информационное обеспечение;
- маркетинг;
- экономика и финансы;
- персонал;
- производство или основной вид деятельности организации.

Таким образом, на основе данных критериев формируется должностная сетка, описывающая, в общем, структуру организации.

Каждый агент – сотрудник организации - характеризуется определенными психико-физиологическими особенностями, позволяющими ему занимать данную позицию в социотехнической системе. Индивидуальные свойства агентов описываются на основе ряда критериев:

Группа психико-физиологических свойств	Критерий
Личностные	<u>Физиологические</u> : возраст, пол, биологические ритмы и циклы, заболевания, реакция на нагрузки, состояние здоровья и т.д. <u>Эмоциональный</u> : темперамент, реакция на психические нагрузки, раздражимость, стрессоустойчивость и т.д. <u>Мотивационный</u> : целеустремленность, приоритеты потребностей, ценности и т.д. <u>Познавательный</u> : активность в познавательной деятельности, активность в исследовательской деятельности, отношение к труду. <u>Волевой</u> : выносливость, внимательность, пунктуальность, аккуратность, ответственность и т.д. <u>Компетентностный</u> : образование (специальность, оценки), опыт работы (должность, стаж, функциональные обязанности), умения и навыки, компетентности и т.д.
Поведенческие	Адаптивность, скорость принятия решения, скорость выполнения работ, самооценка и т.д.
Межличностные	Коммуникабельность, конфликтность, культура общения, умение работать в команде, наличие и состав семьи, коллективов, друзей, религия, убеждения, национальность, привычки, цели и т.д.
Организационные	Отношение к организационной культуре, корпоративному стилю, традициям, и т.д.

Каждый агент имеет определенные значения критериев, изменяющиеся со временем.

Для адекватного описания трудового поведения разных типов агентов в социотехнической системе конструкция модели должна включать следующее:



- модель отображения и прогнозирования кадровых изменений организации;
- модель трудового потенциала агента;
- имитационная модель предсказания поведения агента на основе типовых ситуаций;
- модель межличностных взаимодействий;
- модель информационных потоков в социотехнической системе;
- модель выполнения работ с отображением результата.

Итак, в целом трудовой процесс в социотехнической системе включает ряд типовых этапов:

1. инициация трудового цикла путем приглашения агента;
2. собеседование (выявление навыков и потенциала соискателя путем анкетирования, симуляции трудовых процессов, решения кейсов и т.д.);
3. обучение и стажировка (приобретение требуемых значений свойств);
4. аттестация (контроль полученных навыков и значений свойств);
5. принятие на должность в организацию;
6. выполнение должностных обязанностей;
7. оценка результата работы сотрудника организацией;
8. оценка трудового потенциала сотрудника;
9. Возможен переход на новую должность или повышение квалификации путем прохождения этапов 3-4.
10. Возможен выход клиента из трудового процесса и социальной системы организации путем увольнения.

Для имитации описанного трудового процесса организации используется следующая исходная статистическая информация за отчетный период с учетом фиксирования психико-физиологических свойств агентов:

- общее количество сотрудников;
- количество сотрудников, прошедших собеседование;
- количество принятых на работу сотрудников;
- количество сотрудников, перешедших на другую должность;
- количество сотрудников на обучении при принятии на работу и при повышении квалификации и переходе на другую должность;
- количество уволившихся сотрудников.

При разработке общей структуры поведения индивида на основе данной информации формируются коэффициенты и вероятности прохождения того или иного этапа через определенный промежуток времени, а также темпы их изменения. При этом решение обратной задачи – поиск вероятностей и темпов прохождения этапов трудового процесса в зависимости от психико-физиологических особенностей – позволяет определить наиболее подходящие характеристики сотрудников для выполнения определенных операций.

Уточненная модель предсказания поведения основывается на теории П.К. Анохина [1]. Так, что поведение индивида декомпозируется на элементарные поведенческие акты, состоящие из последовательности действий:



- идентификация ситуации;
- формирование совокупности возможных решений, путей их достижения и возможных результатов;
- принятие решения;
- реализация программы действия;
- оценка и анализ результата, формирование отношения к принятому решению (получение опыта: отказ от принятого решения или утверждение).

Модель выполнения работ опирается на общую функциональную схему организации. При выполнении работы агентов фиксируется достигнутый результат с учетом следующих параметров:

- время выполнения работы;
- качество выполнения работы (для каждой работы выделяются определенные критерии);
- негативные эффекты (для каждой работы выделяются определенные критерии).

Полученный результат сравнивается с нормативным и анализируется влияние психико-физиологических особенностей индивида.

Структура описанной мультиагентной модели трудового поведения содержит ряд взаимосвязанных моделей и может использоваться при формировании эффективной кадровой политики и при управлении организацией.

Применение модели в системно-ситуационном управлении сложной социотехнической системы

Мультиагентная модель трудового поведения в организации формализует ряд процессов и позволяет снизить неопределенность и риски. Кроме того, описанная модель является инструментарием управления социотехнической системой.

Получаемые результаты позволяют решать тактические задачи: прием на работу, направление на стажировку, переход на другую должность; и задачи стратегического характера: прогнозирование поведения агентов в системе, моделирование результата деятельности, моделирование формирования синергетического эффекта.

Таким образом, описанная модель может служить методологической базой системно-ситуационного управления ССТС, подразумевающего управление жизненным циклом организации путем построения и корректировки стратегии развития и реализации путем выполнения краткосрочных задач с определенным результатом.

Литература

1. Анохин, П.К. Философские аспекты теории функциональных систем [Текст] /П.К. Анохин ; АН СССР, Институт психологии. - М.: Наука, 1978. – 399, [1]с.: ил. – Библиогр. в конце работ.- 5000 экз.



А.В. Иващенко, Д.В. Купер

КОНЦЕПЦИЯ ПОДВИЖНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Современные диагностические системы представляют собой сложные аппаратно-программные комплексы с распределенной архитектурой. Целью технической диагностики является мониторинг и оценка технического состояния машин, механизмов и оборудования, цели медицинской диагностики включают отслеживание состояния пациента в условиях протекающих болезней с последующим становлением диагноза. Родство целей технической и медицинской диагностики, которое состоит в необходимости мониторинга многих параметров сложного объекта (системы) в режиме реального времени, обуславливает высокую актуальность задачи сбора и обработки больших данных (Big Data).

При построении систем распределенной диагностики важно учитывать особенности объекта исследования, определяющие количество и основные требования к устройствам сбора и обработки информации. В частности, необходимо обеспечить возможность этих устройств изменять свое положение в пространстве, что требует разработки новых подходов к планированию измерительной процедуры и адаптивного мониторинга и контроля процесса измерения. Одним из таких подходов является реализация концепции подвижных сенсорных сетей, позволяющей решить проблему управления динамическим процессом распределенной диагностики.

В данной статье предлагается концепция подвижных сенсорных сетей распределенной диагностики для решения поставленной задачи.

Современные системы диагностики имеют распределенную архитектуру и строятся в виде сетей автономных устройств связи, способных взаимодействовать между собой в режиме реального времени. Такие сети могут изменять свою конфигурацию в ответ на события внешней среды, представлять открытые интерфейсы для подключения новых устройств и производить балансировку собственной загрузки в соответствии с возникающими потребностями.

В связи с этими особенностями высокий потенциал имеют технологии Интернета вещей (Internet of things, IoT) и мультиагентные технологии, широко применяющиеся в последнее время в современных системах сбора, передачи и обработки данных. Концепция Интернета вещей [1 – 2] охватывает широкий спектр задач построения беспроводных сетей, организации межмашинного взаимодействия и реализации программно-конфигурируемых сетей обмена данными.

Распределенная архитектура современной интегрированной информационной среды с учетом концепции Интернета вещей часто представляется в виде сети или графа, узлами которого являются программные или аппаратно-программные компоненты, способные взаимодействовать между собой путем



обмена информацией в виде сообщений и обладающие автономным поведением. Такая сеть формируется и изменяется динамически, она может перестраиваться, сохраняя при этом свои способности по передаче информации.

Для обеспечения заданных свойств элементов распределенной диагностической сети при разработке программного обеспечения необходимо использовать современные парадигмы программирования, основанные на децентрализации управления, высокой автономности компонентов и сетевых принципах взаимодействия. Этому требованию соответствуют мультиагентные технологии [3], которые демонстрируют высокую эффективность при решении проблем распределенного управления ресурсами в режиме реального времени.

При реализации мультиагентного программного обеспечения для распределенной диагностической системы, построенной с учетом современных тенденций развития сети Интернет [4, 5], одной из актуальных проблем является задача динамического распределения вычислительных ресурсов между задачами агента. Для решения этой задачи предлагается дополнить архитектуру агента, реализовав функциональность посреднической деятельности по передаче информации. Вообще, понятие посредника (медиатора) достаточно широко используется в теории мультиагентных систем. Однако существующие подходы не позволяют в полной мере реализовать посредническую деятельность по передаче данных, востребованную в подвижных сенсорных сетях распределенной диагностики.

В связи с этим, можно определить новый объект исследования как подвижную сенсорную сеть распределенной диагностики – распределенную, самоорганизующуюся сеть множества датчиков (сенсоров) и исполнительных устройств, которые могут изменять свое положение в пространстве и, таким образом, изменять топологию сети в зависимости от поставленных задач. В качестве примера такой сети можно привести беспроводную сеть медицинских устройств диагностики пациентов в стационаре или множество устройств диагностики транспортной инфраструктуры железной дороги, объединенных каналами связи.

Подвижная сенсорная сеть является актуальным объектом исследования, поскольку позволяет реализовать современную концепцию Интернета вещей. Вместе с тем, при управлении сбором и обработке данных в подвижной сенсорной сети возникает актуальная задача реализации балансировки загрузки узлов и координации процесса сбора информации в режиме реального времени.

Для решения этой проблемы предлагается реализовать программное обеспечение автономных устройств сбора и обработки данных с использованием мультиагентной архитектуры. В отличие от упомянутых выше подходов, предлагается выделить функцию посредника (медиатора) и передать ее всем агентам, имеющим различное назначение и участвующим во взаимодействии [6 – 8]. Такой подход позволит повысить автономность каждого датчика за счет реализации специализированного программного обеспечения, функциональность которого включает предобработку информации на стороне датчика и реализацию информационного взаимодействия между датчиками в процессе пере-



дачи данных. В ходе такого взаимодействия устройства сбора информации реализуют не только свое непосредственное назначение, но и участвуют в передаче информации между сторонними устройствами.

Для реализации данного подхода был разработан интерфейс «Медиатор» для информационного взаимодействия между датчиками, необходимого для реализации комплексной обработки информации. Конкретизируя структуру агента-медиатора можно выделить задачу обеспечения коммуникационной инфраструктуры мультиагентной системы и задачу организации взаимодействия с окружающей средой. С этой целью в структуру агента вводится диспетчер, отслеживающий состояния структурных модулей агента. В результате анализа изменения состояний выносится решение о выделении определенного количества аппаратных ресурсов. Распределение вычислительных ресурсов агента между его задачами подразумевает наличие инструмента переключения контекстов выполнения этих задач с учетом установленного приоритета.

Предлагаемый подход позволяет наделить систему сбора и обработки данных функционалом, который определяет возможность начального диагностического анализа. Данные преимущества улучшают качество и своевременность диагностики. Модуль датчика представляет собой законченное устройство, имеющее беспроводной интерфейс, преобразователь физической величины в оцифрованные данные и систему управления. Для минимизации количества первичных данных, которые необходимо обработать, система управления модулем датчика управляет частотой дискретизации производимых измерений. Адаптивность частоты дискретизации измеряемых параметров является важным фактором, влияющим на эффективность работы не только отдельного модуля датчика, но и всей системы в целом.

Литература

1. Кучерявый А.Е. Интернет вещей // Электросвязь. – 2013. – № 1. – С. 21 – 24
2. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю., Самсонов М.Ю. Интернет вещей / под ред. А.В. Рослякова // Самара: ПГУТИ, ООО «Издательство Ас Гард», 2014. – 340 с.
3. Городецкий В.И. Самоорганизация и многоагентные системы. I. Модели многоагентной самоорганизации // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2012. – № 2. – С. 92 – 120
4. Орлов А. Ю., Иващенко А. В. Организация виртуального сообщества в сети Интернет // Информационные технологии №8, 2008 с. 15 – 19
5. Иващенко А.В. Интервально-корреляционный анализ ритмичности взаимодействия в интегрированной информационной среде предприятия / Системы управления и информационные технологии, 2010, № 1(39) – с. 32 – 36
6. Иващенко А.В., Минаев А.А. Модель посредника-медиатора в подвижных сенсорных сетях распределенной диагностики // Известия Самарского научного центра РАН, Том 17, № 2(5), 2015. С. 1004 – 1009



7. Иващенко А.В., Купер Д.В. Многослойная модель подвижной сенсорной сети // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2016. – № 9. – с. 119 – 122
8. Ivaschenko A., Minaev A. Multi-agent solution for a self mediator sensor network // Proceedings of the European Simulation and Modeling Conference 2014 (ESM 2014), FEUP, Porto, Portugal, EUROSIS-ETI. – P. 209 – 212

В.А. Галузин, Е.В. Симонова

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕМПА ВСХОДИМОСТИ ПОСЕВОВ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ OPENCV

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

Анализ снимков, полученных в результате аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в земледелии и в сельском хозяйстве является одним из наиболее перспективных направлений применения этой технологии, позволяющим получать актуальную информацию о текущем состоянии фермерских угодий. Анализируя информацию за длительный период, можно наблюдать исследуемые процессы в динамике для эффективного планирования и контроля всех этапов сельскохозяйственного производства [1].

Постановка задачи

Одним из вариантов применения анализа снимков является распознавание темпа всхожимости посевов сельскохозяйственных культур. Для решения данной проблемы можно использовать следующий подход: произвести количественную оценку растительности на различных участках поля. Недостаток этого подхода состоит в том, что результат такой оценки включает в себя всю растительность, произрастающую на поле, включая культурные растения и сорняки. Это может привести к большой погрешности полученных результатов. Для устранения данного недостатка необходимо принять во внимание тот факт, что культурные растения размещаются в параллельных рядах, с относительно большим расстоянием между двумя соседними рядами (рисунок 1). Тогда все растения, произрастающие вне ряда, будут считаться сорными. При этом погрешность полностью не устраняется, потому что сорняки могут произрастать и внутри рядов вместе с культурными растениями. Но количество сорняков обычно является незначительным в сравнении с количеством культурных растений, поэтому данной погрешностью, вносимой ими в общую оценку всхожимости, можно пренебречь.

Методы решения

В результате анализа предметной области и уже существующих решений по распознаванию растительности на изображении [2,3,4], разработан алгоритм распознавания темпа всхожимости посевов озимых культур. В общем виде



можно выделить три основных этапа алгоритма. На первом этапе происходит поиск областей с растительностью на фотографии. На втором этапе из найденных областей составляются ряды. На заключительном этапе вычисляется количественная оценка всхожимости растений в полученных рядах.



Рисунок 1 – Всходы озимых

Для поиска областей на первом этапе исходное изображение необходимо препарировать. В начале производится сглаживание цветовых переходов на исходном изображении (рисунок 2а) методом усреднения для устранения излишней зашумленности (рисунок 2б). После этого к полученному на предыдущем шаге изображению применяется пороговое преобразование, результатом которого является бинарная маска, в ней единицы стоят на месте тех пикселей, цвет которых попадает в цветовой диапазон оттенков зеленого, таким образом, на исходном изображении выделяются области зеленого цвета (рисунок 2в). Далее производится поиск контуров, ограничивающих эти области, в результате получается некоторое множество замкнутых полигонов (рисунок 2г).

На втором этапе у найденных на предыдущем этапе полигонов вычисляются центральные точки (рисунок 3а). Затем расположенные близко друг к другу точки объединяются в линии и по доминирующему направлению этих линий определяется направление рядов на изображении, после чего происходит поиск самих рядов (рисунок 3б).

На третьем этапе вычисляется, какую площадь в рядах занимают области с зеленой растительностью (рисунок 4). За количественную оценку всхожимости озимых культур принимается отношение вычисленной площади, занимаемой зеленой растительностью, к общей площади ряда.

Реализация алгоритма распознавания темпа всхожимости посевов озимых культур

Для реализации данного алгоритма используется библиотека компьютерного зрения OpenCV. Она включает множество алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения. Все возможности библиотеки подробно описаны в официальной документации [5]. Разработана программа на языке Java, которая реализует алгоритм распо-



знавания темпа всхожимости посевов озимых культур. На вход подается исходное изображение, его масштаб и расстояние между соседними рядами, на выходе получается изображение, на котором отмечены найденные ряды с растениями и процент всхожимости.

Результаты исследования работы программы на тестовой выборке показывают, что точность оценки всхожимости составляет около 10%. Для анализа одного изображения, имеющего разрешение 1000×1000 пикселей, на компьютере с процессором Intel Core I7-3740QM с тактовой частотой 2.7 ГГц, 8Гб оперативной памяти и операционной системой Windows 10 требуется порядка 3с, причем большую часть этого времени занимает сглаживание цветов исходного изображения.

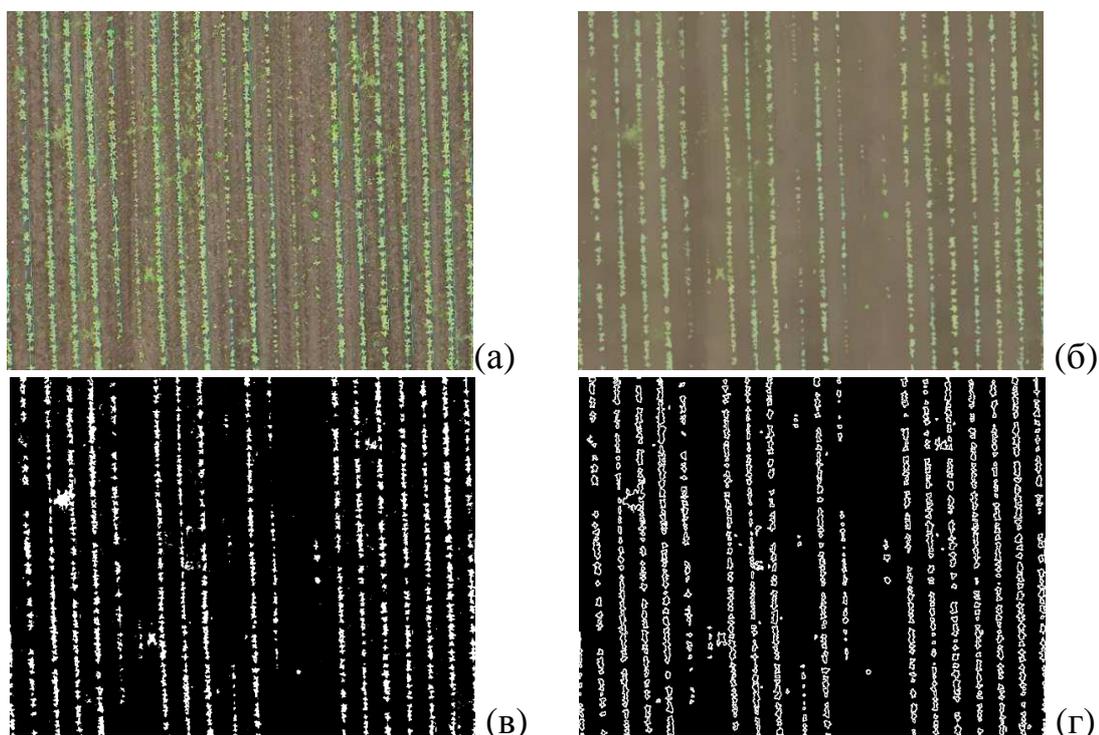


Рисунок 2 – Первый этап алгоритма распознавания темпа всхожимости посевов озимых культур

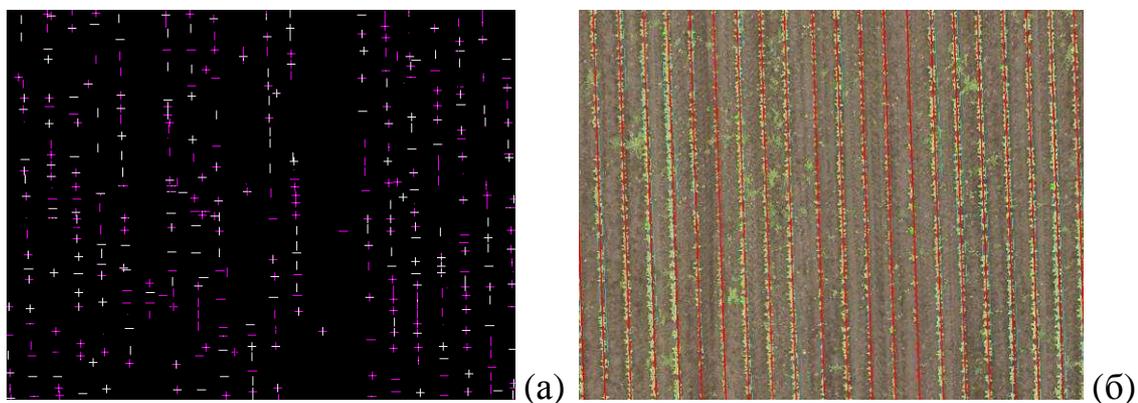


Рисунок 3 – Второй этап алгоритма распознавания темпа всхожимости посевов озимых культур



Рисунок 4 – Области с зеленой растительностью

Заключение

В дальнейшем планируется оптимизация реализации алгоритма для сокращения времени анализа и повышения точности результатов. Также планируется создание системы, которая будет получать в реальном времени снимки с БПЛА, анализировать их и составлять карту поля с выделением проблемных участков.

Литература

1. Хорт, Д.О. Опыт и перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в точном земледелии [Текст]/ Д.О. Хорт, Г.И. Личман, Р.А. Филиппов, А.И. Беленков// Нивы России -2016. –№5. – С. 62-67.
2. Sainz-Costa, N. Mapping Wide Row Crops with Video Sequences Acquired from a Tractor Moving at Treatment Speed [Текст]/ N. Sainz-Costa, A. Ribeiro, X.P. Burgos-Artizzu, M. Guijarro, G. Pajares// Sensors -2011. –№11. – С. 7095-7109.
3. Midtiby, H.S. Automatic Location of Crop Rows in UAV Images [Текст]/ H.S. Midtiby, J. Rasmussen// NJF Report -2014 –№5. – С. 22-25.
4. Jones, G. Modelling agronomic images for weed detection and comparison of crop/weed discrimination algorithm performance [Текст]/ G. Jones, Ch. Gée, F. Truchetet// Precision Agric -2009. –Volume 10, –Issue 1, – С. 1–15
5. OpenCV Documentation [Электронный ресурс] – <http://opencv.org/documentation.html> (дата обращения 12.02.2017).

А.Ю.Горчаков

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НЕРАВНОМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ БИНАРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ

(Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук)

Задача бинарной классификации формулируется следующим образом. Пусть задано множество объектов X , множество меток $Y = \{0,1\}$, и существует



целевая функция $y^*: X \rightarrow Y$, значения которой $y_i = y^*(x_i)$, известны только на конечном множестве объектов $X_1, \dots, X_n \in X$. Пары «объект-класс» (X_i, y_i) называются прецедентами.

Совокупность пар $(X_i, y_i)_{i=1}^n$ называется обучающей выборкой. Задача бинарной классификации заключается в том, чтобы по обучающей выборке научиться восстанавливать зависимость y^* , то есть построить решающую функцию $X \rightarrow Y$, которая бы приближала целевую функцию, причем не только на объектах обучающей выборки, но и на всем множестве X .

В случае если данные $X \in R$, некоторые из предлагаемых методов решения задачи [1],[2] предполагают бинаризацию этих данных.

Пусть $\varphi(x)$ некоторый предикат, определенный на множестве объектов X , выделяет достаточно много объектов одного класса C , и практически не выделяет объекты другого класса. Введем обозначения:

P – число объектов класса C в выборке

p – из них число объектов, для которых выполняется условие $\varphi(x) = 1$

N – число объектов не принадлежащих классу C в выборке

n – из них число объектов, для которых выполняется условие $\varphi(x) = 1$

Информативность предиката $\varphi(x)$ относительно класса $C \in Y$ по выборке $X^l = (X_i, y_i)_{i=1}^l$ будем рассчитывать через статистическое определение информативности [2],[5]:

$$I_c(\varphi, X^l) = -\ln \frac{C_P^p C_N^n}{C_{P+N}^{p+n}}, \text{ где } 0 \leq p \leq P, 0 \leq n \leq N, (1.1)$$

где $C_m^k = \frac{m!}{k!(m-k)!}$ - биномиальные коэффициенты,

$$0 \leq k \leq m$$

Пусть $f: X \rightarrow R$ – числовой признак. Зонами значений признака f , будем называть предикаты вида:

$$\varphi(x) = [d \leq f(x) \leq d'], \quad d < d' (1.2)$$

Требуется найти такие d и d' , что $I_c(\varphi, X^l) \rightarrow \max$.

Возьмем для примера выборку из примерно 100000 прецедентов, где $X_i \in [0,1]$, а множество меток $Y = \{0,1\}$.

1. Жадный алгоритм слияния зон [1], [2], [6] – разобьем интервал $[0,1]$ на n равных подынтервалов и вычислим математическое ожидание y^* , на каждом из них и на всем интервале:

$$M = \sum_{i=1}^l y_i, (1.3)$$

$$M_j = \sum_{i=1}^m y_i, \text{ где } d_j \leq f(i) < d_{j+1} (1.4)$$

Введем новый класс C' , так что подынтервал принадлежит классу C' если $M_j > M$, и не принадлежит если $M_j \leq M$. В качестве порогов возьмем d_i , такие



что они лежат между всеми парами подынтервалов ровно один из которых принадлежит классу C' .

Таким образом начальное разбиение состоит их чередующихся зон «только C' – только не C' ». Далее зоны укрупняются путем слияния троек соседних зон. Зоны сливаются до тех пор, пока информативность некоторой слитой зоны превышает информативность исходных зон, либо пока не будет получено заданное количество зон r .

Каждый раз выбирается та тройка, при слиянии которой достигается максимальный выигрыш информативности.

2.Метод неравномерных покрытий [6] (незначительная модификация метода, приведенного в [3], [4]) –

Предположим, что функция $f(x)$ удовлетворяет условию Липшица, то есть для любых x_1 и x_2 существует число $L < 0$ такое, что

$$|f(x_1) - f(x_2)| \leq L\|x_1 - x_2\|, \|z\| = \left[\sum_{i=1}^n (z^{(i)})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.5)$$

и известны ее значения в точках x_1, x_2, \dots, x_k из (1.5) следует

$$f(x_k) - L\|x - x_k\| \leq f(x) \leq f(x_k) + L\|x - x_k\|. \quad (1.6)$$

Определим величину

$$F_k = \max[f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_k)] \quad (1.7)$$

Найдем множество Δ_k такое, что на Δ_k имеет место

$$f(x) \leq F_k + \varepsilon \quad (1.8)$$

Условие (1.7) выполнено для всех x , удовлетворяющих хотя бы одному из k условий

$$f(x_j) + L\|x - x_j\| \leq F_k + \varepsilon, j = 1, 2, \dots, k. \quad (1.9)$$

При каждом фиксированном j значения x удовлетворяющие (1.9), заполняют n -мерный шар V_j , границей которого является сфера

$$\|x - x_j\| = (F_k - f(x_j) + \varepsilon)/L = R_j \quad (1.10)$$

с центром в точке x_j и с радиусом, равным R_j .

Центры шаров с наименьшими радиусами $R_{min} = \varepsilon/L$ располагаются в тех точках x_j , где $f(x_j) = F_k$. Шар (1.9) и сферу (1.10) будем в дальнейшем обозначать одной буквой V_j .

Величина F_k является решением задачи об отыскании глобального максимума функции $f(x)$ на множестве $\Delta_k = \cup_{j=1}^k V_j$, так как максимальное значение функции f , удовлетворяющей (1.8) не превосходит на множестве Δ_k более чем на ε величину F_k .

Если для некоторой последовательности точек x_1, x_2, \dots, x_k получено Δ_k покрывающее допустимое множество, то тогда F_k есть решение исходной задачи. Способов получения последовательностей таких точек может быть множество. Один из них – разбиваем множество на n -мерные кубы равного размера (по аналогии с методом перебора по равномерной сетке), а далее считаем куб



покрытым, если он целиком содержится в одной из n -мерных сфер V_1, V_2, \dots, V_k .

Результаты работы жадного алгоритма слияния зон, при различных количествах подынтервалов (n):

Значение n	Кол-во вычислений I_c	Максимум I_c	d	d'
11	55	34.172	0.0	0.2
51	1275	38.065	0.0	0.14
101	5050	38.065	0.0	0.14
501	125250	38.785	0.0	0.156

Таб.1

Теперь посмотрим, как работает алгоритм неравномерных покрытий:

Зададим параметры метода

$\varepsilon = 1.0$ и $L = 100.0$

Значение n	Кол-во вычислений I_c	Максимум I_c	d	d'
11	16	33.562	0.2	1.0
51	13	33.653	0.24	1.0
101	12	34.400	0.22	0.99
501	25	28.606	0.25	0.992

Таб.2

В работе [6] отмечалась важность корректной оценки константы Липшица, в данном случае подберем её, как это предлагается в работе [3], начав с некоторого значения $L = L_0$, решать задачу с $2L_0, 4L_0$ и т.д. до тех пор, пока результат не будет отличаться от предыдущего значения не более чем на ε .

$\varepsilon = 1.0, n = 51$

Значение L	Кол-во вычислений I_c	Максимум I_c	d	d'
100	13	33.653	0.24	1.0
200	45	36.289	0.12	1.0
400	147	38.065	0.0	0.14
800	538	38.065	0.0	0.14

Таб.3

Из рис.5 и рис.6 видно, что для работы алгоритма неравномерных покрытий существенно важна оценка константы Липшица L . При заниженной константе метод неравномерных покрытий пропускает точку, в которой функция принимает максимальное значение, при завышенной – производится излишнее количество вычислений функции.

Сравнительный анализ алгоритмов показал, что метод перебора по равномерной сетке гарантированно находит максимум с заданной точностью, но требует произведения большого количества вычислений. «Жадный» алгоритм слияния зон обходится небольшим количеством вычислений, но нахождение максимума не гарантируется.



Метод неравномерных покрытий, по вычислительной сложности аналогичен алгоритму «жадного» слияния зон и качеству нахождения максимума аналогичен методу перебора по равномерной сетке. Причем, в случае корректной оценки константы Липшица, метод неравномерных покрытий гарантированно находит значение глобального максимума с заданной точностью.

Литература

- [1] Кузьмич Р.И., Гулакова Т.К., Масич И.С. Способы бинаризации разнотипных признаков в задачах классификации //Актуальные проблемы авиации и космонавтики, vol. 6, 2010, pp. 323-325.
- [2] Воронцов К. В. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин), Москва, 2011.
- [3] Евтушенко Ю. Г. Численный метод поиска глобального экстремума функций (перебор на неравномерной сетке) //Журнал вычислительной математики и математической физики, 1971, vol. 6. – pp.1390-1403.
- [4] Evtushenko Y., Posypkin M. A deterministic approach to global box-constrained optimization //Optimization Letters, 2013, vol. 4, pp. 819-829.
- [5] Dubner P. N. Statistical tests for feature selection in KORA recognition algorithms // Pattern Recognition and Image Analysis, 1994, Vol. 4, no. 4. p. 396.
- [6] Gorchakov A. Y. Application of method nonuniform coverings for maximum information content of predicate search //International Journal of Open Information Technologies. 2017. T. 5. N. 2. – pp. 29-33.

Ю.О. Дюльдина, А.Р. Диязитдинова

МОДУЛЬ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ СОСТАВЛЕНИЯ КОММЕРЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Постановка задачи

В условиях обостряющейся конкуренции все большее значение приобретает стиль общения с клиентом. Любой бизнес – от крупных производственных предприятий до маленьких компаний – имеет одну и ту же конечную цель: продать как можно выгоднее результат своей работы, что приводит к ужесточению конкуренции на рынке, вынуждая владельцев бизнеса искать новые подходы к клиентам и инструменты продаж или совершенствовать имеющиеся. Современные исследования показывают, что наличие солидной базы лояльных клиентов является основным фактором устойчивости и процветания бизнеса компании.

Существует все меньше неавтоматизированных видов деятельности человека, одной из таких областей является сфера продаж. Пока невозможно посадить работа на совершение холодных звонков или послать его на встречу с кли-



ентом, чтобы он мог бы в красках описать все преимущества и выгоды сотрудничества. При выполнении подобного рода задач решающим является человеческий фактор.

Одним из известных инструментов продаж является коммерческое предложение (КП) – документ, составленный по определенной форме и включающий описание выгод и условий сделки, которую одна сторона предлагает другой. Персонафицированные КП готовятся для определенного клиента или сделки и включают индивидуальные условия работы для получателя КП. С одной стороны, в каждой компании существует более-менее устоявшийся шаблон коммерческого предложения, заполнить который должен менеджер, ориентируясь на индивидуальные потребности клиента с целью его заинтересовать. С другой стороны, менеджер менеджеру рознь: далеко не каждый сотрудник опытен, прекрасно ориентируется в товарах и услугах компании, помнит на память все возможные варианты скидок и акций, всегда в контакте с поставщиками и клиентами одновременно, грамотно успевая конвертировать выгодные предложения от поставщиков в соблазнительные условия для клиентов. Заполнить подобное персонафицированное КП должен специалист, который лично общался с потенциальным заказчиком.

Исходя из вышеизложенного, представляется актуальным вопрос автоматизации процесса составления коммерческих предложений, хотя бы частичной и вспомогательной, поскольку, чем шире спектр оказываемых компанией услуг, тем более остро может стоять данная проблема.

Архитектура системы поддержки принятия решений

Одним из способов автоматизировать данный процесс может являться разработка модуля системы поддержки принятия решений (СППР) и его интеграция с текущими используемыми информационными системами или порталами компании. СППР - это интерактивные программы для помощи в принятии управленческих решений.

Под архитектурой систем поддержки принятия решений, прежде всего, понимают организацию структуры, в рамках которой происходило бы применение знаний и решение проблем в конкретной предметной области. Выбор соответствующей структуры, свойства и функции компонентов СППР, определяется и направляется формулируемыми принципами инженерии знаний. На формирование этих принципов в значительной степени оказывают влияние как специфика предметной области, так и характер задач и функций, решение которых возлагается на СППР.

Предлагается следующая архитектура СППР (рис. 1), состоящая из следующих основных компонентов:

- модуля ППР, включающего два блока – блоков: опросник, который может быть реализован в виде дерева решений, и репозиторий (база знаний), представляющий собой онтологию ключевых понятий;
- набора шаблонов документов, принятых в компании;



- базы данных (БД) компонентов с указанием примерной стоимости, что позволит формировать предварительную смету;
- БД ранее выполненных проектов.

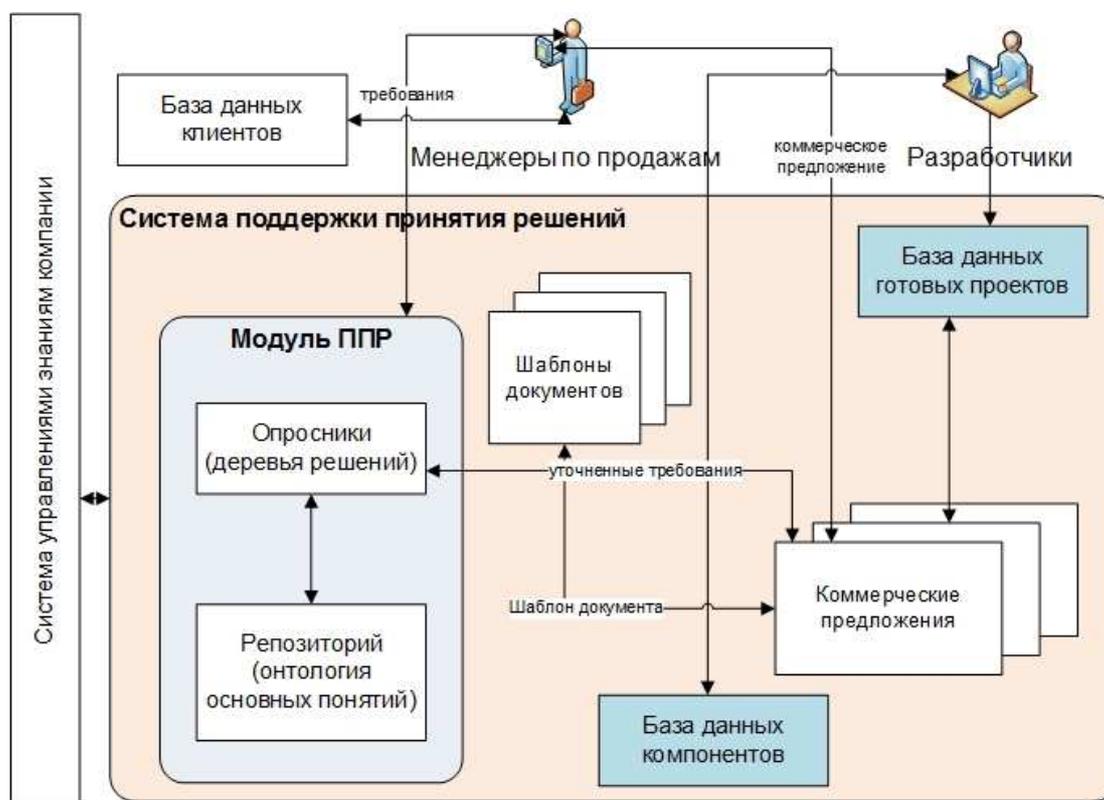


Рис. 1. Архитектура СППР

Система поддержки принятия решений должна быть интегрирована с БД клиентов и БД сотрудников (менеджеров по продажам и разработчиков), а также в дальнейшем должна стать основой для формирования системы управления знаниями. Диаграмма классов СППР представлена на рис. 2.

Общая схема работы

Рассмотрим работу модуля СППР на примере такой распространенной услуги как разработка сайта. Существует много разновидностей сайтов, каждая из которых требует разных временных затрат, определенной квалификации разработчика, набора входных данных от заказчика – начиная с названия и разделов и заканчивая цветовой гаммой и символикой, понимания целей создаваемого сайта, учета бюджета и т.д. Составляя предложение по данной услуге, менеджер должен иметь как можно более детальную информацию для формирования цены, с тем, чтобы впоследствии работа протекала как можно более продуктивно.

На первом этапе менеджер, чтобы получить как можно больше исходной информации, использует основной опросник из модуля ППР (см. рис. 3 а)). Ответы на эти базовые вопросы позволят менеджеру понять, какой тип сайта больше подойдет под нужды заказчика в соответствии с желаемым сроком выполнения. Далее, исходя из типа выбранного сайта и ответов на остальные вопросы, формируется следующий уровень вопросов (см. рис. 3 б)).

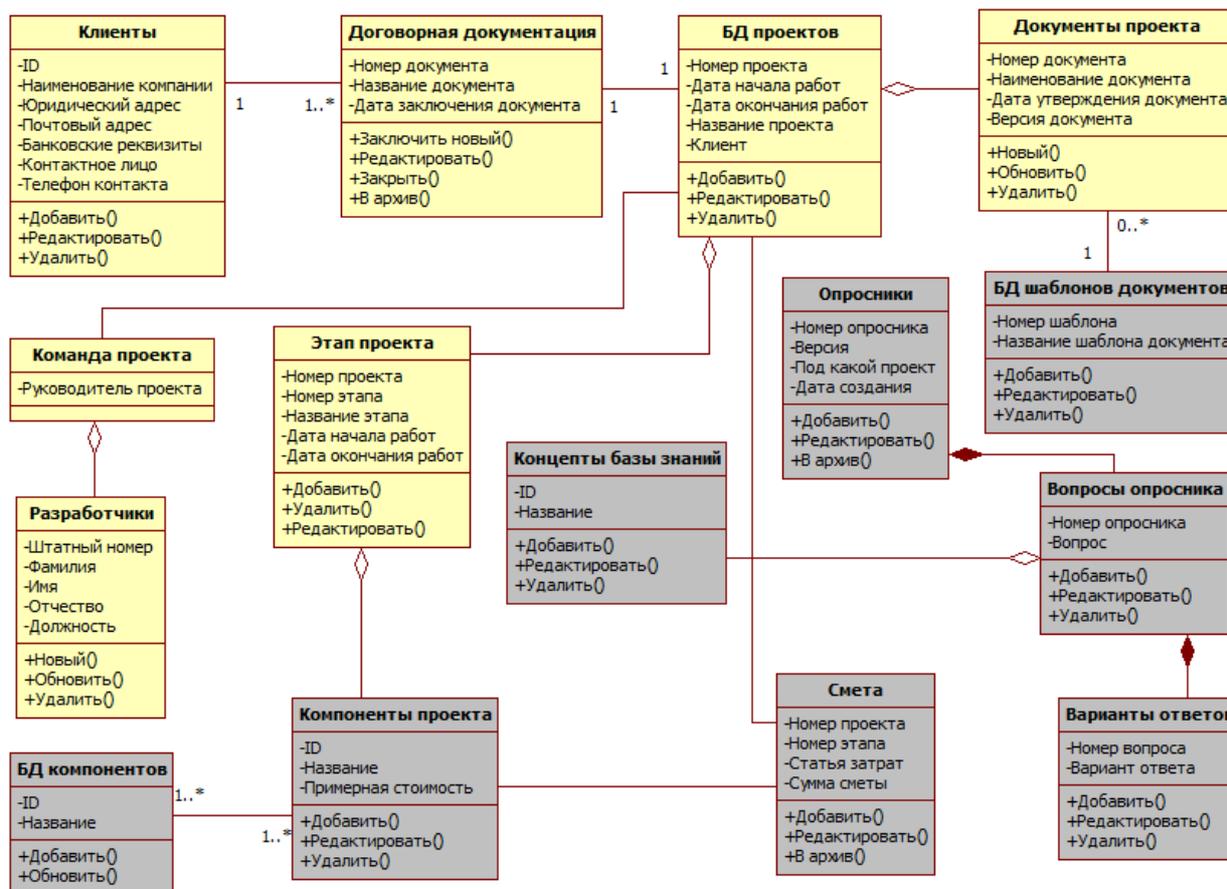


Рис. 2. Диаграмма классов СПДР

- Какие цели преследует создаваемый сайт? Например, продавать, предоставлять информацию об организации заказчика, развлекать людей и т.д.
- Какова целевая аудитория сайта?
- Каков ориентировочный бюджет?
- В какие сроки заказчик хотел бы видеть готовый сайт?
- Существует ли уже выработанная цветовая стилистика организации, шрифт, логотип и пр.?
- Какую информацию планируется размещать? Например, фото, видео, аудио, каталог товаров и др.;
- Необходима ли интеграция с другими системами организации заказчика?;
- Существует ли текстовое наполнение для сайта? Если нет, кто будет его писать? Возможно, будет иметь смысл предложить услуги копирайтера;
- Планируется ли продвижение сайта в поисковых системах?
- Какова сфера деятельности заказчика, которая будет представлена на сайте?
- Необходимо ли приобретение хостинга и доменного имени, либо размещение нового сайта на имеющихся? и т.д.

а)

- Сколько блоков планируется разместить? Если на этот вопрос ответа нет, предложить свое видение;
- В каком блоке какая должна быть информация? Статическая или динамическая?
- Нужна ли форма обратной связи? Если да, в каком виде заказчик хотел бы получать обратную связь (заявки на электронную почту, звонки и т.д.)?
- Нужны ли отзывы? Если да, в каком они будут виде и есть ли они уже? Возможно, им стоит придумать единый формат и сделать их с нуля;
- Осуществляется ли переход между блоками каким-либо еще образом, кроме пролистывания вниз?
- Будут ли ссылки на другие ресурсы?
- Будут ли всплывающие окна? Если да, то где и в какой форме?

б)

Рис. 3. Пример опросника



Такой опрос по вопросам модуля ППР осуществляется до тех пор, пока менеджер не соберет всю необходимую информацию. После чего в СППР запрашивается шаблон наиболее подходящего КП, на базе которого менеджер сможет составить наиболее выгодное предложение, а в случае заключения сделки будут изготовлены макеты или наброски сайта, написано техническое задание и создан план работ по созданию сайта. Согласование их с заказчиком и внесение правок – это следующий этап взаимодействия между организацией и ее клиентом.

Заключение

Выше был рассмотрен только один из множества случаев, для которых требуется составление КП, а количество таких случаев напрямую зависит от количества предоставляемых компанией услуг. Таким образом, внедрение модуля ППР в процесс формирования коммерческих предложений позволит получить следующие преимущества:

- снизить стоимость разработки программного продукта за счет сокращения этапа анализа;
- сократить время на создание первой версии программного продукта за счет формализации требований клиента;
- реализовать CRM-функции и, как следствие, повысить лояльность клиентов.

А.И. Егорова, А.Р. Диязитдинова

НЕЧЕТКИЕ ЗАПРОСЫ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПОИСКА НЕДВИЖИМОСТИ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Введение

Несмотря на то, что рынок недвижимости переполнен всевозможными предложениями, найти подходящий индивидуальным запросам объект не всегда просто. Например, специфика поиска недвижимости в столице сильно отличается от специфики в регионах: крупные города предполагают более широкий выбор, а в небольших городах на первый план при поиске объектов недвижимости выходит не наличие удобной системы поиска, а наличие актуальной базы объектов в конкретном городе.

В основе большинства информационных систем лежат реляционные базы данных (БД), при работе с которыми традиционно используется четкая информация, т.е. параметры запросов к реляционной БД должны содержать конкретные числовые значения. Однако, существуют прикладные задачи, в которых желательно оперировать качественными характеристиками и нечетко сформулированными условиями. К подобным предметным областям можно отнести и поиск недвижимости.



Постановка задачи

На рынке существует несколько наиболее популярных систем, такие как: Яндекс.Недвижимость, Авито, ЦИАН, Из рук в руки. Все указанные системы нацелены на поиск недвижимости, а также оснащены дополнительными функциями. Поиск в системах происходит путем использования разнообразных фильтров: по параметрам и значениям. Вывод результатов поиска осуществляется путем отбора информации строго по заданным пользователем параметрам, поэтому часть искомой информации, которая могла бы заинтересовать пользователя, пропадает, таким образом, использование традиционных (четких) запросов к БД обычно не дает должных результатов.

Кроме этого, необходимо учитывать влияние человеческого фактора – зачастую запросы пользователя носят неопределенный и неточный характер, выраженный не в числовой, а текстовой форме: «Ищу *дешевое* жилье на *длительный* срок в *центре* города». Текстовой информации по ее природе присуща нечеткость и неопределенность, поэтому подобный запрос обработать фильтрами либо стандартными средствами SQL затруднительно.

Выходом из данной ситуации является использование нечетких запросов, позволяющих формулировать запросы на естественном языке. Механизмы нечетких запросов (fuzzy queries, flexible queries) к реляционным базам данных базирующиеся на теории нечетких множеств Заде, были впервые предложены в 1984 году и впоследствии получили развитие в работах Д. Дюбуа и Г. Прада [1].

В работе рассматривается проект интеллектуальной информационной системы (ИС), которая позволяет использовать нечеткие запросы для организации поиска в базе данных недвижимости в соответствии с задаваемыми пользователем неточными ограничениями.

Описание механизма нечетких запросов

Для анализа и подбора возможных вариантов продажи, покупки, обмена и сдачи в аренду объектов недвижимости необходима детальная формализация информации о недвижимости, чтобы поиск вариантов велся по возможно большему количеству совпадений между заданными параметрами и реальным объектом. Были проанализированы наиболее популярные приложения поиска недвижимости и выделены основные лингвистические переменные. Лингвистическая переменная – это переменная, которая может принимать значения фраз из естественного или искусственного языка [2]. Такая переменная задается набором свойств: (x, T, U, G, M) , где x – имя переменной, T – терм-множество переменной x (область определения x), U – универсальное множество (область значений), G – синтаксические правила, M – семантические правила.

Ниже приведен пример работы нечеткого запроса «*Снять недорогое жилье рядом с метро*». Допустим, записи находятся в табл. 1 со следующими полями: Id – идентификатор записи; $Price$ – стоимость жилья, $Distance$ – расстояние до метро.



Таблица 1. Записи о сдаваемом в аренду жилье Rent

Id	Price	Distance
1	12	25
2	12	30
3	15	20
4	18	20
5	20	15
6	25	15

Для реализации запроса необходимо ввести две лингвистические переменные: «Величина аренды» и «Близость к метро».

Область определения для переменной «Величина аренды» $X=[8; 30]$, ее лингвистические термы – «Дешево», «Средняя цена» и «Дорого». Функции принадлежности для каждого терма являются трапециевидными функциями со следующими координатами (рис. 1): «Дешево» = $[8; 8; 13; 16]$, «Средняя цена» = $[14; 16; 20; 24]$, «Дорого» = $[22; 25; 30; 30]$.

Область определения для переменной «Близость к метро» $X=[5; 60]$, ее лингвистические термы – «Около», «Рядом» и «Далеко». Функции принадлежности со следующими координатами (рис. 2): «Около» = $[5; 5; 12; 15]$, «Рядом» = $[12; 15; 25; 30]$, «Далеко» = $[20; 30; 40; 40]$.

Теперь, чтобы получить список недорогого жилья рядом с метро, необходимо сформулировать на SQL-подобном синтаксисе запрос:

```
Select *  
From Rent  
Where (Price = «Дешево» and Distance = «Рядом»)
```

Рассчитав для каждой записи агрегированное значение функции принадлежности MF (при помощи операции нечеткого «И»), получим результат нечеткого запроса:

Записи 2,4,5,6 не попали в результат запроса, т.к. для них значение функции принадлежности равно нулю.

Для сценария «Снять жилье» были выделены следующие лингвистические переменные: «стоимость аренды»; «близость к метро»; «срок аренды»; «этаж»; «площадь кухни».

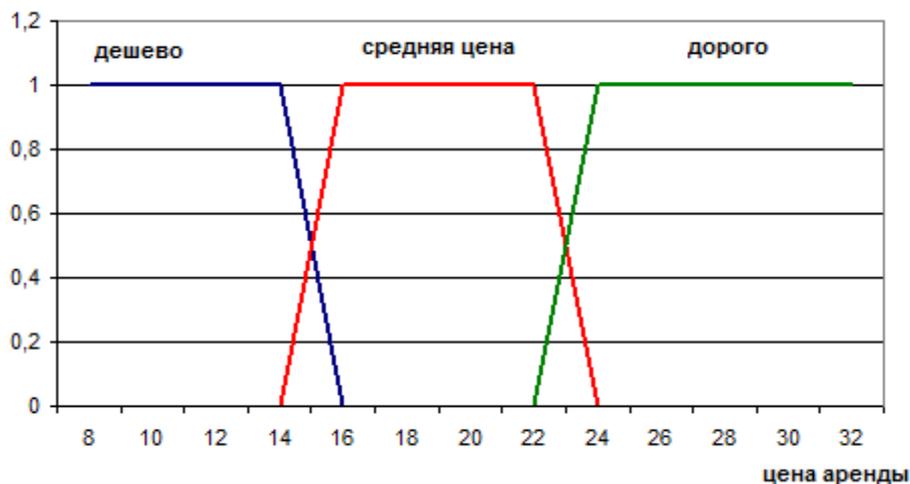


Рис. 1. Функции принадлежности переменной «Величина аренды»

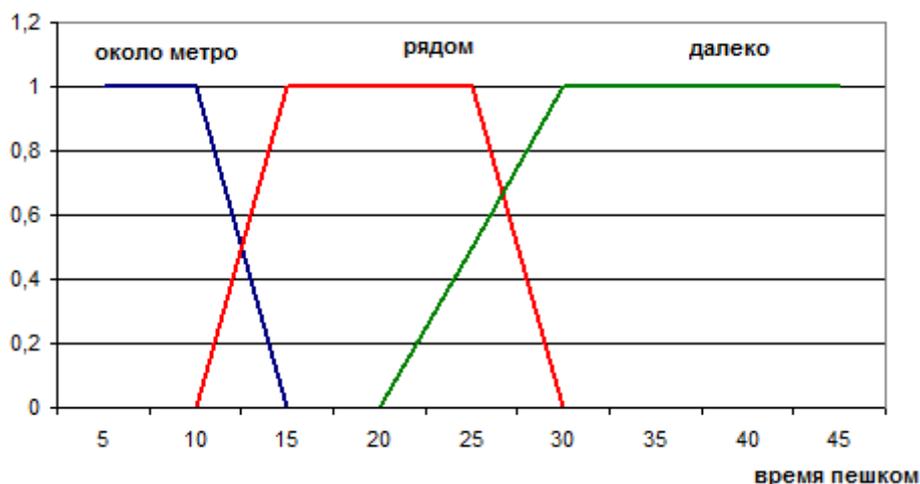


Рис. 2. Функции принадлежности переменной «Близость к метро»

Таблица 2. Результатные записи

Id	Price	Distance	MF
1	12	25	0.4
3	15	20	0.45

В системе предусмотрены следующие сценарии:

- снять жилье: в зависимости от количества интересующего количества квартир (однокомнатная, двухкомнатная и т.д.), переменная «стоимость аренды» имеет варьирующиеся функции принадлежности;
- купить жилье;
- купить дачный участок.

Упрощенная схема работы системы поиска недвижимости

Интеллектуальная ИС осуществляет логический вывод на базе нечетких запросов по шагам [3].

- 1) Фаззификация фактических данных, содержащихся в запросе пользователя, т.е. точное значение лингвистической переменной x интерпретируется как нечеткая логика.
- 2) Композиция входной переменной и условной части правила, т.е. вычисляется уровень пригодности правила к ситуации. Если факт задан нечеткой точкой, то композиция сводится к выявлению соответствующей степени принадлежности согласно функциям принадлежности.
- 3) Вычисление нечеткой импликации. Результатом выполнения пп. 2 и 3 для всех правил являются N нечетких значений.
- 4) Дефаззификация, т.е. выбор ранжированного списка результативных записей по агрегированному нечеткому понятию. Для вывода результативных записей необходимо ввести пороговое значение функции принадлежности, при превышении которого записи включаются в результат нечеткого запроса.

Заключение

Интеллектуальная ИС поиска недвижимости на базе нечеткой логики имеет ряд преимуществ перед другими системами:



- возможность задавать нечеткие условия поиска информации на естественном языке для человека;
- нечеткие запросы позволяют расширить область поиска в соответствии с изначально заданными человеком ограничениями и согласовать формальные критерии и неформальные требования;
- позволяет осуществлять более качественный отбор записей.

К недостаткам нечетких запросов относят относительную субъективность функции принадлежности.

Литература

1. Дюбуа Д., Прад Г. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике – М.: Радио и связь, 1990 – 287 с.
2. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Физматлит, 2002. – 256 с.
3. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. – М.: «Финансы и статистика», 2004. – 320 с.

А.С. Евграшин

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ТЕОРИИ ГРАФОВ

(Самарский университет)

Сегментацией изображения называют разбиение изображения на области или сектора, отличающиеся друг от друга по каким-либо признакам. Сегментация применяется в машинном зрении: изображение делится на небольшие области перед распознаванием образов. Такой подход позволяет увеличить производительность и повысить точность распознавания [1].

В данной работе проведено сравнение трех методов сегментации, основанных на теории графов:

- Метод минимального разреза (MinCut);
- Метод нормализованного разреза (NormCut);
- Эффективный метод (Efficient).

Основными достоинствами данных алгоритмов являются хорошо изученный математический аппарат теории графов и наглядность представления. Целью сравнения является определение области задач, на которых данные алгоритмы дают лучшие результаты.

Идея обработки изображения с помощью теории графа строится на построении взвешенного неориентированного графа. Пусть мы имеем растровое цветное изображение. Каждому пикселю мы назначим в соответствие свою вершину. Затем соединим между собой каждую вершину с соседними или с ка-



ждой. Вес ребра определяется по формуле «похожести» $f(v_i, v_j)$, где v_i, v_j – вершины графа.

Метод минимального разреза решает задачу о максимальном потоке между двумя мнимыми вершинами, соединяющими все остальные вершины графа. В результате работы алгоритма будут получены два сегмента, которые можно разделить рекурсивно. Особенностью данного алгоритма является нежелательное выделение малых областей изображения при продолжительном разбиении [2].

Нормализованный разрез вводит альтернативную меру качества сегментации. Это порождает NP-полную задачу о равномерном разрезе, которую можно решить через задачу нахождения собственных векторов. Несмотря на сложность реализации данного метода, полученные сегменты разделяют изображение наиболее равномерно [3].

Эффективный метод основан на алгоритме построения минимального остовного дерева (Алгоритм Краскала). Во время его выполнения происходит разрастание множества разрозненных минимальных деревьев. Идея алгоритма состоит в том, что для того, чтобы сегменты «объединились», перепад интенсивностей на их границе должен быть меньше максимального перепада внутри каждого из объединяемых сегментов. Особенностью, которая следует из названия метода, является высокая производительность, так как самая трудоемкая операция в нем – сортировка ребер графа [4].

Для сравнения представленных выше методов была разработана программа в Matlab. Задача состояла в определении производительности различных алгоритмов и областей задач, к которым они наиболее применимы. Тестирование производилось с различными параметрами.

В начале методы были протестированы на изображении с явным разбиением на две части (см. рисунок 1):

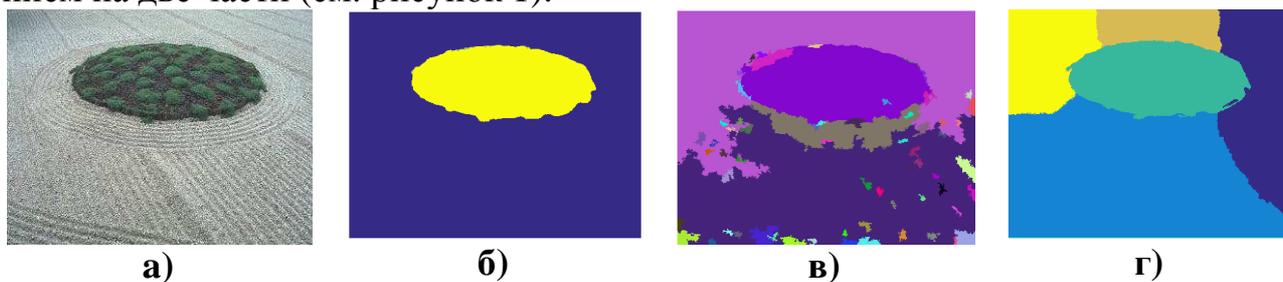


Рисунок 1– Изображение с явным разбиением на две части: а) исходное изображение, б) сегментация MinCut, в) сегментация Efficient, г) сегментация NormCut

Как видно сегментация минимальным разрезом прекрасно справляется с поставленной задачей разбиения изображения на две части. Эффективный метод демонстрирует разбиение на малые незначительные кластеры. Нормализованный разрез, равномерно разделяет изображение на равные части. Далее методы были протестированы на спутниковом снимке поверхности Земли с разнообразным ландшафтом множеством мелких объектов (см. рисунок 2, 3).



Рисунок 2 –Изображение с большим количеством мелких деталей: а) исходное изображение, б) сегментация MinCut, в) сегментация Efficient, г) сегментация NormCut

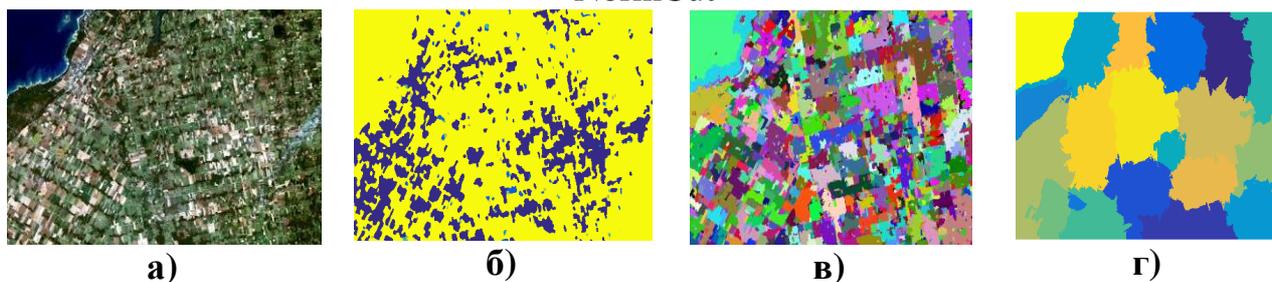


Рисунок 3 –Пример спутникового снимка:а) исходное изображение, б) сегментация MinCut, в) сегментация Efficient, г) сегментация NormCut

В данном тестировании проявляется слабая особенность минимального разреза. Хотя алгоритм способен выполнить разбиение изображения на две части, при рекурсивном разбиении он оказывается не так эффективен. Эффективный метод создал наиболее информативное разбиение, хотя и порождает малые сегменты. Нормализованный разрез демонстрирует хорошее разбиение на картинки с большими контрастными объектами, но порождает слишком обширные области сегментации. В заключение было проведено тестирование производительности (см. рисунок 3).

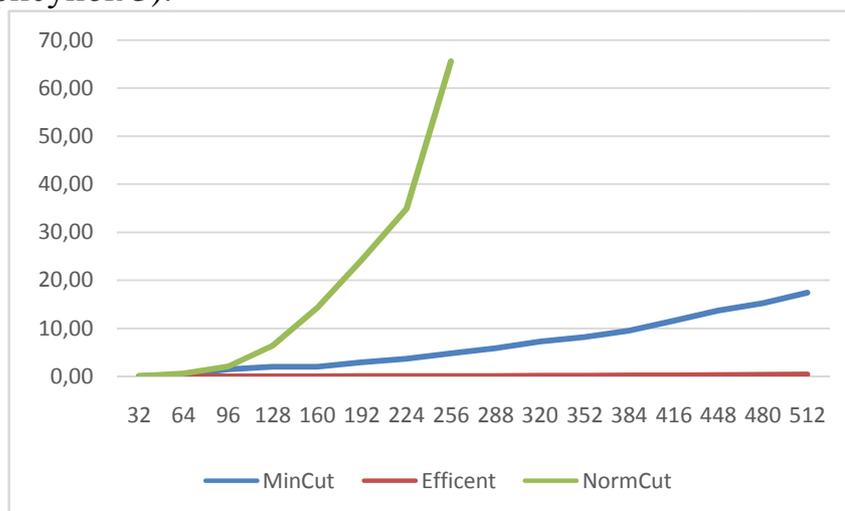


Рисунок 3 – Время выполнения сегментации от размера изображения
Самым быстрым методом оказался эффективный метод (Efficient). Алгоритм Краскала, лежащий в основе этого метода, обладает сложностью $O(N \log N)$, где N – количество пикселей. Метод минимального разреза (MinCut) решает задачу о максимальном потоке за $O(N^2)$. Метод нормали-



зованного разреза является самым медленным, так как нахождение векторов собственных значений занимает $O(N^3)$.

В описанных выше методах быстроедействие и качество разбиения во многом зависит от параметров условия останова. В статье [3] предложено использование matrix-free алгоритмов для нахождения собственных векторов для метода нормализованного разреза, что должно существенно увеличить производительность. На практике данный алгоритм уместно применять с предварительной генерацией супер-пикселей.

Таким образом можно заключить, что каждый алгоритм порождает решение свойственное определенной задаче. Для отделения контрастного изображения от фона подходит метод минимального разреза. Для сегментации изображений с содержанием большого количества мелких деталей – эффективный метод. Для задач, где время не является критическим и требуется разделить изображение на равные части – метод нормализованного разреза.

Литература

- 1 Форсайт Д., Компьютерное зрение. Современный подход [Текст]/ Форсайт Д., Понс Ж. – Москва: Вильямс, 2004. – 928 с.
- 2 Boykov Y., Graph Cuts and Efficient N-D Image Segmentation / Boykov Y., Funka G. // Int J Comput Vision. – 2006. – № 70 – С. 109–131.
- 3 Jianbo S., Normalized Cuts and Image Segmentation / Jianbo S., Jitendra M. // IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence – 2000, – № 20 – С. 888–905.
- 4 Felzenszwalb P., Efficient Graph-Based Image Segmentation / Felzenszwalb P. // Journal International Journal of Computer Vision archive – 2004 – № 59, – С. 167 – 181.

Д.А. Жуков, В.Н. Клячкин

АЛГОРИТМЫ БУСТИНГА В ЗАДАЧАХ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

(Ульяновский государственный технический университет)

Для решения основной задачи технической диагностики – распознавания исправности состояния рассматриваемого объекта [1], могут быть использованы методы машинного обучения, с помощью которых проводится бинарная классификация: объекты подразделяются на исправные и неисправные с помощью моделей, полученным по обучающим выборкам [2-4].

Распознавание состояния технического объекта обычно проводится по результатам измерений косвенных показателей функционирования этого объекта в условиях ограниченной информации. В качестве исходных данных рассматриваются известные результаты оценки состояния системы: при заданных значениях контролируемых показателей техническая система исправна или неисправна. Таким образом, имеется множество N прецедентов $(x^{(i)}, y^{(i)})$, $i = 1 \dots N$:



объекты с заданными d показателями функционирования $x = (x_1, x_2, \dots, x_d)$ и соответствующими состояниями y , принимающими одно из двух значений $(-1, +1)$: $y = +1$ соответствует исправному состоянию объекта, $y = -1$ – неисправному. По существу, известна конечная совокупность пар «набор показателей, состояние» – исходная выборка данных.

В общем случае показатель $x_j, j = 1 \dots d$, может быть количественным, номинальным или порядковым (например, температура может быть пониженной, нормальной или повышенной). На основе этих данных $(x^{(i)}, y^{(i)})$ требуется восстановить зависимость между показателями функционирования и состоянием объекта, то есть построить алгоритм, способный для любого набора показателей объекта выдать достаточно точный ответ о его состоянии. Это частный случай одной из задач машинного обучения – классификации при обучении по прецедентам (с учителем). Полученный алгоритм должен обладать обобщающей способностью: обеспечивать достаточно точные прогнозы на новых показателях, не входящих в исходную выборку.

Качество классификации, которое определяет эффективность машинного обучения, зависит от ряда факторов: объема и качества исходной выборки, метода машинного обучения, способа разделения исходной выборки на обучающую и контрольную части, отбора значимых показателей и других [5-7].

Одним из наиболее эффективных методов машинного обучения является бустинг, представляющий последовательное построение композиции из «слабых» алгоритмов обучения, при котором каждый следующий алгоритм пытается компенсировать недостатки предыдущих алгоритмов (boosting – усиление). Основные причины широкого распространения этого метода – простота, универсальность, гибкость (возможность построения различных модификаций), а также высокая обобщающая способность [3,4,8].

Итоговое правило в бустинге строится путем взвешенного голосования ансамбля (композиции) базовых правил. При этом используется информация об ошибках предыдущих правил: веса объектов выбираются таким образом, чтобы новое правило точнее работало на тех объектах, на которых предыдущие правила чаще ошибались.

Классификатор может быть представлен в виде знака функции

$$H(x) = \text{sign} \left[\sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \right], \quad (1)$$

где $h_t(x)$ – базовые алгоритмы классификации, возвращающие один из двух результатов: -1 или $+1$; α_t – коэффициент взвешенного голосования для алгоритма $h_t(x)$.

Функционал качества композиции можно определить как число ошибок, допускаемых ею на заданной выборке:

$$Q = \sum_{i=1}^N L(y, H) = \sum_{i=1}^N \left[y^{(i)} \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x^{(i)}) < 0 \right], \quad (2)$$



где $L(y, H)$ – функция потерь. Этот функционал необходимо минимизировать. При использовании алгоритма адаптивного усиления AdaBoost предполагается экспоненциальная аппроксимация функции потерь:

$$(3) \quad L(y, H) = \exp(-yH).$$

Алгоритм AdaBoost сводится к следующей последовательности действий: инициализируются веса наблюдений $w_i = 1/N$, организуется цикл $t = 1 \dots T$, обучается простой классификатор $h_t(x)$ и определяется его ошибка (суммируются веса ошибочно классифицированных наблюдений)

$$\varepsilon_t = \sum_{i: h_t(x^{(i)}) \neq y^{(i)}} w_i(t), \quad (4)$$

коэффициент взвешенного голосования определяется по формуле:

$$\alpha_t = \frac{1}{2} \ln \frac{1 - \varepsilon_t}{\varepsilon_t}. \quad (5)$$

Далее проводится перерасчет весов наблюдений: если наблюдение классифицируется правильно, вес уменьшается, если неправильно – вес увеличивается:

$$w_i(t+1) = w_i(t) \exp(-\alpha_t y^{(i)} h_t(x^{(i)})), \quad (6)$$

веса наблюдений нормируются; проводится переход к следующему t . По окончании работы алгоритма получаем итоговый классификатор (1).

При наличии шумовых данных в исходной выборке более эффективной может оказаться разновидность бустинга LogitBoost, основанная на использовании идеи логистической регрессии. Функция потерь (3) в этом случае имеет вид:

$$L(y, H) = \log(1 + \exp(-2yH)). \quad (7)$$

Минимизация функционала (2) возможна методом градиентного спуска (градиентный бустинг), это наиболее общий случай бустинга. Выбор конкретного метода определяется особенностями исходной выборки.

Для оценки качества обучения (обобщающей способности классификатора) исходная выборка разбивается на обучающую и контрольную. Иногда используют метод скользящего контроля, при котором множество N прецедентов разбиваются на q частей (на практике часто принимают $q = 10$). В качестве обучающей выборки используют $(q - 1)$ частей, а оставшуюся часть выборки – для контроля. Средняя ошибка по контрольным выборкам на всех возможных разбиениях характеризует обобщающую способность полученного классификатора.

Литература

1. Биргер, И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.



2. Жуков, Д.А. Задачи обеспечения эффективности машинного обучения при диагностике технических объектов / Д.А.Жуков, В.Н.Клячкин // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем. – 2016. – № 1 (10). – С. 172-174.

3. Witten, I. H. Data mining : practical machine learning tools and techniques / Ian H.Witten, Eibe Frank. – 2nd ed. – San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2005. – 525p.

4. Мерков, А. Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения / А.Б. Мерков. – М.: Едиториал УРСС, 2011. – 256 с.

5. Клячкин, В.Н. Статистические методы анализа данных / В.Н. Клячкин, Ю.Е. Кувайскова, В.А. Алексеева. – М. : Финансы и статистика, 2016. – 240 с.

6. Клячкин, В.Н. Применение методов машинного обучения при решении задач технической диагностики / В.Н.Клячкин, И.Н. Карпунина, Ю.Е.Кувайскова, А.С.Хорева // Научный вестник УИГА. – 2016. – Т. 8. – С. 158-161.

7. Шунина, Ю.С. Прогнозирование платежеспособности клиентов банка на основе методов машинного обучения и марковских цепей / Ю.С. Шунина, В.Н. Клячкин // Программные продукты и системы. – 2016. – № 2. – С. 105-112.

8. Воронцов К.В. Машинное обучение. Композиции классификаторов. <http://www.intuit.ru/studies/courses/13844/1241/lecture/27000>

И.В. Ковалева, Р.И. Баженов

РАЗРАБОТКА ДВУХМЕРНОЙ ИГРЫ В СИСТЕМЕ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ UNITY3D

(Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема)

В настоящее время, компьютерные игры все больше становятся популярными. Но есть игры, в которые можно играть только платно. Поэтому существует возможность создать свою компьютерную игру и для этого использовать платформу разработки для создания многоплатформенных 2D и 3D игр – Unity3D. Процесс разработки довольно прост, а результат — глубоко оптимизирован, и его можно разворачивать на других платформах, которых огромное количество.

Система Unity3D становится, все больше, популярна среди ученых, а так же и среди студентов. О.С. Ходос и Р.И. Баженов применили трехмерное моделирование в Unity3D [1]. Ф.Р. Аметов, И.Ш. Мевлют разработали пользовательский интерфейс игры на платформе unity [2]. А.С. Винокуров и Р.И. Баженов создали проект «Танк на острове» в Unity3D[3], а так же А.А. Ковтун и Е.Ю. Тихонов разработали игровое приложение «Paperman» [4]. Есть и те, кто занимался созданием не только компьютерных игр, но и созданием мобильных игр и приложений. Например, А.С. Сеидова и В.С. Сухоплюева разработали мо-



бильные игры с помощью UNITY3D[5]. Н.С. Галкин, Е.А. Ромин занимаются созданием трехмерной модели местности в Unity 3D [6].

Задача создания данной игры состоит в том, чтобы научиться работать с двухмерной графикой, а так же научиться создавать скрипты на языке C#. Данная 2D игра рассчитана на детей младшего школьного возраста. Цель игры: в космосе управлять космическим кораблем и стрелять в появляющихся врагов.

Вначале создается новый проект, и отмечается на панели двухмерная игра. Изображение корабля уже существует и его следует только перетащить в поле игры. В программе Paint нужно нарисовать звездное небо, которое будет служить фоном. После этого следует добавить возможность стрелять во врагов и создать изображение для пули. Чтобы украсить игру, необходимо добавить в нее звуковые эффекты при уничтожении врага и музыку, так же анимацию взрыва врагов [7].

Сохранить созданную игру можно при нажатии на «File | Build Settings». Для начала нужно выбрать для какой платформы следует сохранить игру и после того как пройдет компиляция, появится меню параметров для запуска игры (рис. 1). Так же для игры было создано основное меню.



Рисунок 1 – Фрагмент игры при нажатии «Play»

В ходе проделанной работы была создана игра-стрелялка в виде космического корабля, который лазером уничтожает своих врагов в космосе. Игра развивает реакцию и интерес уничтожить всех врагов и выиграть. Так же это хороший способ улучшить свои навыки в такой программе, как Unity 3D и наподобие создания этой игры можно создавать свои 2D и 3D игры. При этом игры, созданные с помощью такого движка, чаще используются на мобильных устройствах. С помощью ресурса <https://unity3d.com/ru> довольно просто изучать данную систему и воплощать свои идеи в реальность.

Литература

1. Ходос, О.С. Обучение трехмерному моделированию в Unity3D [Текст] / О.С. Ходос, Р.И. Баженов // Современные научные исследования и инновации. - 2014. № 6-3 (38). С. 14.
2. Аметов, Ф.Р. Разработка пользовательского интерфейса игры на платформе unity [Текст] / Ф.Р. Аметов, И.Ш. Мевлют // Информационно-



компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. - 2016. № 2 (12). С. 52-59.

3. Винокуров, А.С. Создание проекта «танк на острове» в Unity3D [Текст] / А.С. Винокуров, Р.И. Баженов // Современная техника и технологии. - 2015. № 7 (47). С. 53-59.

4. Ковтун, А.А. Разработка мультиплатформенного игрового приложения «Paperman» [Текст] / А.А. Ковтун, Е.Ю. Тихонов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета - 2015. № 6. С. 296-298.

5. Сеидова, А.С. Разработка мобильных игр с помощью UNITY3D [Текст] / А.С. Сеидова, В.С. Сухоплюева // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Кемерово. - 2014. С. 294-295.

6. Галкин, Н.С. Создание трехмерной модели местности в Unity 3D [Текст] / Н.С. Галкин, Е.А. Ромин // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. - 2014. № 1. С. 311-316.

7. Сальникова, Е.И. Особенности разработки персонажей для двумерных компьютерных игр [Текст] / Е.И. Сальникова // Творчество молодых: дизайн, реклама, информационные технологии. - 2014. С. 129-131.

Е.А. Макарова, Т.А. Ефтонова, Ф.Ф. Даянова

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА МАКРОУРОВНЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Инвестиционный процесс играет важную роль в экономике любой страны. Инвестирование в значительной степени определяет экономический рост государства, занятость населения и составляет существенный элемент базы, на которой основывается экономическое развитие общества. Поэтому проблема, связанная с эффективным осуществлением инвестирования, заслуживает серьезного внимания, особенно в настоящее время – время укрупнения субъектов рыночных отношений и необходимости обеспечения инновационного развития. Эффективность управления макроэкономическим инвестиционным процессом требует проведения различных политик государственного регулирования с учетом рыночных механизмов, что позволит обеспечить рост производства валового внутреннего продукта (ВВП). Одним из путей обеспечения роста ВВП является разработка программно-моделирующих комплексов.

Проблемы российской экономической действительности обуславливают актуальность исследования инвестиционного процесса на макроэкономическом уровне, что требует исследования его в тесной взаимосвязи с воспроизводственным процессом, формирующим макроэкономический кругооборот финансовых и материальных потоков, при условии поддержания желаемых воспроиз-



водственных пропорций, характеризующих, в частности, и отраслевую структуру реального сектора экономики.

Проводятся исследования, связанные с динамическим и мультиагентным моделированием инвестиционного процесса в составе многосекторной макроэкономической системы (ММЭС) в неопределенных условиях рынка. Для разработки модельного комплекса применяются методологии проектирования как «сверху-вниз», так и «снизу-вверх».

Применение методологии проектирования, основанной на принципе «сверху-вниз», предполагает разработку вначале динамической модели на макроуровне только четырех взаимодействующих секторов экономики, затем расширение модели путем добавления трех макроэкономических рынков, и далее увеличение количества агентов макроуровня путем увеличения глубины декомпозиции секторов экономики.

При построении динамической модели макроуровня по этому принципу неизбежно возникают не только проблемы проектирования, связанные, например, с трудностью формирования взаимосвязей между большим количеством агентов, трудоемкостью описания их поведения; но и проблемы исследования, связанные с трудностью расчета базового равновесного режима, необходимостью формирования значений большого количества параметров и обзорностью результатов моделирования. Для решения перечисленных проблем применяется принцип проектирования «снизу-вверх», реализация которого целесообразна на основе применения агент-ориентированного подхода.

Несмотря на то, что агентно-ориентированный подход достаточно сложен в реализации, он является наиболее подходящим методом разработки многоагентной системы имитационного моделирования и управления инвестиционным процессом на макроуровне, так как позволяет эффективно решать современные проблемы.

На основе разработанных ранее динамических моделей инвестиционного процесса на макроуровне разрабатывается программное обеспечение мультиагентной системы имитационного моделирования (МАСИМ) инвестиционных процессов на макроуровне.

МАСИМ инвестиционным процессом на макроуровне в неравновесных рыночных условиях предназначена для обеспечения информационной и вычислительной поддержки пользователя при выполнении им процедур имитационного агент-ориентированного моделирования и сценарных исследований динамики инвестиционного процесса на макроуровне.

Структура МАСИМ инвестиционным процессом на макроуровне состоит из программных модулей, которые взаимодействуют между собой в процессе работы системы (рисунок 1).

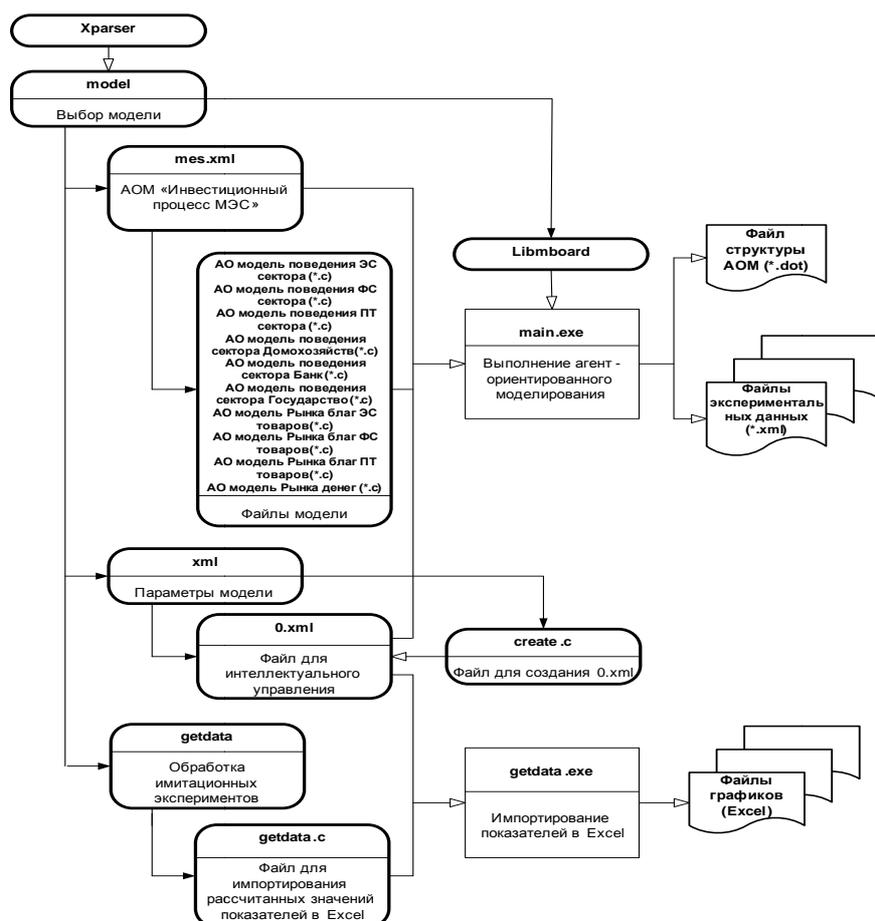


Рисунок 1 – Структура программного обеспечения МАСИМ инвестиционного процесса на макроуровне

Модуль `xparser` – представляет собой компилятор для FLAME, который собирает спецификацию модели XML в код на языке C для дальнейшей компиляции.

Компонент `model` – содержит комплекс модулей для проведения агент-ориентированного моделирования, хранит файл структуры АОМ (*.dot).

Модуль `mes.xml` – содержит описание функций каждого макроагента и их последовательности, и передаваемых ими сообщений.

Модуль `xmi` – содержит файл для интеллектуального управления, является хранилищем для файлов экспериментальных данных (*.xml)

Модуль `0.xml` – содержит начальные состояния переменных памяти агентов.

В модели предусмотрено фиксированное число агентов. Количество агентов можно наращивать. Начальное количество агентов задается в модуле `create.c` при создании файла `0.xml`.

Модуль `getdata` – содержит файл для импортирования рассчитанных показателей значений в Excel.

Модуль `getdata.c` – содержит функции для импортирования рассчитанных показателей из *.xml в *.xls.



Модуль Libmboard – является специфичным, позволяет фильтровать сообщения повторно, уменьшает работу для агентов, улучшает действия моделирования.

Множество модулей, представленных файлами с расширением xml. Их число зависит от числа итераций, которые указываются при запуске модели в модуле main.exe.

Множество модулей, представленных файлами excel. Их число зависит от количества макроагентов. Файлы образуются при запуске модели в модуле getdata.exe.

Связи между модулями представлены двумя типами. В таблице 1 показано значение типов связей, соединяющих блоки системы.

Таблица 1 – Описание типов стрелок

Тип связи	Обозначение	Значение
1		Данные, передаваемые из одного модуля в другой.
2		Управляющие воздействия – вызов одного модуля из другого.

Таким образом, разрабатываемое программное обеспечение МАСИМ инвестиционным процессом на макроуровне может быть использовано для обеспечения информационной и вычислительной поддержки пользователя при выполнении им процедур имитационного агент-ориентированного моделирования и сценарных исследований динамики инвестиционного процесса на макроуровне. С помощью разрабатываемого ПО МАСИМ предполагается проведение исследований различных сценариев управления инвестиционными процессами. Результаты сценарных исследований позволят сформировать цепочки принимаемых управленческих решений в виде последовательности мер денежно-кредитной, структурной и финансовой политик, реализуемых в рамках государственного регулирования экономики.

Литература

1. Управление реализацией инвестиционных проектов на основе методов имитационного моделирования и нейросетевых технологий / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Г. А. Зимица / Уфа : ГИЛЕМ, 2010. 240 с.1

2. Интеллектуальные алгоритмы принятия решений при управлении инвестиционным процессом макроэкономической системы / Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. № 6, Т. 2. С. 116–122.

3. Нейросетевые и нейронечеткие технологии в управлении динамикой инвестиционного процесса на макроуровне / Б. Г. Ильясов, И.В.Дегтярева, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Нейрокомпьютеры. 2013. № 3. С. 53-57.



4. Е. А. Макарова. Динамические модели функционирования экономических агентов и их взаимодействия в рамках воспроизводственного процесса с учетом запасов капитала / Инфокоммуникационные технологии. / Том 13, №2. 2015. С. 164-176. (№ 1042 перечня российских рецензируемых научных журналов)

5. Ильясов Б. Г., Димов Э. М., Макарова Е. А., Ефтонова Т. А. Динамическая модель функционирования сложного многоотраслевого производственного комплекса с учетом запасов капитала и воспроизводственных взаимосвязей. // Инфокоммуникационные технологии. Том 13, №3. 2015. С. 281-290.

6. Макарова Е.А., Ефтонова Т.А., Першин И.А., Салимгареева Н.Р. Программное обеспечение системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием агентов с учетом запасов ресурсов. // Труды четвертой международной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 17 - 19 мая, Уфа, Россия, 2016. Т.2, С. 80-86.

7. Макарова Е.А., Ефтонова Т.А., Гатиятуллина В.Р, Салимгареева Н.Р. Экспериментальные исследования сценариев управления сложным многопрофильным производственным комплексом с учетом воспроизводственного процесса макроуровня на основе мультиагентных технологий. // Системный анализ в проектировании и управлении. XX Междунар. науч.-практич. конф. Ч.2. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2016. С. 49-57.

Е.А. Макарова, Н.Р. Салимгареева

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МУЛЬТИАГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Введение

Одним из направлений исследований в области управления экономическими процессами [1,2] является разработка имитационных мультиагентных моделей, предназначенных для анализа функционирования экономических агентов при различных сценариях регулирования.

Объектом исследования являются взаимодействующие между собой с помощью финансовых потоков сектора экономики, действующие в рыночных условиях. Экономическими агентами выступают сектора экономики и макроэкономические рынки.

На кафедре технической кибернетики разработана имитационная система мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов, применяющая рыночные регулирующие механизмы для моделирования экономических процессов.

Для моделирования взаимодействия экономических агентов используется среда агент-ориентированного моделирования (АОМ) FLAME [3]. Однако осо-



бенностями данной среды является возможность работы только с одной конкретной моделью, а также необходимость ручного изменения содержания файлов FLAME при изменении параметров агентов. Также в среде отсутствует возможность приостановки моделирования в некоторый момент времени для проведения анализа состояния эксперимента и принятия управленческих решений, а также отсутствуют способы наглядного представления результатов имитационных экспериментов. Возникает необходимость в совершенствовании моделирующей системы, добавлении возможностей управления в процессе проведения экспериментов и графического представления результатов.

В данной статье описываются функциональные возможности информационной системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов, обеспечивающей гибкость управления в процессе проведения имитационных экспериментов, а также предоставляющей встроенные инструменты визуализации их результатов.

Структура системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов

Система имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов предназначена для работы с файлами среды AOM FLAME с помощью графического интерфейса. Систему имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов образуют две подсистемы: среда FLAME, включающая в том числе агент-ориентированную модель (AOM) управления взаимодействием экономических агентов, и блок поддержки пользователя при мультиагентном моделировании (рисунок 1).



Рис. 1 Структура системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов



Агент-ориентированная модель управления взаимодействием экономических агентов

Для исследования взаимодействия экономических агентов используется разработанная ранее в среде AOM FLAME [3] агент-ориентированная модель макроэкономической системы. Модель содержит два типа взаимодействующих между собой экономических агентов.

Первый тип – агенты, представленные множеством экземпляров:

- Энерго-сырьевой сектор;
- Фондосоздающий сектор;
- Потребительский сектор;
- Сектор домохозяйств;
- Сектор финансовых учреждений.

Второй тип – агенты, представленные одним экземпляром:

- сектор Государство;
- Рынок благ для Энерго-сырьевого сектора;
- Рынок благ для Фондосоздающего сектора;
- Рынок благ для Потребительского сектора;
- Рынок денег.

В процессе взаимодействия экземпляров агентов между собой вычисляются макроэкономические характеристики всей системы: рыночная цена, налоги, ВВП и другие.

Для каждого агента задаются правила его поведения. Взаимодействие между агентами реализовано с помощью так называемой «доски сообщений». На «доску сообщений» попадают отправляемые агентами сообщения, содержащие информацию о состоянии агента, необходимую для выполнения функций, присущих данному агенту. При запуске моделирования каждый агент выполняет заданные функции и в случае, если ему потребуется информация от другого агента, будет искать её на «доске сообщений».

Таким образом реализована агент-ориентированная модель управления процессом взаимодействия экономических агентов.

Блок поддержки пользователя при мультиагентном моделировании

Блок поддержки пользователя при мультиагентном моделировании организует взаимодействие пользователя с файлами среды AOM FLAME как для внесения изменений в модель управления взаимодействием экономических агентов, так и для поведения имитационных экспериментов.

Блок поддержки пользователя при мультиагентном моделировании реализован на языке C# и предоставляет следующие функциональные возможности:

- настройка системы;
- задание исходных данных;
- проведение эксперимента;
- визуализация результатов экспериментов.



Настройка системы включает указание адреса размещения папки FLAME и задание папки, содержащей файлы агент-ориентированной модели.

Задание исходных данных заключается в задании количества экземпляров каждого агента и в задании параметров начальных состояний экземпляров агентов.

Проведение эксперимента включает задание количества итераций и запуск моделирования в автоматическом или автоматизированном режиме. При запуске в автоматизированной режиме имеются возможности задания времени останова АО моделирования и корректировки параметров состояний экземпляров агентов.

Для визуализации результатов экспериментов предлагаются следующие возможности:

- формирование множества серий для построения графиков путем выбора агентов и параметров агентов, которые необходимо исследовать;
- построение графика по выбранным сериям.

Процедура моделирования выполняется поэтапно (рисунок 2). При наличии АОМ модели возможно проведение имитационного эксперимента. Для этого создается новый или открывается существующий эксперимент. Затем проводится настройка эксперимента, а именно задаются количество экземпляров агентов, начальные значения параметров для всех экземпляров агентов, устанавливается количество итераций. После задания всех настроек можно запустить моделирование. Для поддержки случаев, предполагающих необходимость вмешаться в процесс моделирования, реализована возможность прервать процесс проведения эксперимента, изменить параметры состояний агентов, а затем продолжить моделирование. По результатам моделирования строятся графики, а также предоставляются данные в табличном виде.

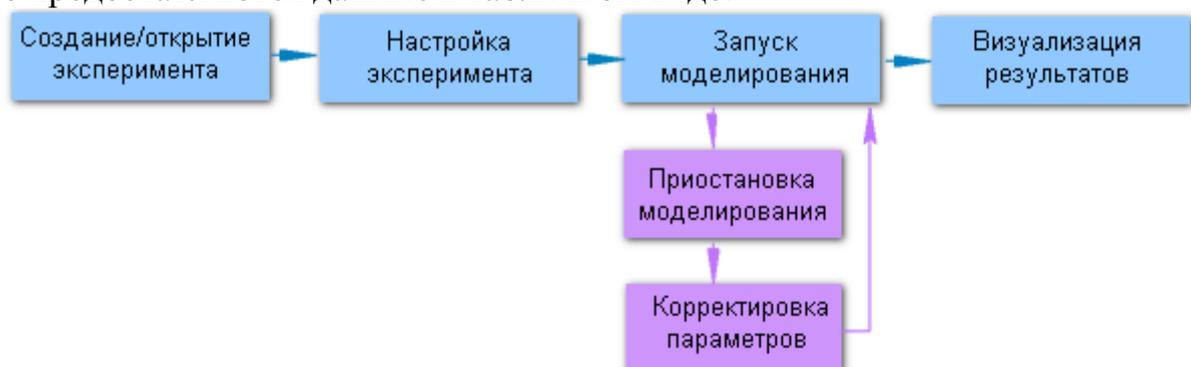


Рис. 2 Схема работы с блоком поддержки пользователя при мультиагентном моделировании

Данный блок системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов предоставляет пользователю интерфейс для выполнения всех этапов работы со средой АОМ FLAME, а также расширяет её функционал, добавляя возможности приостановки имитационного эксперимента и визуализации результатов.



Заключение

Таким образом, в данной статье представлены функциональные возможности системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов. Представлена структура всей системы и назначение её подсистем, приведена агент-ориентированная модель процесса взаимодействия экономических агентов и описаны функции блока поддержки пользователя при мультиагентном моделировании, обеспечивающие работу с файлами среды АОМ FLAME.

Литература

1. В.Л.Макаров., А.Р.Бахтизин. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). Москва: Экономика, 2013. – 295 с.
2. В. А. Виттих, П. О. Скобелев, Мультиагентные модели взаимодействия для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах, Автоматика и телемеханика, 2003, выпуск 1, 177–185.
3. Агент-ориентированная модель инвестиционного процесса многосекторной макроэкономической системы / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева А. Р. Душанбаева, // Искусственный интеллект и его приложения: сб. материалов III Межвузовского научно-иссл. семинара с межд. участием, декабрь 2012 / Под ред. доц. Г.А. Лисьева, А.Л. Зленко. – Магнитогорск: Ма-ГУ, 2012. С. 64– 73.

Д.Ю. Мирошников, Е.В. Симонова

РАСПРЕДЕЛЕННОЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В МАСШТАБИРУЕМОЙ СЕТИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

В настоящее время немало усилий направлено на наращивание сотрудничества стран БРИКС в промышленной, экономической, сельскохозяйственной, научной сферах. В рабочем плане стран БРИКС в области науки, технологий и инноваций на 2015–2018 годы одними из ключевых пунктов являются: предупреждение и ликвидация природных катастроф и использование геопространственных технологий для управления рисками, связанными с природными катастрофами и изменением климата, а также для соответствующего гибкого планирования развития в целях обеспечения устойчивой среды обитания [1].

Важную роль при решении данных задач играют космические аппараты дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ). При этом целесообразно будет



объединить имеющиеся у каждой страны ресурсы за счет создания единой системы, в которой можно будет регистрировать КА и наземные станции (НС), описывать их возможности, создавать задачи для КА и получать результаты их выполнения.

Существование подобной системы связано с определенными осложнениями: развертывание сервера с системой в одной определенной стране будет давать ей преимущество перед остальными участниками БРИКС. Данную проблему можно обойти за счет создания распределенной системы. Каждый участник БРИКС должен иметь возможность развернуть у себя свой сервер, на котором будет вестись учет только своих КА и НС. При этом после подключения сервера к группе аналогичных серверов в других странах должна появляться возможность при планировании выполнения задач и передачи результатов использовать КА и НС, зарегистрированные на любом из серверов.

Постановка задачи

Необходимо создать систему, которая будет выполнять планирование выполнения задач на КА и передачу результатов на НС. При этом она должна соответствовать следующим требованиям:

- **Распределенность.** Система должна учитывать при планировании информацию о КА, НС и задачах на всех объединенных серверах.
- **Легкое масштабирование.** Добавление нового сервера в группу должно осуществляться только за счет указания новому серверу адреса одного из уже существующих. При этом производить перенастройку или любые другие манипуляции с остальными серверами не требуется.
- **Оперативное реагирование на внешние события.** В любой момент может измениться информации о состоянии КА и НС (выход из строя КА/НС, обрыв соединения с одним из серверов). При этом необходимо выполнять перепланирование выполнения задач с учетом новой обстановки.
- **Иметь возможность настройки поведения КА, НС и задач** (выполнять задачу только на своих КА, использовать КА, НС только для своих задач и т.п.)

Предлагаемое решение

Ранее уже было показано, что за счет применения мультиагентных технологий и mesh сетей возможно организовать распределенное планирование в динамической сети группы устройств [2].

Описанный протокол Cjdns способен не только создавать mesh сеть, но и работать «поверх» обычного Интернета (все сообщения протокола Cjdns передаются как обычные данные) [3]. При этом требуется предварительная настройка протокола в виде указания IP адресов узлов, к которым необходимо подключиться. При таком подходе теряется возможность динамически изменять конфигурацию сети, но в рассматриваемой задаче данное требование не является ключевым.



Для организации взаимодействия агентов с разных устройств использовалась технология Akka Cluster. Стоит отметить, что данная технология больше ориентирована не на работу в децентрализованной сети, а на повышение производительности акторной системы за счет добавления новых серверов в кластер. Такой механизм предполагает наличие одного узла в сети, который будет координировать взаимодействие агентов с разных узлов друг с другом или, иными словами, образовывать кластер.

В поставленной задаче одной из главных возможностей является гибкая настройка поведения агентов, в особенности, настройка условий, которые должны соблюдаться при выделении тех или иных ресурсов для выполнения задач. Для выполнения настройки наилучшим решением представляется использование онтологий. В перспективе онтология позволит легче добавлять в систему новые типы операций, которые способны выполнять КА, вносить новые типы отношений между агентами, что, несомненно, потребуется в процессе развития системы.

Заключение

Описанные технологии позволяют успешно решить поставленную задачу, а их потенциал дает возможности значительного дальнейшего расширения функционала системы.

Литература

1. BRICS science, technology and innovation work plan 2015-2018. [Электронный ресурс] // http://www.frccsc.ru/sites/default/files/BRICS%20STI%20Work%20Plan%20Final%202016_10_08.pdf?219 (дата обращения 20.12.2016)
2. Мирошников Д.Ю., Симонова Е.В. Распределенное мультиагентное планирование заявок на выполнение задач в группе устройств // Труды международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016)», Самара, 26-28 апреля 2016 г. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С. 301-304.
3. Русская версия Readme протокола Cjdns [Электронный ресурс] // https://github.com/cjdelisle/cjdns/blob/6781eddb2b206da6d9e14fa79fab507c9f154acf/README_RU.md (дата обращений 23.12.2016)

Д.Е. Мишутин, Е.В. Симонова

ПЛАНИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ГРУППИРОВКИ МКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ADOPT

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

В настоящее время расширяется сфера применения данных, получаемых из космоса. Одной из перспективных тенденций в космической отрасли является



ся создание многоспутниковых орбитальных группировок, состоящих из малых космических аппаратов (МКА), способных значительно расширить нишу потребительских сервисов по сравнению с реализуемыми в настоящее время. Для обеспечения целевого функционирования создаваемых орбитальных группировок и повышения качества предоставляемых услуг необходимо использовать современные схемы взаимодействия с потребителями в сочетании с организацией эффективного планирования и управления ресурсами группировки МКА в режиме реального времени.

Постановка задачи

Пусть имеется некоторое число космических аппаратов (КА). Для каждого КА известно расписание видимости для районов наблюдений (РН) и пунктов приема информации (ППИ). Необходимо составить оптимальное, с точки зрения целевой функции, расписание съемки РН и дальнейшего сброса информации на ППИ. Целевая функция вычисляется по следующей формуле:

$$C = \frac{1}{m} \sum_j^m \left(a_1 \left(1 - \frac{\tau_j}{\tau_{max}} \right) + a_2 \left(1 - \frac{r_j}{r_{max}} \right) \right) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где m – количество районов наблюдения,

τ_j – оперативность получения снимка j -го района наблюдения на ППИ,

r_j – разрешение снимка j -го района наблюдения,

τ_{max} – предельное время хранения снимка,

r_{max} – предельно допустимое разрешение снимка,

$a_1 + a_2 = 1$, – весовые коэффициенты.

Полученное расписание должно удовлетворять следующим ограничениям:

- 1) наличие видимости между КА и районом наблюдения при съемке;
- 2) наличие видимости между КА и ППИ при передаче информации;
- 3) наличие свободного места в бортовом запоминающем устройстве КА;
- 4) согласованность времени съемки и передачи снимка;
- 5) отсутствие пересечений в расписании КА и ППИ (запрещается одновременно выполнять несколько операций).

Задача оптимизации с ограничениями

Distributed constraint optimization (DCOP) – это распределённый аналог оптимизации с ограничениями, т.е. задача минимизации или максимизации, в которой группа агентов должна выбирать значения для списка переменных, таких как цена, с учетом наложенных на них ограничений [1].

DCOP можно определить в виде кортежа $\langle A, V, D, f, \alpha, \eta \rangle$, где:

- A – набор агентов;
- V – набор переменных, $\{v_1, v_2, \dots, v_{|V|}\}$;
- D – набор доменов, $\{D_1, D_2, \dots, D_{|V|}\}$, где D_i – это конечный набор содержащий все значения, которые могут быть присвоены переменной, связанной с этим набором;
- f – функция определения стоимости присваивания значения переменной:



$$f: \cup_{S \in \mathcal{B}(V)} \sum v_i \in (\{v_i\} \times D_i) \rightarrow \mathbb{N} \cup \{\infty\}; \quad (2)$$

– α – функция $\alpha: V \rightarrow A$, которая определяет связь между агентами и переменными. $\alpha(v_i) \rightarrow a_j$ подразумевает, что агент a_j ответственен за присваивание значения переменной v_i ;

– η – оператор, который агрегирует все отдельные значения стоимостей функции f . Это обычно достигается путем суммирования:

$$\eta(f) \rightarrow \sum_{S \in \cup_{S \in \mathcal{B}(V)} \sum v_i \in (\{v_i\} \times D_i)} f(s). \quad (3)$$

Методы решения

Для решения поставленной задачи разрабатывается модуль планирования с использованием алгоритма Adopt. The Adopt algorithm – это недавнее добавление в семейство алгоритмов распределенной оптимизации с ограничениями (DCOP algorithms). Он представляет собой поиск в глубину на множестве значений переменных, с большим количеством улучшений основных стратегий поиска. Общей структурой напоминает распределенную версию алгоритма ветвей и границ, реализованную при помощи мультиагентных систем [2]. А именно, каждому узлу дерева ограничений предоставляется агент. Каждый агент хранит верхнюю и нижнюю границы стоимости для подзадачи под ним, с учетом состояния предка. Агент связан с агентом узла-предка и агентами узлов-потомков. Потомкам, независимо друг от друга, выдается задача искать решение. При этом они игнорируют частичные решения, стоимость которых выше нижней границы, так как агент-потомок уже знает, что может получить решение лучше.

Входными данными для модуля является файл, содержащий списки КА, ППИ и РН, их характеристики, а также расписание видимостей.

Результатом работы будет являться файл, содержащий список РН для которых указана следующая информация:

- КА, выполняющий съемку данного РН;
- время начала и конца съемки;
- ППИ, на который выполняется сброс данных;
- время начала и конца сброса.

Заключение

Представлен вариант планирования целевого применения оборудования группировки МКА с использованием алгоритма Adopt. Он позволяет составить оптимальное, с точки зрения целевой функции, расписание съемки и сброса РН, для заданной группировки КА.

Литература

1. Makoto Yokoo, Edmund H Durfee, Toru Ishida, Kazuhiro Kuwabara The distributed constraint satisfaction problem: Formalization and algorithms [Электрон-



ный ресурс], – https://www.researchgate.net/publication/2368591_The_Distributed_Constraint_Satisfaction_Problem_Formalization_and_Algorithms
2. Vidal, J. Fundamental of Multiagent Systems [Электронный ресурс], – <http://jmvidal.cse.sc.edu/library/vidalmmas.pdf>.

А.В. Никулина¹, П.В. Трешников², А.И. Хвостов¹, Л.С. Зеленко¹

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГИДРОАГРЕГАТА ГЭС ДЛЯ ТРЕНАЖЕРА ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА

(¹ Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва,
² ГК «СМС-Автоматизация»)

Тренажерная подготовка оперативного персонала – одна из наиболее эффективных форм профессионального обучения, т.к. позволяет формировать навыки управления технологическими процессами как в нормальных, так и аварийных условиях. Это особенно важно, когда оператору приходится принимать решения в условиях повышенного риска за короткий промежуток времени.

В системе подготовки и повышения квалификации кадров ГЭС также широко применяются тренажеры, они позволяют воссоздавать рабочие места в реальных процессах, включая организацию операторского интерфейса и органов управления; моделировать потенциально опасные ситуации на реальных объектах. Программный тренажер может максимально реалистично воссоздать ход технологического процесса, включая индикацию, блокировки, логику работы реального оборудования, это особенно важно для операторов ГЭС, т.к. их деятельность связана с восприятием большого объема информации.

В ГК «СМС-Автоматизация» разрабатывается тренажер для эмуляции технологических процессов Саяно-Шушенской ГЭС имени П.С. Непорожного и работы общестанционных вспомогательных систем и оборудования в соответствии с реальными физическими ограничениями.

Для решения поставленной задачи необходимо разработать модель гидроагрегата (ГА), которая позволит имитировать все режимы его работы и изменять значения его технологических параметров в интервалах, соответствующих реальным.

Каждому режиму работы ГА или возможной аварийной ситуации (пуск/останов ГА; повышение температуры обмотки статора генератора; действие электрических защит трансформатора на останов ГА; ГА не затормаживается при аварийном останове и т.п.) должен соответствовать *сценарий обучения* тренажера, содержащий имитируемые параметры, допустимые интервалы их изменения (линии трендов) и события, привязанные ко времени. Например, для сценария «Пуск ГА» имитируемыми параметрами будут [1]:

- скорость турбины;
- давление воды в спиральной камере;



- давление воды на уплотнителе вала турбины;
- давление дисцилята на входе в обмотку статора;
- датчик положения направляющего аппарата;
- расход через уплотнение вала;
- расход дисцилята на обмотку статора.

На рис. 1 приведены линии трендов значений технологических параметров ГА, на основании которых разрабатывается сценарий «Пуск ГА».

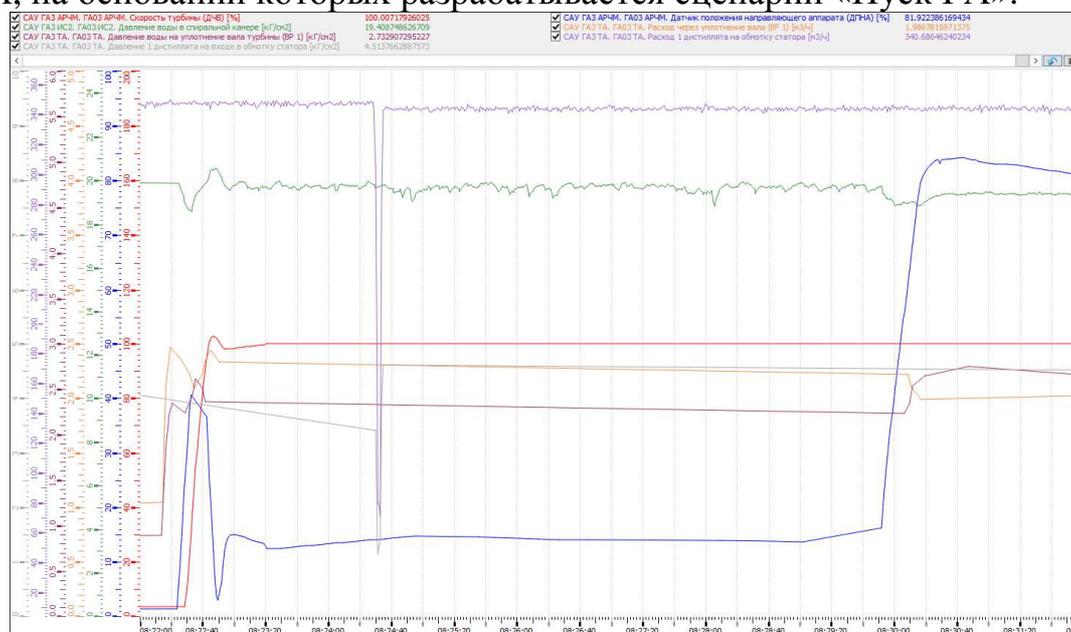


Рис. 1. Линии трендов значений технологических параметров ГА для сценария «Пуск ГА»

Авторы предлагают рассматривать построение имитационной модели ГА как задачу обучения по прецедентам. Пусть задано пространство объектов X и множество возможных ответов Y . Существует неизвестная целевая зависимость $y^*: X \rightarrow Y$, значения которой известны только на объектах обучающей выборки $X^l = (x_i, y_i)_{i=1}^l$, $y_i = y^*(x_i)$. Требуется построить алгоритм (функцию регрессии) $a: X \rightarrow Y$, аппроксимирующий целевую зависимость y^* [2].

При решении таких задач выделяют два этапа. На этапе обучения метод μ по выборке X^l строит алгоритм $a = \mu(X^l)$. На этапе применения алгоритм a для новых объектов x выдаёт ответы $y = a(x)$. Метод обучения должен допускать эффективную программную реализацию.

Самым перспективным подходом к анализу больших данных считается применение машинного обучения – набора методов, благодаря которым компьютер может находить в массивах изначально неизвестные взаимосвязи и закономерности [2].

При выборе метода построения модели необходимо учитывать следующие факторы:

- 1 Задача моделирования значений параметров ГА требует анализа естественной информации большого объема: 250 параметров, изменения которых регистрируется с точностью до миллисекунд.



- 2 Технологические параметры ГА связаны между собой сложными функциональными зависимостями.
- 3 Со временем происходит износ оборудования ГА и естественное изменение его параметров.

В данной работе в качестве способа решения задачи восстановления регрессии был выбран механизм искусственных нейронных сетей (ИНС) так как:

- трехслойных сетей достаточно для аппроксимации любых непрерывных функций и решения сколь угодно сложных задач регрессии (как правило, ИНС используется тогда, когда неизвестен точный вид связей между входами и выходами);
- ИНС позволяют определять будущие значения технологических параметров ГА с большой точностью;
- в процессе использования модель с ИНС способна реагировать на изменения, происходящие с ГА, и корректировать параметры автоматически;
- в настоящее время разработаны и реализованы в виде программных библиотек эффективные алгоритмы обучения нейросетей.

Программной реализацией имитационной модели ГА является модуль работы с нейронными сетями. В этом модуле по n входным параметрам строится n трехслойных нейронных сетей с прямой передачей сигнала, т.е. моделируется зависимость каждого из n параметров от остальных $(n-1)$ параметров. Каждая нейронная сеть содержит во входном слое $(n-1)$ нейронов, в промежуточном слое – $n/2$ нейронов и 1 нейрон на выходе с сигмоидальной функцией активации.

Набор обучающих данных для ИНС формируется по историческим трендам системы автоматизированного управления ГА ГЭС. Для обучения нейросети используется метод обратного распространения ошибки. Критерием окончания процесса обучения нейросети является достижение функционала качества установленного минимального значения. Погрешность имитации параметра ГА на временном интервале T выражается квадратичной функцией потерь $L(a, x) = (a(x) - y^*(x))^2$, где a – такое решение, при котором отклонение функции имитируемого параметра от функции $y=y^*(x)$ минимально. Функционал качества является суммой функций потерь на обучающей выборке объектов.

Разрабатываемый модуль поддерживает выполнение следующих функций:

- чтение исторических значений моделируемых технологических параметров из файлов;
- подготовка обучающей выборки для нейросети;
- обучение нейросети;
- сохранение и загрузка обученных нейросетей в систему;
- построение модели для имитации значений технологических параметров ГА;
- анализ результатов работы системы моделирования (расчет погрешности моделируемых параметров);



- построение линий трендов исходных значений параметров и значений, рассчитанных нейросетью.

Программное обеспечение разрабатывается в среде Microsoft Visual Studio 2015 на языке программирования С# с использованием фреймворка .NET Accord, реализующего модели машинного обучения и методы оценки их качества.

Пользовательский интерфейс (рис. 2) разрабатывается с использованием следующих веб-технологий:

- amCharts – работа с трендами, графиками, диаграммами;
- d3js – обработка и визуализация данных;
- bootstrap – построение пользовательского интерфейса с версткой под любые размеры экранов.

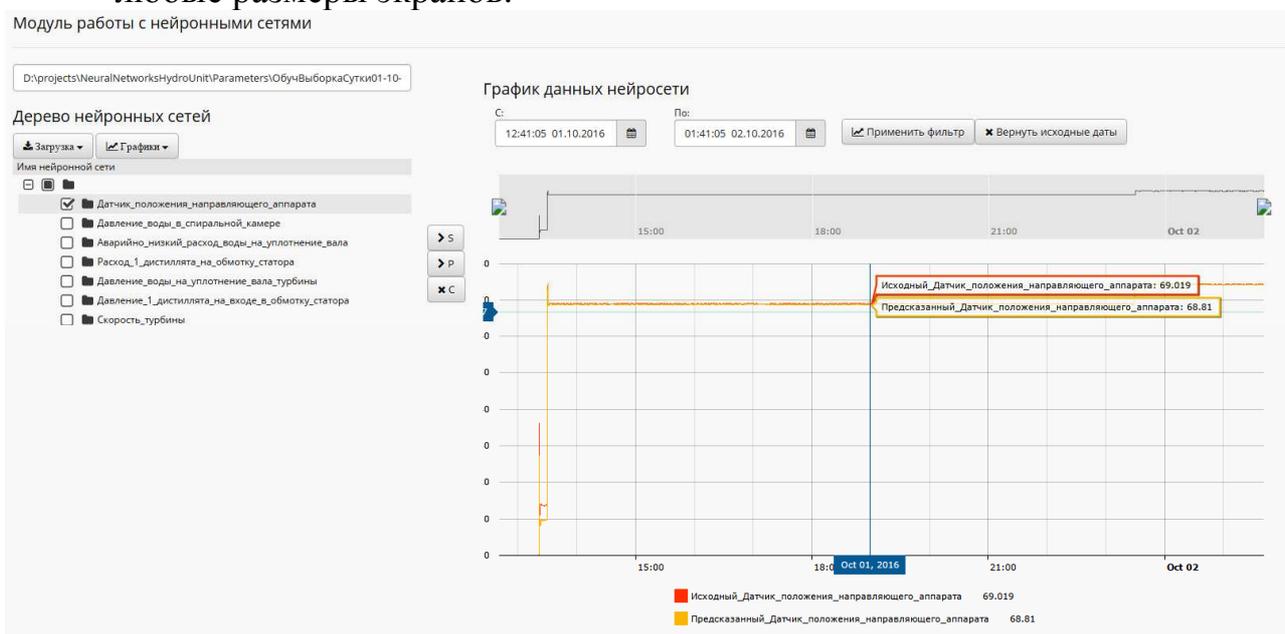


Рис. 2. Экранная форма модуля работы с нейронными сетями

Таким образом, разрабатываемый модуль позволит для каждого конкретного ГА ГЭС строить модель, отражающую изменения его параметров, и проводить (в составе тренажера оперативного персонала) обучение на основе этой модели.

Литература

1. Техническое задание на тренажер для подготовки оперативного и эксплуатационного персонала Саяно-Шушенской ГЭС имени П.С. Непорожного [Текст]. – р.п.Черемушки, 2016. – 21 с.
2. Воронцов, К.В. Математические методы обучения по прецедентам [Электронный ресурс]. – URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_%28курс_лекций%2C_К.В.Воронцов%29 (дата обращения: 30.01.2017).



Д.А. Новиков, Е.В. Симонова

АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРКИ СОВРЕМЕННЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

В связи с развитием веб-технологий происходит усложнение структуры веб-приложений. Современные веб-приложения могут содержать сотни зависимостей от других библиотек, фреймворков, подпроектов. В свою очередь, каждая такая зависимость может включать в себя другие зависимости. Основной проблемой является то, что разные части веб-приложения содержат одинаковые зависимости, из-за чего происходит дублирование кода. Еще одной проблемой является обновление этих зависимостей. Часто встречается ситуация, когда одно и то же веб-приложение работает на одном персональном компьютере и не работает на другом. Это происходит из-за установки разных версий зависимостей у веб-приложения. Подобные проблемы решают менеджеры пакетов.

Следствием усложнения структуры является увеличение количества и размеров файлов, используемых в веб-приложении. Конечный пользователь не хочет долго ждать загрузки веб-страницы с веб-приложением и скачивать тысячи файлов, необходимых для его работы. Задачу по сборке веб-приложений решают так называемые сборщики проектов.

Подключение зависимостей с помощью ссылок на внешние скрипты

Изначально для подключения каких-либо зависимостей в веб-приложение использовались ссылки на внешние скрипты. Для каждой зависимости в разметку веб-приложения добавлялся тег `<script>`, в атрибуте `src` которого указывался путь до исполняемого файла зависимости.

Такой подход позволяет использовать одни и те же общие функции на разных веб-страницах веб-приложения и ускоряет их загрузку, т.к. внешний файл кэшируется в браузере при первой загрузке и скрипт вызывается быстрее при следующих вызовах.

Недостатки такого подхода:

- отсутствует какой-либо контроль за зависимостями;
- отсутствует версионирование зависимостей;
- нет возможности автоматического обновления зависимостей;
- код повторяется при пересечении зависимостей в разных частях веб-приложения;
- отсутствует возможность установки зависимостей из облака.

Все манипуляции с зависимостями осуществляются вручную. Это привело к созданию автоматизированной системы контроля зависимостей – менеджера пакетов. Рассмотрим два менеджера пакетов – `npm` и `Bower` на основе программной платформы `Node.js`.



Node.js – программная платформа, основанная на движке V8 (транслирующем JavaScript в машинный код), превращающая JavaScript из узкоспециализированного языка в язык общего назначения. Это асинхронная событийная среда выполнения, предназначенная для создания масштабируемых сетевых приложений на JavaScript [1].

Менеджеры пакетов в веб-приложениях

1) npm

npm (node package manager) – менеджер пакетов, автоматически устанавливающийся вместе с Node.js.

При инициализации npm в веб-приложении будет создан файл package.json, который содержит в себе информацию о приложении: название, версия, зависимости и т.п. Любая директория, в которой есть этот файл, интерпретируется как Node.js-пакет [2].

npm предоставляет следующие возможности:

- скачивание и установка пакетов из облачного сервера npm;
- предоставление данных по текущим зависимостям в веб-приложении;
- автоматическое обновления пакетов;
- публикация пакета.

Однако npm не решает проблему дублирования зависимостей в разных частях веб-приложения, так как npm устанавливает зависимости для каждого пакета отдельно, в итоге получается большое дерево пакетов (node_modules/grunt/node_modules/glob/node_modules/...), где может быть несколько версий одного и того же пакета. Это недопустимо: нельзя подключить в одно приложение две версии jQuery или любой другой библиотеки.

2) Bower

Главное отличие npm от Bower – подход к установке зависимостей пакетов. В Bower каждый пакет устанавливается один раз (jQuery всегда будет в папке bower_components/jquery, сколько бы пакетов от него не зависело). В случае конфликта зависимостей Bower не станет устанавливать пакет, не совместимый с ранее установленными.

Например, если создать новое веб-приложение и установить пару зависимостей, дерево зависимостей будет выглядеть следующим образом (рисунок 1). Т.к. все пакеты зависят от jQuery, Bower смог найти подходящую всем версию – jQuery 2.1.0.

```
bowertest#0.0.0 /Users/admin/bowertest
├─┬ fotorama#4.5.1
  │ └─┬ jquery#2.1.0 (2.1.1-beta1 available)
  │   └─┬ jquery#2.1.0 (2.1.1-beta1 available)
  │     └─┬ jquery-icheck#1.0.2
  │       └─┬ jquery#2.1.0 (2.1.1-beta1 available)
  │         └─┬ social-likes#3.0.2
  │           └─┬ jquery#2.1.0
```

Рисунок 8 – Дерево зависимостей веб-приложения



Дерево файловой системы проекта представлено на рисунке 2.

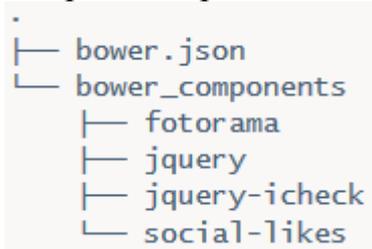


Рисунок 2 – Дерево файловой системы веб-приложения

Каждый пакет устанавливается в свою папку, вложенных пакетов нет, jQuery встречается только один раз.

Сборщики проектов в веб-приложениях

Сборщики проектов осуществляют минификацию и конкатенацию файлов веб-приложения, значительно уменьшая их итоговый размер и количество файлов. Они также способны при сборке учитывать неиспользуемые зависимости и не включать их в готовое веб-приложение.

Минификация – процесс, направленный на уменьшение размера исходного кода путём удаления ненужных символов без изменения его функциональности. Сокращение исходного кода является особенно полезным для программ на интерпретируемых языках, которые развернуты и передаются в интернете, так как это уменьшает объем передаваемых данных. При минификации удаляются переводы строк, комментарии, лишние отступы и пробелы, сокращаются имена переменных, за счет этого достигается ускорение загрузки сайта и оптимизация запросов [3].

Рассмотрим два сборщика проектов – Gulp и Webpack.

1) Gulp

Gulp – это потоковый сборщик JavaScript проектов. Достоинства Gulp [4]:

- автоматизация – gulp позволяет автоматизировать трудоемкие и длительные задачи в процессе разработки веб-приложения;
- интегрируемость – gulp встроен во многие IDE и может быть использован для автоматизации задач в PHP, .NET, Node.js, Java, и в других платформах;
- сильная экосистема – можно использовать множество npm пакетов;
- простота – gulp очень прост в изучении и использовании, т.к. предоставляет минимальное API.

Возможности Gulp:

- создание веб-сервера и автоматическая перезагрузка страницы в браузере при сохранении кода, слежение за изменениями в файлах проекта;
- использование различных JavaScript, CSS и HTML препроцессоров;
- минификация CSS и JS кода, оптимизация и конкатенация отдельных файлов проекта в один;
- автоматическое создание приставок к названию CSS свойства, которые добавляют производители браузеров для нестандартных свойств;



- управление файлами и папками в рамках проекта – создание, удаление, переименование;
- работа с изображениями – сжатие, создание спрайтов, изменение размера изображения;
- отправка на внешний сервер проекта по FTP, SFTP, Git.

Связывание файлов в веб-приложениях

Webpack – это связыватель модулей (module bundler), объединяющий в себе функционал менеджера пакетов и сборщика проектов.

Webpack создает граф всех зависимостей в веб-приложении. Начальная точка этого графа называется точкой вхождения. Точка вхождения сообщает webpack, откуда начать движение по графу для выполнения связывания. В процессе связывания возможно осуществить конкатенацию и минификацию исходных файлов. В результате связывания получается набор статических ресурсов – js, html, css файлов и изображений, представленных на рисунке 3.

Основным преимуществом Webpack перед Gulp является то, что при связывании он строит граф зависимостей и проходит по нему, отбрасывая неиспользуемые модули и зависимости. С помощью процедуры, называемой Tree Shaking, webpack находит неиспользуемые функции и части кода внутри веб-приложения и отбрасывает их. Все это приводит к значительному уменьшению размера собранного веб-приложения [5].

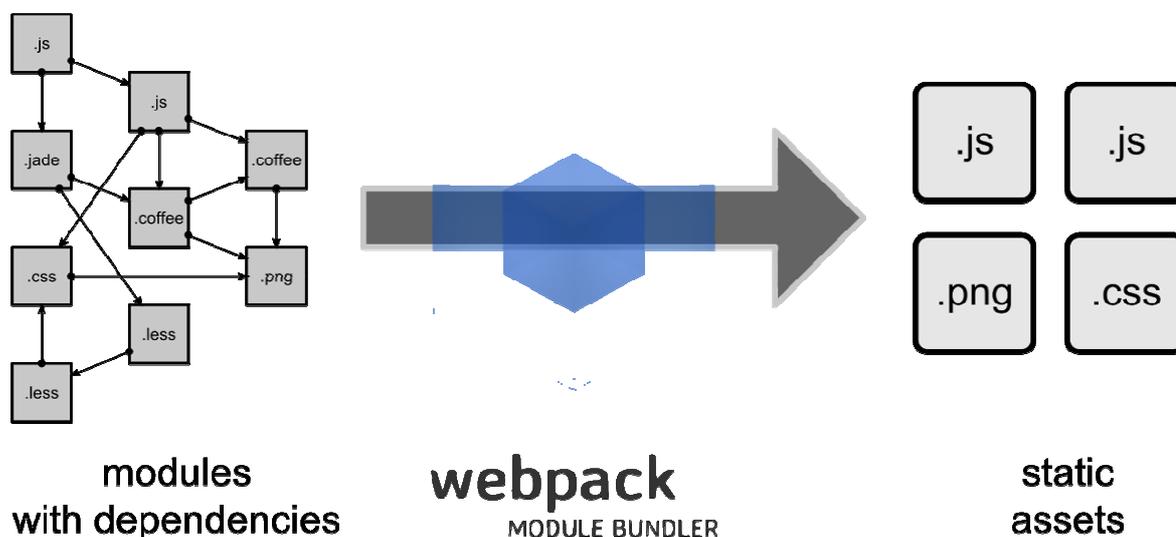


Рисунок 3 – Процесс связывания файлов веб-приложения с помощью Webpack

Заключение

В статье рассмотрены основные решения по управлению зависимостями и автоматизации сборки современных веб-приложений. Современные технологии позволяют автоматизировать процессы сборки, минификации, конкатенации веб-приложения, уменьшить размер веб-приложения, отбрасывая неиспользуемые зависимости и части кода, что уменьшает время загрузки веб-приложений по сети и увеличивает скорость их работы.



Литература

1. Node.js. – Режим доступа: <https://nodejs.org/en/>
2. npm. – Режим доступа: <https://www.npmjs.com/>
3. Минификация. – Режим доступа:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Минификация>
4. Gulp. – Режим доступа: <http://gulpjs.com/>
5. Webpack. – Режим доступа: <https://webpack.github.io/>

А.М. Ольшанский, А.В. Игнатенков

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ МНОГОСЛОЙНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ СИГНАЛА

(ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет путей сообщения, ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте»)

Рассмотрим многослойную искусственную нейронную сеть с переменной проводимостью сигнала (далее – сеть), на вход которой поступает определенный вектор и на выходе снимается значение ответа сети. Сеть служит для построения графика движения поездов на двухпутном участке железнодорожной сети с рядом ограничений [3]. Цель настоящей работы - проанализировать некоторые формальные свойства указанной сети. Одной из предпосылок к созданию этой работы явился нестационарный и нелинейный характер поведения функции ошибки сети (см. рис. 1-2).

Замечено, что её поведение может быть описано следующим образом:

1. Автокорреляционная функция первого порядка свидетельствует о том, что ярко выраженного тренда нет, незначительное преобладание сигнала с периодом 3 единицы и наличие ряда уровней корреляции в районе 0.5-0.562 не позволяет сделать вывод о выраженной периодичности сигнала ошибки сети. Наличие уровней корреляции, которые по своей величине превышают уровень, которым можно пренебречь, не позволяет подтвердить предположение о марковском характере случайного процесса.

2. Периодограмма на рис. 2 также содержит в себе значительное количество частот с высоким значением спектральной плотности, что говорит о том, что нет ярко преобладающих гармоник, объясняющих большую часть периодической составляющей ряда.

Таким образом, налицо нелинейный хаотический характер поведения функции ошибки сети.

Авторы полагают, что подобный режим образовался в силу следующих положений. Поведение функции ошибки сети в общем зависит от поведения следующих её элементов:

1. Нейроны в каждом слое
2. Связи нейронов между слоями сети и между нейронами одного слоя

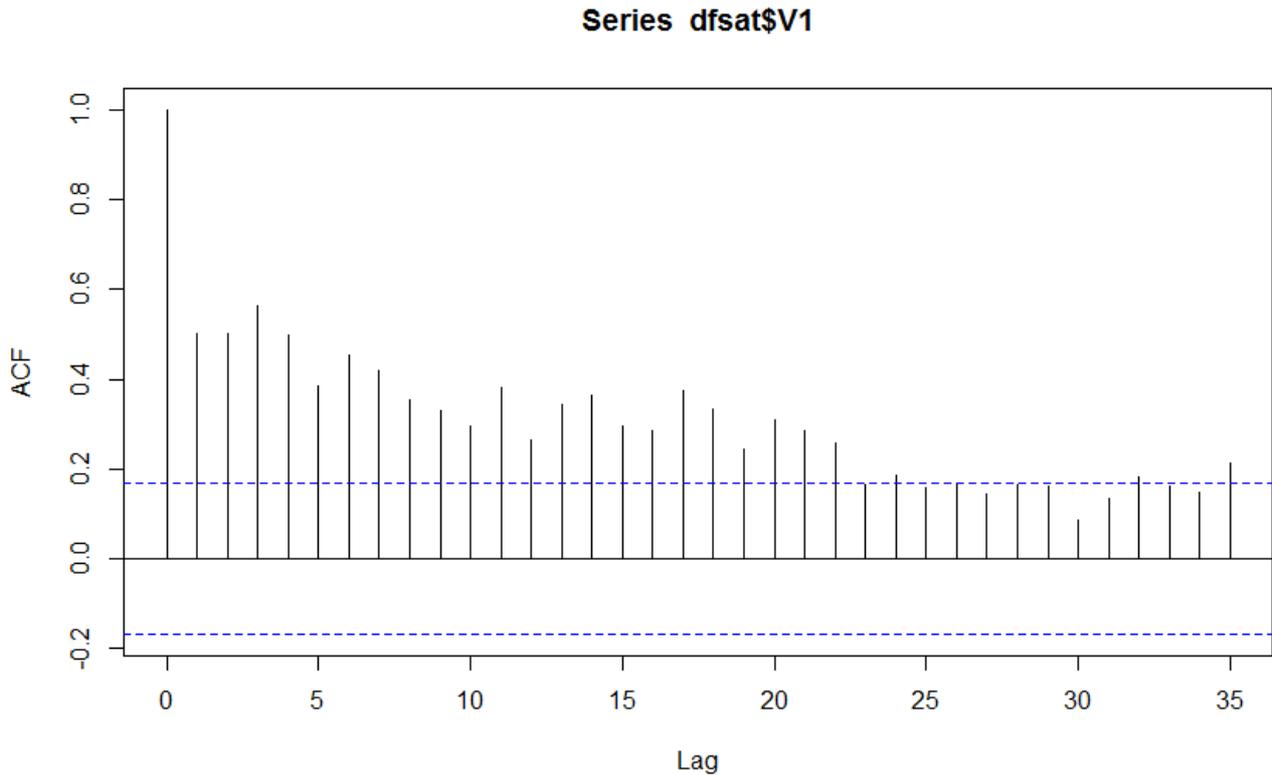


Рисунок 1 – Автокорреляционная функция динамики ошибки при сошедшейся нейронной сети

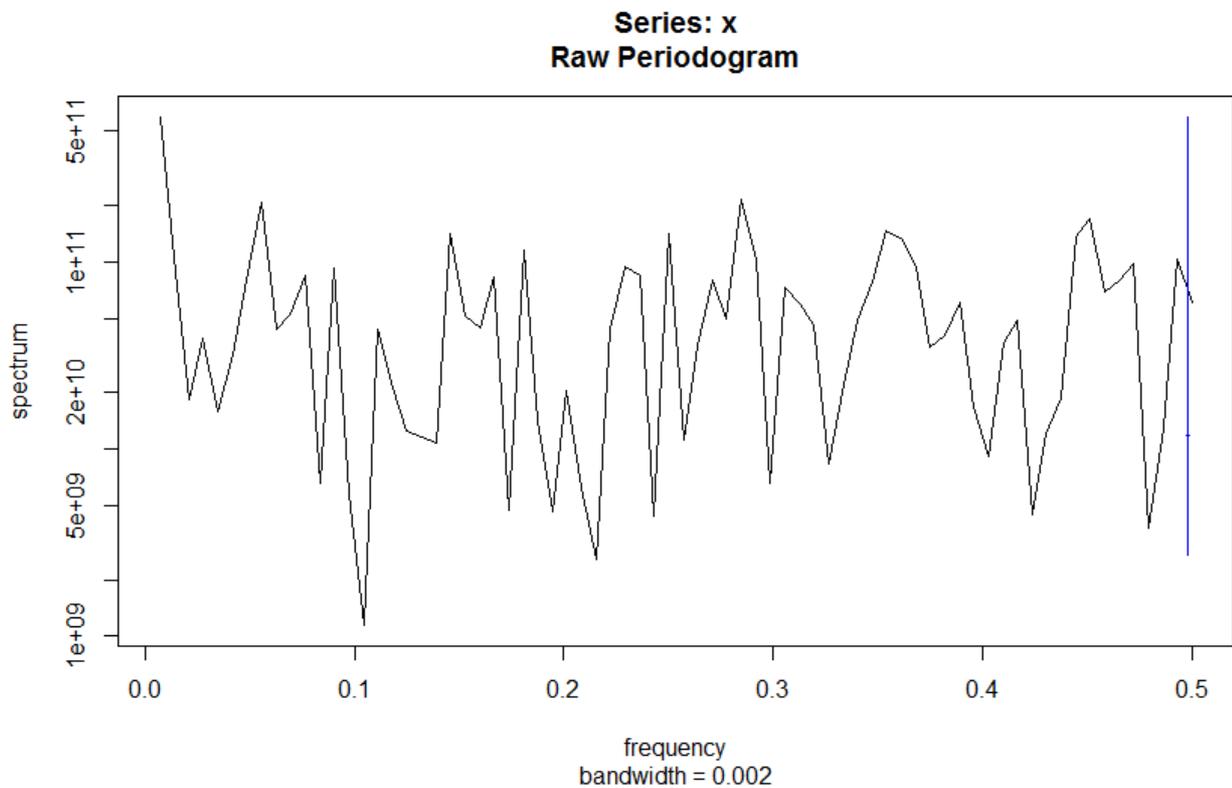


Рисунок 2 – Периодограмма функция динамики ошибки при сошедшейся нейронной сети



В основе сети лежит своеобразная двумерная решетка со специфическим расположением связей между нейронами. Рассматриваемая сеть относится к такой группе сетей, для которых пространственное положение нейронов в карте входных образов является индикатором встроенных признаков, содержащихся во входных примерах.

Входом сети является вектор времен (t_1, \dots, t_n) отправления поездов, что означает старт продвижения импульсов по нейронам, а выходом – некоторый набор времен (t_1^*, \dots, t_n^*), то есть набор моментов времени окончания прохождения сигналов по нейронам. Совокупность входного и выходного наборов образуют вполне конкретный график движения поездов, который можно считать неявно содержащимся ответом сети на входное воздействие. Это позволяет установить определенную преобразовательность между самоорганизующимися картами Кохонена и рассматриваемой сетью.

Как и сеть Кохонена, рассматриваемая сеть относится к такой категории сетей, для которых правила адаптации сети описываются правилом функционирования одного нейрона. Это позволяет задействовать некоторые физически и программно реализуемые принципы извлечения признаков с помощью слоев нейронов. Согласно одному из этих принципов, вычислительные отображения являются кирпичиком в инфраструктуре обработки информации системы. Таким образом, происходит преобразование входных сигналов в пространственно кодированные распределения вероятности прохождения сигнала именно в конкретном нейроне. Эти вероятности представляют собой вычисленные узлами решетки сети значения относительных максимумов некоторой активности сети[1].

Для нашего случая в качестве одного из параметров выступает время, выраженное не прямо, а через X-координату. Место (слой, символизирующий станцию), выражается через Y-координату. Такое представление с учетом множества допустимых слоев и условий, позволяющих осуществить связь одного нейрона с другим, дают право считать рассматриваемую сеть расширенным обобщением модели Уилшоу-ван-дер-Мальсбурга[2].

В сети Уилшоу-ван-дер-Мальсбурга, как и в рассматриваемой сети, размерность входного и выходного векторов равны.

Отличия сети от модели Уилшоу-ван-дер-Мальсбурга заключаются:

1. В произвольном числе слоев сети
2. В правилах расчета значений нейронов на основе максимального значения веса. В рассматриваемой сети выбирается максимальным один компонент скалярного произведения $w^T X$, где X – входной вектор из 1 и 0, а w^T – вектор весов связей у активного нейрона. В ходе обучения данный компонент максимизируется.
3. В механизме корректировки активности нейронов, который не использует применяемые в сети Уилшоу-ван-дер-Мальсбурга правила определения геометрической близости нейронов по их активности.
4. Откликом рассматриваемой сет является индекс победившего нейрона, определяющий его X-координату в слое.



В целом для рассматриваемой сети можно выделить все классические этапы, открытые Кохоненом:

- этап конкуренции, реализованный в виде стратегии поиска связи с максимальным весом;
- этап кооперации, в котором ширина промежутка вокруг нейрона-победителя определяется как функция от величины ошибки сети (и последовательно сужается с увеличением номера эпохи обучения);
- этап синаптической адаптации, реализуемый корректировкой весов.

Таким образом, в рассматриваемой сети проявляются все родовые особенности самоорганизующихся карт. Однако этап синаптической адаптации, в отличие от сетей Кохонена и Уилшоу-ван-дер-Мальсбурга, содержит в себе 2 режима:

- нормальное обучение, учитывающее возникающие коллизии между прохождением сигналов.
- обучение, в некоторой степени противоположное нормальному обучению.

Коснемся вопроса оценки устойчивости функционирования рассматриваемых сетей.

С одной стороны, величина окрестности вокруг нейрона-победителя зависит от функции ошибки и номера эпохи обучения. Максимум функции ответа нейрона за счет выбора правил конкуренции достигается в нейроне-победителе. Это не противоречит допущениям, которые закладываются в положения сходимости самоорганизующихся карт. С другой стороны, влияние нейрона-победителя на соседние нейроны определяется тем, что в полосе шириной $|e|$ нейроны исключаются из решетки. При этом латеральных связей в классическом понимании Кохонена в рассматриваемой сети не содержится.

Хайкин указывает, что для сетей, которые обладают гарантированной сходимостью, необходимо, чтобы происходило топологическое упорядочение пространства и приводит различные алгоритмы для этого [2, с.584]. Если рассматривать классические карты самоорганизации, это означает, что картина нейронов шириной e вокруг нейрона-победителя будет выглядеть как окрестность максимума некоторой функции. В нашем случае мы можем говорить только о том, что лишь *нормальная процедура обучения приводит к организации набора связей по упорядочению этих связей вокруг связи с наибольшим весом.*

В отношении формул, определяющих влияние скорости обучения, величины необходимого числа эпох до настоящего времени не существует строго определенного метода задания как скорости обучения, так и модификации весов. Так, вводятся эвристики «забывания», формулы модификации скорости обучения и иные приемы, на которые не накладывается никаких ограничений, кроме «адекватности процессу самоорганизующегося формирования карты признаков» [2, с.585].

Таким образом, представленная автором формула изменения скорости обучения в зависимости от номера эпохи имеет право на существование. Кроме



того, с ростом номера эпохи обучения величина прироста скорости обучения, участвующая в формуле (3.8), становится меньше и в итоге скорость обучения ограничена сверху двойным значением начальной скорости обучения.

Такое поведение сети говорит о наличии квазиустойчивых состояний, которые свойственны самоорганизующимся картам с топологическими дефектами. В рассматриваемой сети данный дефект проявляется в том, что каждый раз выключается из расчета количество нейронов, кратное числу единиц во входном сигнале с коэффициентом кратности e , $e = 1, 2, \dots, m$.

С практической точки зрения это означает, что разработанная сеть может применяться для прокладки графиков движения. Однако существует не один стабильный режим, а три (устойчивое классическое; не сошедшаяся с заданными условиями, но выдавшая одно из возможных решений; стабильное функционирование на фиксированном уровне ошибки), ответы сети в двух из которых могут быть использованы на практике.

Литература

1. Knudsen E.I., S. duLac and S.D. Esterly. Computational maps in the brain.//Annual Review of Neuroscience, 1987. Vol. 10, p.41-65.
2. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс: Пер. с англ. Н. Н. Куссуль и А. Ю. Шелестова, под ред. Н. Н. Куссуль. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с.
3. А.В.Игнатенков, А.М.Ольшанский. Применение искусственной нейронной сети для построения расписаний процессов на примере графика движения поездов.// Современные информационные технологии и ИТ-образование. Т.2 (№11). 2015. //М., изд-во ВМК МГУ, 2015, - 614 с., с.50-55.

И.В. Осипов, Е.В. Симонова

ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СЕРВИСА ПЛАНИРОВАНИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

Рост промышленного производства мотивирует увеличение размера корпоративных систем, которые состоят из множества модулей, в том числе, модулей для построения стратегических и оперативных планов работ [1]. Увеличение масштабов систем требует анализа структуры компонентов системы и их взаимодействия. Для построения быстрых, надежных и безопасных корпоративных систем используются различные современные средства, такие как очереди сообщений, легковесные балансировщики нагрузки, NOSQL базы данных, средства сжатия и шифрования данных.



Краткое описание предметной области

При построении системы планирования определяются характеристики задач, ресурсов, ограничений, а также способы взаимодействия клиентов с системой планирования. В общем случае, система планирования, вне зависимости от реализации, позволяет строить расписание, выдавать результат и наблюдать за процессом планирования.

Задача построения расписания относится к одному из разделов дискретной математики – теории расписаний. В общем случае, задача является NP-полной, поэтому при больших объемах данных продолжительность вычислений будет стремительно расти. Следовательно, вычислительные мощности должны расходоваться равномерно и независимо от основной системы.

Согласно современным тенденциям, наиболее широко используются мобильные способы взаимодействия пользователя с системой. Например, потребность в корректировке производственного плана может возникать не раз в квартал, а непосредственно во время совещания, поэтому скорость доработки расписания до допустимого варианта является критичной.

Постановка задачи

Необходимо спроектировать архитектуру системы планирования и взаимодействующих с ней сервисов таким образом, чтобы сервис планирования обеспечивал построение расписания, хранение допустимых результатов и оповещение о готовности плана.

В крупных корпоративных приложениях выделяют задачи, относящиеся к категории «hot spots» или «горячих точек»:

1. Кэширование.
2. Взаимодействие.
3. Аутентификация и авторизация.
4. Композиция.
5. Параллельные вычисления и транзакции.
6. Управление конфигурацией.
7. Связанность и сцепление.
8. Доступ к данным.
9. Работа с исключениями.
10. Ведение логов и мониторинг.
11. Поток операций.
12. Взаимодействие с пользователем.
13. Проверка данных.

При реализации сервиса планирования выделим функции композиции, взаимодействия между сервисами, кэширования и доступа к данным, образующие базис архитектуры системы планирования.

Сервис планирования

Сервисы планирования могут иметь различные реализации, детали которых следует скрывать с помощью единого интерфейса доступа. Основные способы взаимодействия внешних систем с сервисом планирования:

1. Передача информации в терминах абстрактной модели.



2. Запуск системы планирования.
3. Остановка планировщика.
4. Проверка состояния системы.
5. Подписка на результаты системы планирования.

Возможность параллельного выполнения задачи планирования обеспечивается дополнительным уникальным идентификатором, который характеризует пару: пользователь, сессия планирования.

Рассмотрим четыре категории «горячих точек» при построении сервиса планирования как отдельные задачи.

Композиция

При решении задачи композиции необходимо спроектировать слабосвязанную структуру и при этом сохранить возможность взаимодействия между модулями. Модули могут быть запущены в рамках отдельных серверов приложений на одной вычислительной машине или на разных машинах. Чтобы сохранить доступность системы в экстренных ситуациях, необходимо выполнить дублирование физических серверов, на которых расположены сервисы планирования, а затем выполнить балансировку задач между ними.

Балансировщик нагрузки – это программа, прослушивающая порт, через который внешние клиенты подключаются к службам. Такой подход скрывает структуру внутренней сети и предотвращает атаки на ядро, сетевой стек или несвязанные сервисы, работающие на других портах. Если серверная часть балансировщика недоступна, может быть выполнена переадресация на резервную систему балансировки.

Альтернативный подход к балансированию нагрузки не требует специального программного или аппаратного обеспечения и называется Round Robin DNS. В отличие от использования выделенной подсистемы балансировки нагрузки, эта методика предоставляет клиентам информацию о существовании нескольких серверов. Такой подход фактически раскрывает структуру подсети и не может быть использован, так как планировщик является ядром системы, которое должно быть защищено и скрыто от клиента.

Необходимо, чтобы балансировщик правильно перенаправлял запросы в зависимости от пользователя и его сессии планирования. Балансировщик должен иметь долговременное хранилище – базу данных (БД), в которой будет храниться информация о том, у какого пользователя, на каком сервере, какая сессия планирования выполняется. Скорость взаимодействия с хранилищем – наиболее критический фактор. Доступ к БД должен быть исключительно у балансировщика, а количество репликаций БД может быть равно количеству резервных балансировщиков. Резервные балансировщики и репликации БД желательно размещать в одних и тех же географических локациях, за счет чего скорость доступа к данным будет максимальной, а при переключении на резервный балансировщик хранилище из той же локации получает статус «мастер» (принцип master-slave).

Взаимодействие

При решении задачи взаимодействия возникают следующие вопросы:



1. Как передавать информацию между сервисами?
2. Как совершать асинхронные операции?
3. Как передавать секретные данные?

Сервис планирования отделен от системы управления, поэтому необходимо определить, каким образом происходит обмен данными. На данный момент наиболее распространенным и простым способом передачи данных по сети является протокол HTTP (HyperText Transfer Protocol).

Для асинхронных операций информирования о построении расписания в данном протоколе используются «вебхуки» (webhooks). Данный метод основан на вызове определенного HTTP-запроса при наступлении события.

Для передачи секретных данных HTTP протокол имеет расширение HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure). Протокол позволяет шифровать трафик и избегать атак в виде прослушивания канала передачи данных и атак типа «человек посередине». Для шифрования передаваемых данных используются протоколы SSL и TLS. Однако в 2014 году сообщалось об уязвимости текущих версий протокола SSL, поэтому большую популярность получает TLS. Протоколы базируются на использовании двух ключей: публичного и приватного. С помощью публичного ключа клиент шифрует передаваемые данные и только с помощью приватного ключа сервер может их расшифровать.

Кэширование

Для временного хранения требуется решить задачу кэширования результатов работы планировщика. В общем случае, требуется хранить идентифицирующую информацию сеанса планирования и расписание. Использовать базу данных для кэша подобного рода не имеет смысла. Следует выстроить иерархию «сервер/пользователь/расписание», имена файлов будут соответствовать номеру версии, тогда файл будет исключительно хранилищем результатов. Такие данные не подвергаются изменениям, поэтому имеет смысл сжимать результирующий план для экономии расхода памяти на хранение версий и более быстрой передачи по сети. Время сжатия не является критическим фактором. Качественное сжатие однородных данных демонстрирует алгоритм GZIP.

Взаимодействие с таким кэшем следует проводить, используя реализации очередей сообщений (ActiveMQ, RabbitMQ). Если сервер хранения данных будет недоступен, сами данные будут находиться в очереди.

Доступ к данным

Из описанной выше структуры следует, что исходные данные для планирования поступают к сервису по сети, а хранятся только результаты. Формирование исходных данных происходит с помощью сервиса менеджмента планирования. Сервис отвечает за всю работу с данными и является посредником для работы с системой планирования. Клиенты не могут напрямую отправить в систему планирования исходные данные. Сервис менеджмента может работать с различными клиентами (mobile, web, desktop) или серверами-посредниками средствами HTTPS протокола.



Заключение

Были исследованы архитектурные решения для построения сервиса планирования. На основании анализа выбраны способы балансирования нагрузки, передачи, сжатия и шифрования информации.

Литература

1. Е.В. Симонова, И.В. Осипов. Расширение модуля стратегического планирования цеха промышленного предприятия возможностями адаптивности // Труды международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016)», Самара, 26-28 апреля 2016 г. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С. 311-315.

С.В. Платонов, А.В. Иващенко

ТЕСТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва г. Самара)

В настоящее время появляется всё больше и больше приложений с интегрированной в них мультиагентной системой, так же появляется необходимость в их тестировании.

Тестирование данных систем по стратегии чёрного ящика, в данном случае, малоэффективно из-за малой информативности данного подхода. При тестировании мультиагентных систем необходимо знать их концепцию.

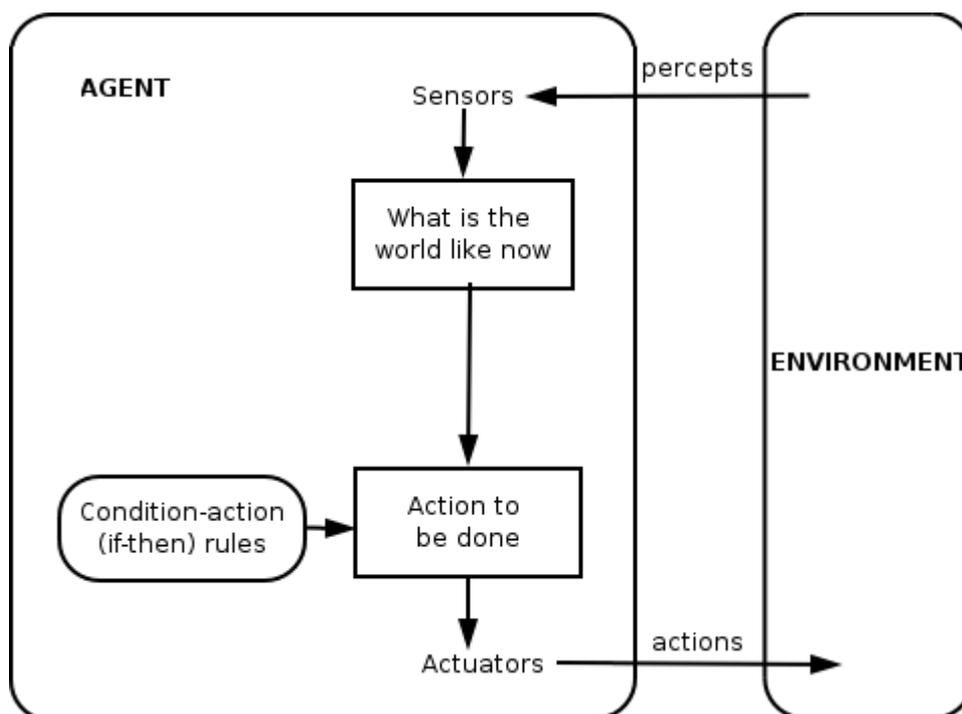


Рис. 1 – Схема мультиагентной системы



В мультиагентной системе агенты имеют несколько важных характеристик:

Автономность: агенты, хотя бы частично, независимы

Ограниченность представления: ни у одного из агентов нет представления о всей системе, или система слишком сложна, чтобы знание о ней имело практическое применение для агента.

Децентрализация: нет агентов, управляющих всей системой

В мультиагентных системах может проявляться самоорганизация и сложное поведение, даже если стратегия поведения каждого агента достаточно проста.

С учётом всего выше перечисленного можно выделить следующие группы тестирования:

Тестирование агентов: для любой системы состоящей из компонентов в первую очередь необходимо протестировать сами компоненты. В эту группу входят как unit тестирование каждой функции агента, так и взаимодействие этих функций внутри него, а так же правильность работы интерфейса агента с внешней системой.

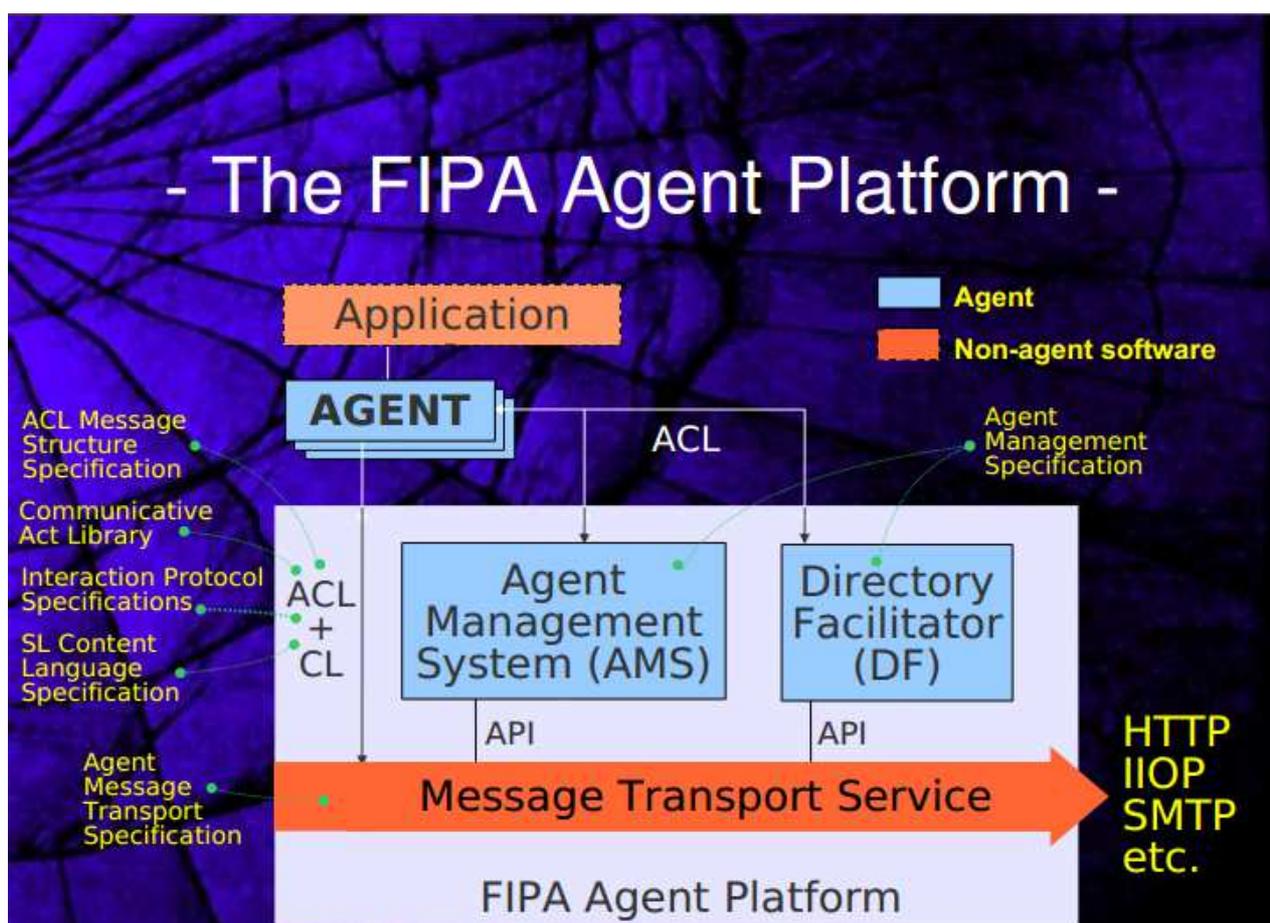


Рис. 2 – Схема работы мультиагентных систем по стандарту FIPA



Интеграционное тестирование: на данном этапе происходит тестирование агентов как системы в целом, а именно анализ макросвойств, появляющихся в результате взаимодействия агентов между собой.

Сложности возникают именно при интеграционном тестировании, т.к. зачастую для полной картины необходимо видеть ход взаимодействия агентов, а так же их состояние в контексте системы.

Для решения данной проблемы можно реализовать модуль или централизованную систему модулей для сбора информации о взаимодействиях агентов и обработки полученной информации с помощью алгоритмов анализа больших данных.

Например для такого фреймворка как JADE (JAVA Agent DEvelopment Framework), основаного на стандарте FIPA (The Foundation for Intelligent Physical Agents) планируется реализовать предполагаемую идею путём реализации интерфейса MTS (Message Transport Service) под нужды тестирования.

Литература

1. Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons Ltd, 2002.
2. Sun, Ron, (2006). «Cognition and Multi-Agent Interaction». Cambridge University Press.
3. FIPA specification in JADE. [Электронный ресурс]: сайт. – Электрон. дан. – 2015. – Режим доступа: http://jade.tilab.com/papers/JADETutorialIEEE/JADETutorial_FIPA.pdf – Дата обращения: 16.12.2016.
4. Testing in Multi-Agent Systems: Cu D. Nguyen, Anna Perini, Carole Berton, Juan Pav´on and John Thangarajah

Д.А. Проценко, Е.В. Симонова

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ШТАТНОГО ПОВЕДЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ТГК «ПРОГРЕСС»

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

Отправка грузов на Международную космическую станцию является дорогостоящей и требующей тщательной подготовки операцией, которая сопровождается рисками потери или повреждения как транспортного средства, так и доставляемого груза в случае возникновения нештатной ситуации. Поскольку полностью избежать появления на борту таких ситуаций не представляется возможным ввиду их вероятностной природы, гораздо эффективнее уметь прогнозировать те или иные события на основе телеметрических данных, поступающих со всех бортовых систем космического корабля. Система анализа и



прогнозирования состояния космических аппаратов, распознав тенденцию к возникновению нештатной ситуации на борту, может оперативно формировать рекомендации по её парированию [1].

В качестве статических данных, используемых системой, предлагается организовать базу знаний, основанную на онтологическом описании предметной области, включающем все основные физические понятия («Составной узел», «Бортовая система», «Блок управления приводом вентилятора» и т.д.), отношения («состоит из», «входит в», «использует» и т.п.), нештатные ситуации на борту («Останов вентилятора холодильно-сушильного агрегата» и т.п.) и правила предупреждения и парирования нештатных ситуаций («Откачка конденсата», «Досрочный спуск» и т.п.).

Динамические данные представляют собой поток телеметрической информации, собираемой со всех бортовых систем, на основе которых система может делать выводы о текущем состоянии как корабля в целом, так и отдельных его узлов.

Для реализации возможности прогнозировать возникновение нештатных событий помимо их детектирования, в систему необходимо ввести данные о штатной работе узлов.

Постановка задачи

Необходимо сформировать набор правил штатной работы бортовых систем корабля на основе заранее собранных телеметрических данных.

Созданные правила должны лечь в основу онтологической модели штатного поведения бортовых систем и использоваться в процессе мониторинга активности во время полёта на предмет отклонения от штатных значений.

Методы решения

Для решения данной задачи предлагается разработать модуль формирования штатной модели работы бортовых систем корабля, оценивающий телеметрические показатели пройденных полётов и заполняющий базу знаний системы.

В качестве входных данных выступает файл с телеметрической информацией, а также программа полёта корабля, включающая подробный план всех полётных операций, проводимых на борту. В файле содержится несколько именованных телеметрических индексов с метками о значении и времени его получения. На основе программы полёта телеметрия делится на минимальные временные диапазоны, в рамках которых будет проводиться анализ.

Телеметрия содержит 3 основных вида анализируемых данных:

- вещественные значения;
- строковые переменные;
- вещественные изменения значения (положительные и отрицательные).

Для каждого из распознанных индексов формируется математическая модель, описывающая его поведение с течением времени и использующая численные методы для формирования того или иного анализатора, трактующего поведение индекса на данном промежутке времени.



В состав штатной модели входит список анализаторов поведения телеметрического индекса. Под анализатором подразумевается структура, содержащая совокупность правил и ограничений значений конкретного телеметрического индекса в течение определённого промежутка времени. Например, известно, что в течение определённой полётной операции температура в отсеке монотонно возрастает от 17 до 23 градусов. Тогда сформированный анализатор «Монотонно возрастает» будет содержать границы изменяемых значений, аппроксимирующую функцию изменения и возможную погрешность, в рамках которой значения будут трактоваться как допустимые.

Результатом работы модуля будет являться список анализаторов для распознанных индексов, каждый из которых будет содержать атрибуты, описывающие характер изменений их значений со временем, а также привязку к элементу плана в программе полёта.

В дальнейшем эти анализаторы будут извлекаться из базы в процессе мониторинга текущих значений индекса на данной полётной операции.

Заключение

Представлен вариант формирования модели штатного поведения узлов космического корабля для системы анализа и прогнозирования состояния бортовых систем. Он позволяет на основе имеющихся данных о штатном полёте сформировать представление о правилах изменения индексов с целью последующего мониторинга для прогнозирования тенденций к возникновению нештатных ситуаций на борту космического аппарата.

Литература

1. Юрыгина Ю.С., Лахин О.И., Донсков А.В., Мишурова Н.В., Сысоев Д.В., Скорюпина Е.Г. Особенности реализации интеллектуальной системы анализа и прогнозирования состояния космических аппаратов // Материалы VI Международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2016), 18 – 20 февраля 2016 г. – Минск: БГУИР, 2016. – С. 487-492.

С.А. Разлацкий, П.Ю. Якимов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GPU ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПОМОЩИ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

Аннотация

В настоящей статье описаны современные подходы к распознаванию трехмерных объектов в реальном времени, в частности с использованием трехмерных сверточных нейронных сетей (CNN). Для оценки качества распознавания и быстродействия рассмотренных методов были использованы различные



типы трехмерных данных. Используется реализация CNN из открытой библиотеки VoxNet. Экспериментальные исследования показали эффективность взятой реализации. Для обучения и функционирования используемого метода использован GPU.

Введение

Задача надежного детектирования объектов в трехмерной сцене стала актуальной с появлением и развитием методов получения трехмерных цифровых изображений. Между тем, сенсоры, такие как LiDAR и RGBD камеры, развивались и становились все более распространенным решением для многих автономных робототехнических средств. Настоящая работа является продолжением исследований методов распознавания трехмерных объектов в облаке точек – специализированном формате представления трехмерных данных.

Методы, рассмотренные авторами в [1] и [2], эффективно распознают объекты, и их быстродействия достаточно для функционирования в реальном времени, но главным недостатком описанных методов является требование идентичности искомого объекта заранее заданному эталону. То есть, для распознавания какого-либо зарегистрированного объекта необходимо, чтобы в системе уже имелась трехмерная модель, ассоциированная с определенным классом. Такой подход хорошо подходит для распознавания объектов на модельных данных, но в реальности регистрируемый объект часто отличается от его представления в эталонных моделях.

В последнее время все более широкое распространение получили методы на основе технологии глубинного обучения. В частности, задача детектирования и распознавания трехмерных объектов успешно решается при помощи сверточной нейронной сети (Convolutional Neural Network или CNN), адаптированной для работы с трехмерными объектами [3]. Настоящее исследование посвящено изучению работы библиотеки VoxNet [4], которая содержит эффективную реализацию трехмерной сверточной нейронной сети (3D CNN) для распознавания трехмерных объектов в реальном времени.

Обзор существующих методов

Классические методы распознавания трехмерных объектов

Одним из примеров классического подхода к обнаружению трехмерного объекта является трехмерный метод Хафа [5]. Данный метод стал популярен в применении для двумерных изображений, где в качестве областей интереса использует в основном контуры объектов. При работе в трехмерном формате метод выделяет в трехмерном изображении особые точки для сокращения вычислительных издержек Процедура голосования происходит в аккумуляторном пространстве с учетом только выделенных особых точек. В результате получаются локальные максимумы в тех областях, где потенциально может находиться искомый объект. Еще одна проблема - это вероятность различной ориентации сцены и искомого объекта. Она решается при помощи введения специальных векторов, обеспечивающих инвариантность к вращению и повороту [1]. Немного более проработанным является метод геометрической связности [2]. Основным отличием от трехмерного метода Хафа является иной алгоритм поиска



особых точек, которые объединяются в так называемые особые области и переводятся в формат, описываемый специальным индексом форм. Полученные области в виде значений индексов записываются в двумерные гистограммы, где и происходит процедура голосования по всем локальным окрестностям, содержащимся в тестовом объекте.

Существует большое количество работ по распознаванию объектов в трехмерном облаке точек, получаемых при помощи LiDAR и стереокамеры, использующих комбинацию различных индивидуальных признаков и дескрипторов с классификацией методами машинного обучения [6], [7], [8]. Также широко распространены методы семантической сегментации, где вместо отдельные классификаторы используются структурированные классификаторы. В отличие от указанных выше подходов, исследуемая в настоящей работе архитектура учится извлекать особенности и классифицировать объекты из «сырых» 3D данных.

2.5D CNN

Вдохновившись успешным применением сверточных нейронных сетей для решения задач распознавания на двумерных изображениях, некоторые авторы расширили их использование для стерео данных. Такие подходы обрабатывают канал с «глубиной» как дополнительный канал, наряду с обычными каналами R, G, B. Однако, при этом не в полной мере используется геометрическая информация в трехмерных данных, что затрудняет интеграцию между зрительными точками.

Для LiDAR данных предложены признаки [9], локально полученные на данных с представлением 2.5D, а некоторые работы исследуют данный подход в сочетании с разновидностью так называемого обучения без учителя [10]. В работе [11] предложена кодировка, которая эффективно использует информацию о глубине, но подход все равно двумерно-ориентированный. Получается более точное представление об окружающей среде.

VoxNet. Архитектура 3D CNN

Исходные данные для алгоритма, реализованного в библиотеке VoxNet, представляют собой сегмент облака точек, который может быть получен различными методами сегментации или при помощи алгоритма «скользящего трехмерного окна». Сегмент, как правило, определяется пересечением облака точек с ограничивающим параллелепипедом и может включать в себя фоновые шумы. Задача заключается в определении принадлежности объекта в сегменте к определенному классу. Система решения данной задачи состоит из двух компонентов: «объемной сетки», которая представляет оценку пространственного наполнения, и 3D CNN, которая классифицирует объекты, непосредственно используя объемную сетку. Опишем компоненты более подробно.

На рисунке 1 представлена архитектура VoxNet.

Сетка пространственного наполнения отображает представление состояние среды как 3D решетки случайных величин (каждая соответствует одному вокселу) и формирует вероятностную оценку их размещения, как функцию от входных данных датчика и априорного знания. Также сетка наполнения позво-



ляет эффективно оценить свободные, занятые и неизвестные пространства из измерений дальности, даже для измерений, поступающих с разных точек зрения и в различные моменты времени.

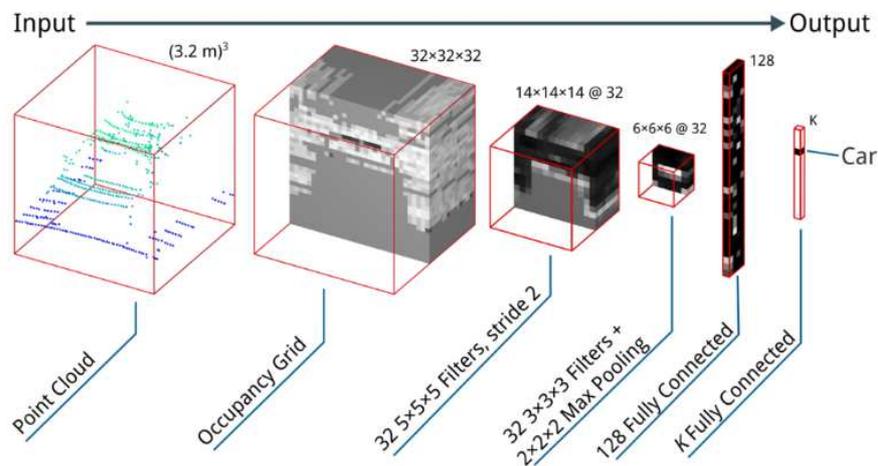


Рис. 1. Первый этап – характеризует облако точек, второй этап - перевод облака точек в пространственную сетку наполнения, третий этап – определение карты признаков при помощи фильтрации блока вокселей с определенным шагом, четвёртый этап – объединение вокселей определенной площадью, пятый этап – вывод слоя с вероятностью нахождения признаков.

Для CNNs есть три основных причины, делающих сверточные нейронные сети привлекательным для решения поставленной задачи. Во-первых, они могут использовать пространственную структуру рассматриваемой задачи. В частности, они могут изучить локальные пространственные фильтры, полезные для задачи классификации. В данном случае, ожидается, что фильтры на уровне входного сигнала будут кодировать пространственные структуры как плоскости и углы при различных ориентациях. Во-вторых, укладывая несколько слоев сети можно построить иерархию из более сложных функций, представляющих большие области пространства, в конечном итоге это приводит к полной классификации для поступающей сетки пространственного наполнения. И наконец, такие операции могут быть выполнены эффективно на графическом аппаратном средстве. В данном исследовании рассматривается CNN, состоящая из нескольких слоев.

Входной слой принимает фиксированного размеры сетки $I \times J \times K$ вокселей. В выбранной версии используются вариант, где каждый параметр равен 32. В зависимости от выбранной модели пространственного наполнения сетки, значение каждой ячейки находится в диапазоне $(-1,1)$, основываясь на уравнениях или (1), или (2), или (3). Хотя эта работа рассматривает только скалярный вклад, реализация может принимать дополнительные значения в ячейку, такие как LiDAR значения интенсивности или RGB информация от камер.

Сверточные слои $C(f,d,s)$ при помощи фильтра f , размерности исследуемого блока вокселей d и шагом s , создают карту признаков f . Создание карты признаков происходит путем перемножения входных данных с фильтром. При переходе к сверточным слоям следующего уровня, начинается поиск более



сложных признаков. Для повышения эффективности они опираются на результаты карт признаков предыдущего уровня, получая четырехмерный объем данных $d*d*d*f'$, где d является пространственным размером, а f' – карты признаков предыдущего уровня. Свертка также может быть применена при большом пространственном шаге s , что может повысить скорость обучения сети, но также может понизить точность распознавания. Полученный результат пропускается через выпрямленный нелинейный блок (ReLU) с параметром 0,1.

Группировка слоев $P(m)$ подразумевает под собой нелинейное уплотнение карты признаков с шагом m по каждому трехмерному параметру (I,J,K). То есть вместо блока вокселей размера $m*m*m$ мы получаем максимальное значение вокселя, представленного в матрице.

Полносвязанные слои FC(n) имеют n выходных нейронов. Выход каждого нейрона изучает линейная комбинация всех выходов предыдущего слоя, пропуская их через нелинейность. Для этого используется ReLU, которая преобразовывает результаты выходного слоя для получения вероятности нахождения объекта, где число выходов соответствует числу классов.

Стоит понимать, что при первых попытках обнаружения искомым объектов сеть будет мало эффективна, основная причина – это принятия веса карты каждой карты признаков случайным образом. CNN начинает превосходить все ранее исследуемые методы лишь после обучения. Это обучение основывается на стохастическом градиентном спуске. Именно данный метод начинает регулировать вес карт признаков, приводя с каждым тренировочным набором данных данный параметр к эталонному значению.

Эксперименты

Чтобы оценить эффективность VoxNet, используются данные трех разных типов: LiDAR облака точек, RGBD облака точек и CAD модели. Все тренировочные данные были взяты из открытых источников, а сама библиотека также находится в открытом доступе [12]. Рисунок 2 показывает примеры каждого типа.



Рис. 2. LiDAR данные, RGBD данные, CAD данные.

В ходе экспериментов были использованы данные, дополненные вращением. Было рассмотрено 4 различных случая для такого дополнения (аугментации) вращением: в зависимости от того, применяется ли оно или нет при обучении (как дополнение) и тестировании (как голосование) для LiDAR объектов и ModelNet40. Для случаев, в которых голосование не выполняется при тестировании, случайная ориентация применяется на тестовых примерах, и берется среднее время за 4 выполнения. Для случаев, в которых аугментация не выполняется, существует два варианта. В ModelNet40 для обучения выбирается объект в начальной позе. Для LiDAR данных эта информация не доступна, и ис-



пользуется не модифицируемая ориентация для данных. Таблица 1 показывает результаты экспериментов. Они показывают, что тренировочное время аугментации наиболее важно.

Таблица 1. Эффект от аугментации вращением и голосования

Аугментация при обучении	Голосование при тестировании	Сиднейские объекты	ModelNet40
Да	Да	0,72	0,83
Да	Нет	0,71	0,82
Нет	Да	0,69	0,69
Нет	Нет	0,69	0,61

Помимо этого, было произведено сравнение VoxNet с другим методом ShapeNet, предложенным Wu [13] для задачи классификации данных ModelNet40 и ModelNet10. В ShapeNet также используется объемная сверточная архитектура с применением аугментацией вращения для обучения. Однако количество параметров в этой архитектуре более 12 миллионов, как в VoxNet их менее миллиона. В таблице 2 показаны полученные результаты.

Таблица 2. Сравнение с ShapeNet

Набор данных	ShapeNet	VoxNet
ModelNet10	0,84	0,92
ModelNet40	0,77	0,83

Для обучения 3D сверточной нейронной сети и непосредственного выполнения был использован графический процессор Nvidia Tesla K40. Наиболее ресурсозатратная конфигурация VoxNet – мультимасштабность и дополнение поворотами и голосованием – выполняется за 6 мс в случае индивидуальной классификации, и по 1 мс на объект, если обрабатывать сразу 32 объекта. Такая разница объяснима накладными расходами на пересылку данных между GPU и CPU.

Заключение

В настоящей работе был представлен анализ библиотеки VoxNet, реализующей архитектуру трехмерных сверточных нейронных сетей для эффективного и точного обнаружения и распознавания объектов различных типов в облаках точек, а также изучено влияние использования различных конфигураций на производительность системы. Кроме того, было произведено сравнение с аналогичными системы на одинаковых наборах данных, которое показало превосходство исследуемой системы VoxNet. Полученные результаты показали, что данная реализация 3D CNN успешно справилась с поставленными задачи и действует эффективнее других подобных систем.



В дальнейшем планируется применить полученные результаты для исследования распознавания объектов в трехмерных сценах, получаемых при помощи стереокамеры, в реальном времени.

Благодарности

Исследования проводились при поддержке фонда РФФИ (проект 16-37-00362).

Литература

[1] Разлацкий, С.А. Применение метода Хафа для детектирования объектов в трехмерной сцене / С.А. Разлацкий, П.Ю. Якимов // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2015). -2015.

[2] Разлацкий, С.А. Применение метода геометрической связанности для детектирования объектов в трехмерном облаке точек / С.А. Разлацкий, П.Ю. Якимов // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2016). -2016.

[3] Nielsen, M. Neural networks and deep learning / M.Nielsen. – 2014.

[4] Maturana, D. VoxNet: A 3D Convolutional Neural Network for Real-Time Object Recognition / D. Maturana, S. Scherer // IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. – 2015.

[5] Goshin, Ye.V. Segmentation of stereo images with the use of the 3D Hough transform / Goshin Ye.V., Loshkareva G.E. // CEUR Workshop Proceedings. – Vol. 1638 – 2016. – P.340-347.

[6] Tombari F., Object recognition in 3D scenes with occlusions and clutter by Hough voting / L. Di Stefano, F. Tombari // Fourth Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology. – 2010. – P. 2-4

[7] Frome, A. Recognizing objects in range data using regional point descriptors / A. Frome, D. Huber, and R. Kolluri // ECCV. - 2004. - Vol. 1. - P. 1–14.

[8] Chen, H. 3D free-form object recognition in range images using local surface patches / H. Chen, B. Bhanu // Pattern Recognition Letters. – vol. 28(10). – 2007. – P. 1252-1262.

[9] Quadros, A. An occlusion-aware feature for range images / A. Quadros, J. Underwood, and B. Douillard // ICRA, May 14-18 2012.

[10] Quadros, A. Unsupervised feature learning for classification of outdoor 3d scans / M. De Deuge, A. Quadros, C. Hung, and B. Douillard // ACRA, 2013.

[11] Gupta, S. Learning rich features from RGB-D images for object detection and segmentation / S. Gupta, R. Girshick, P. Arbelaez, and J. Malik // ECCV, 2014.

[12] GitHub [Электронный ресурс] - URL: <https://github.com/dimatura/voxnet> (дата обращения 12.02.2017)

[13] Wu, Z. 3d shapenets: A deep representation for volumetric shape modeling / Z. Wu, S. Song, A. Khosla, F. Yu, L. Zhang, X. Tang and J. Xiao // Proceedings of 28th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2015.



Е.В. Симонова, Д.А. Новиков

СИНХРОНИЗАЦИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ И БАЗЫ ДАННЫХ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ ЦЕЛЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Введение

В связи с ростом числа использования веб-приложений для отображения данных и постепенным отказом от старых способов отображения информации, например, форм в C# и Swing в Java, проблема синхронизации современных веб-приложений и информации, хранящейся в базах данных (БД), становится все более актуальной.

Постановка задачи синхронизации web-приложения и БД в акторной системе

Имеется база данных, браузер клиента, клиент использует некоторое web-приложение. Необходимо показать, каким образом в окно web-приложения, открытое во вкладке браузера клиента, передаются сообщения об удалении, добавлении, изменении информации в БД. Взаимодействие между web-приложением и БД организовано через web-сервер. Архитектура системы представлена на рисунке 1.



Рисунок 9 – Архитектура системы

Связь между web-приложением и web-сервером осуществляется посредством технологии WebSocket [1], которая идеально подходит для пересылки небольших сообщений. Веб-сервер написан на языке Java и основан на фреймворке Akka [2], в основе которого лежит модель акторной системы.

Синхронизацию web-приложения и базы данных должен осуществлять web-сервер. Следовательно, все изменения в акторной системе, т.е. добавление или удаление объектов (акторов) и изменение внутренних состояний (свойств) акторов, должны сохраняться в БД и одновременно отсылааться web-приложению. Для базы данных определены следующие типы акторов: спутники, объекты наблюдения, пункты приема информации. Типы акторов описываются с помощью таблиц, строки которых соответствуют акторам, состояния акторов определяются значениями строк таблиц.



Описание акторов в акторной системе web-приложения

В процессе инициализации web-сервера загружаются следующие данные из БД:

- 1) список спутников;
- 2) список объектов наблюдения;
- 3) список пунктов приема информации.

Для каждого объекта из каждого списка создается уникальный актор с параметрами каждого объекта.

Так как акторная система web-приложения в целом достаточно сложна и объемна, в рамках решаемой задачи имеет смысл рассмотреть только следующие акторы:

- 1) DBActor – актор взаимодействия с БД, осуществляющий операции запроса, добавления, изменения и удаления данных непосредственно из БД;
- 2) WebActor – актор взаимодействия с web-приложением, осуществляющий отправку событий на web-сокет (WebSocket).

Все акторы имеют доступ к единой шине событий (EventBus) и могут осуществлять ее прослушивание путем создания слушателя шины событий (EventBusListener), который регистрируется у шины событий посредством вызова метода Subscribe и передачи себя в качестве параметра. Акторы могут также генерировать произвольные события (Event) и отправлять их по шине событий.

Принцип взаимодействия акторов на стороне web-сервера

При создании нового объекта (актора) генерируется событие создания (CreateEvent) и отправляется по шине событий. Другие акторы, подписавшиеся на прослушивание шины событий, получают это событие. Акторы, получившие событие, должны определить, отвечают ли они за его обработку, путем сравнения типа события с типом, явно прописанным в них программистом, и при необходимости произвести действия, соответствующие каждому событию.

При изменении внутренних свойств актора происходит генерация события изменения (ChangeEvent) и отправка его на шину событий. Заинтересованные в этом событии акторы произведут соответствующие действия.

Принцип взаимодействия окна web-приложения и web-сервера

Каждое окно web-приложения, открытое в отдельной вкладке web-браузера, полностью независимо от других окон, открытых в соседних вкладках. Синхронизация осуществляется не между web-приложением в целом и web-сервером, а между окном web-приложения и web-сервером.

Каждое открытое окно создает своего слушателя и регистрирует его на прослушивание web-сокета, и подобно актерам в акторной системе, окна получают события и производят соответствующие им действия.

Решение задачи синхронизации

Например, был создан новый объект Спутник (SatteliteActor). При создании он сгенерировал событие (CreateSatteliteEvent) и отправил его на шину событий.



На прослушивание шины событий были подписаны DBActor и WebActor. Соответственно, каждому из них пришло событие добавления нового объекта. Актор DBActor по типу события произвел добавление новой строки в таблицу Спутники. В тот же момент, асинхронно с ним, актер WebActor сгенерировал новое событие и отправил его на web-сокеты. Окна web-приложения, которые подписались на прослушивание web-сокета, получили данное событие и произвели соответствующие действия.

В случае изменения свойств Спутника будет сгенерировано событие (ChangeSatteliteEvent), агенты DBActor и WebActor выполняют соответствующие действия – DBActor изменит записи в таблицах, а WebActor уведомит окна, подписавшиеся на это событие, об изменении свойств Спутника.

Заключение

Была решена проблема синхронизации данных между web-приложением и базой данных для мультиагентной системы целевого планирования космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с помощью взаимодействия акторов.

Литература

1. WebSocket. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WebSocket>
2. Akka. – Режим доступа: <http://akka.io/>

Г.А. Черезов¹, А.Н. Попов²

ПОСТРОЕНИЕ ПРИЗНАКОВОГО ПРОСТРАНСТВА ИЗ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

(¹Самарский государственный университет путей сообщения, ²Уральский государственный университет путей сообщения)

Для повышения достоверности диагностирования приемо-передающей аппаратуры тональных рельсовых цепей (ТРС), использующихся в настоящее время на сети железных дорог России в качестве непрерывных датчиков контроля состояния участков пути, целесообразно использование вейвлет-преобразования [1, 2].

В общем случае вейвлет-преобразование имеет вид [3]

$$C_x(a, b) = \langle x(t), \psi_{a,b}(t) \rangle = |a|^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt$$

или

$$x(t_i) = \sum_{k=1}^{2^{N-M}} a_{m,k} \varphi_{m,k}(t_i) + \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^{2^{N-M}} d_{m,k} \psi_{m,k}(t_i),$$

где M – число уровней разложения; $a_{m,k}$ и $d_{m,k}$ – коэффициенты разложения; $\varphi_{m,k}$ и $\psi_{m,k}$ – масштабирующие и вейвлет функции, определяемые



$$\varphi_{m,k}(t) = \sqrt{2^m} \varphi(2^m t - k),$$

$$\psi_{m,k}(t) = \sqrt{2^m} \psi(2^m t - k),$$

где $\sqrt{2^m}$ – нормирующий коэффициент; $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$; $m \in \mathbb{Z}$.

В результате вейвлет-преобразования функции $x(t_i)$, представляющей собой отклик сигнала с выхода одной из контрольных точек диагностируемого блока приемо-передающей аппаратуры ТРЦ, получим коэффициенты $\{cA_M, cD_M, cD_{M-1}, \dots, cD_1\}$, где $cA_j = \{a_{j,k}\}$ – коэффициенты аппроксимации j -го уровня разложения, $cD_j = \{d_{j,k}\}$ – детализирующие коэффициенты, $j = 1, 2, \dots, M$.

Найденные коэффициенты вейвлет-преобразования предлагается использовать для построения качественного признакового пространства при диагностировании аппаратуры ТРЦ [4]. При этом под диагностированием подразумевается решение задачи классификации, которую можно сформулировать следующим образом: имеется обучающая выборка, представляющая собой набор объектов $(X, D) = \{\mathbf{x}_i, d_i\}_{i=1}^k$; каждый объект описывается набором признаков $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{in}) \in \mathbb{R}^n$ и меткой класса (диагноза) $d_i \in D = \{1, \dots, l\}$. Требуется построить классификатор, который по вектору признаков \mathbf{x} вернул бы метку класса (диагноз) \hat{d} .

Покажем, что коэффициенты вейвлет-преобразования имеют диагностическую значимость. Для этого в качестве примера рассмотрим центрированные отклики сигнала с выхода контрольной точки 42-62 путевого приемника (ПП) ТРЦ при нормальной работе всех элементов и возникновении короткого замыкания конденсатора $C2$ [5], графики которых представлены на рисунке 1.

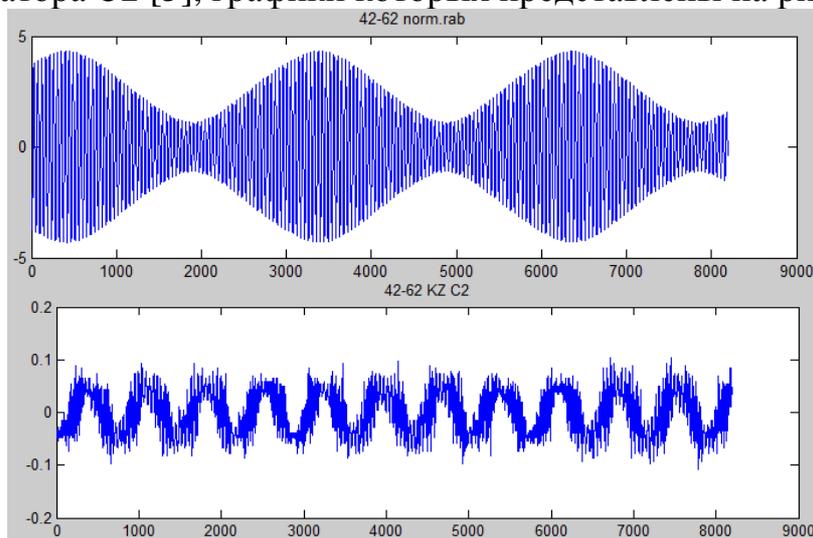


Рис.1. Графики откликов сигналов при нормальной работе элементов ПП ТРЦ и коротком замыкании конденсатора $C2$

Для вейвлет-разложения используем систему *Matlab* и вейвлет Добеши *db4* [6]. Выберем фрагменты сигналов при нормальной работе элементов ПП ТРЦ и возникновении короткого замыкания конденсатора, длиной 8192, и проведем их разложение до уровня $M = 3$. Графики вейвлет-коэффициентов представлены на рисунке 2 и 3 соответственно.

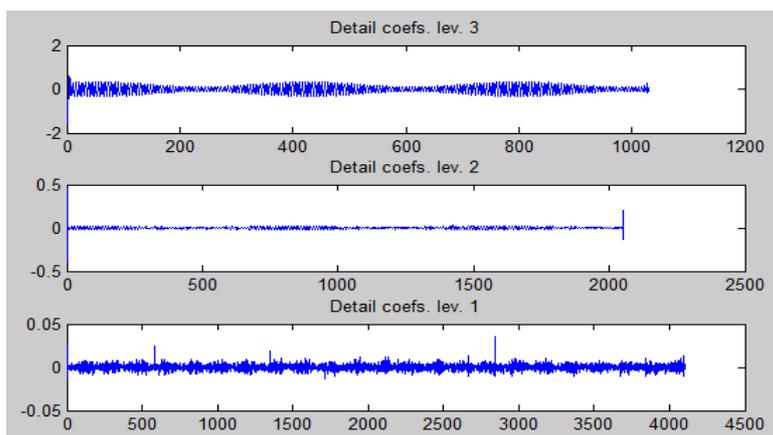


Рис. 2. Графики вейвлет-коэффициентов отклика сигнала при нормальной работе элементов ПП ТРЦ

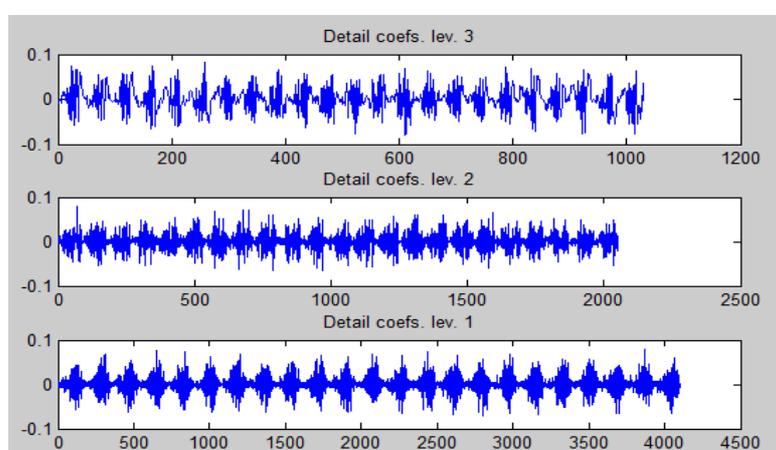


Рис. 3. Графики вейвлет-коэффициентов отклика сигнала при коротком замыкании конденсатора C_2

Анализ представленных графических зависимостей, детализирующих коэффициентов двух сигналов, показывает, что имеется визуальное различие. Для его количественного выражения используем статистические характеристики (таблица 1), а также энергетический спектр.

Таблица 1.

Среднее квадратичное отклонение вейвлет-коэффициентов и элементов сигнала, соответствующих этим коэффициентам

Сигналы	Вейвлет-коэффициенты			Компоненты сигнала		
	cD_1	cD_2	cD_3	ScD_1	ScD_2	ScD_3
Нормальная работа всех элементов (НР)	0,0033	0,0182	0,1796	0,0023	0,0091	0,0633
Короткое замыкание конденсатора C_2 (КЗ)	0,0176	0,0202	0,0273	0,0124	0,0101	0,0096
Отношение НР/КЗ	0,187	0,9	6,58	0,185	0,9	6,59



Анализ результатов вычислений СКО показывает, что наибольшей диагностической значимостью обладают детализирующие вейвлет-коэффициенты третьего уровня разложения.

Для подтверждения данного вывода был исследован энергетический спектр Фурье преобразования детализирующих коэффициентов $\{cD_3\}$, представленный на рисунке 4. При этом для его вычисления были использованы компоненты сигнала, соответствующие найденным вейвлет-коэффициентам.

В графических зависимостях имеется существенная разница в спектрах сигналов при нормальной работе всех элементов ПП ТРЦ и возникновении короткого замыкания в конденсаторе C_2 .

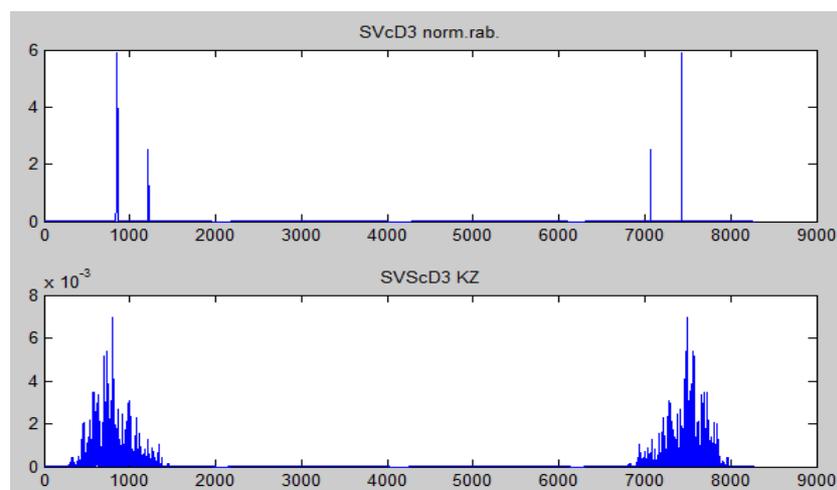


Рис. 4. Энергетический спектр преобразования Фурье детализирующих коэффициентов вейвлет-преобразования третьего уровня разложения

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности использования коэффициентов вейвлет-преобразования для построения признакового пространства при проведении диагностирования приемо-передающей аппаратуры ТРЦ.

В дальнейших исследованиях предполагается использование многомерного вейвлет-преобразования, а также использование других типов материнских вейвлетов для получения более качественных диагностических признаков.

Литература

1. Черезов Г.А., Леушин В.Б., Исайчева А.Г. Применение вейвлет анализа для оценки спектров сигналов // Транспортная инфраструктура Сибирского региона: материалы Шестой междунар. науч.-практ. конф., Т. 1. – Иркутск: ИрГУПС, 2015. – с. 311-314
2. Черезов Г.А., Шавалеев А.Б. Применение вейвлет анализа при диагностировании аппаратуры тональных рельсовых цепей // Молодежь как импульс в техническом прогрессе. IV междунар. научн.-исслед. конф. – Самара; Оренбург: СамГУПС, 2016. – с. 127-129
3. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004. – 464 с.



4. Черезов Г.А., Леушин В.Б. Способы построения качественного признакового пространства при классификации состояний аппаратуры тональных рельсовых цепей // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Инновационный транспорт – 2016: специализация железных дорог». – Екатеринбург, 2016. – с.

5. Черезов Г.А. Особенности диагностирования путевого приемника тональной рельсовой цепи: монография. – Самара: СамГУПС, 2016. – 89 с., ил. ISBN 978-5-98941-255-6.

6. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 448 с. ISBN 5-94074-415-X.



МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.А. Акулов

ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРИФУГАМИ В ЗАДАЧАХ ОСВОЕНИЯ ДАЛЬНОГО КОСМОСА

(Самарский государственный технический университет)

Постановка задачи «Федеральная космическая программа на 2016 – 2025 годы» предусматривает переход от орбитальных полётов человека на Международной космической станции (МКС) к освоению «дального космоса». Под этим понимаются длительные, продолжительностью до 20 – 30 суток, пребывания экипажей на поверхности Луны и Марса с выполнением значительного объёма научных и прикладных исследований. Аналогичные программы приняты в США, Китае и других странах.

Необходимо отметить, что переход от орбитальных полётов к освоению дальнего космоса сопровождается появлением нового качества. Прежде всего, существенно усложняется «профиль полётов» [1] – [4]. Под этим понимается формирование новых внешних факторов, отсутствующих на МКС, в числе которых – гипогравитация планет. Как известно, ускорение свободного падения на поверхности Луны в 6 раз меньше земного, а на поверхности Марса в 2,5 раза. При длительном пребывании людей в этих условиях неизбежны соответствующие отклики организма человека, которые изучены недостаточно. Прежде всего, гипогравитация, как аномальный фактор, снижает работоспособность человека. Кроме того, в отличие от МКС предстоит ежедневная многочасовая работа в скафандре на поверхности планет, которая сопряжена с приложением значительных усилий по преодолению его сопротивления («эффект волейбольного мяча»). Разрешение указанных противоречий требует существенной модернизации процесса подготовки космонавтов, разработки и применения новых тренажёров, имитирующих гипогравитацию и новых методик медицинского обеспечения полётов [1] – [4].

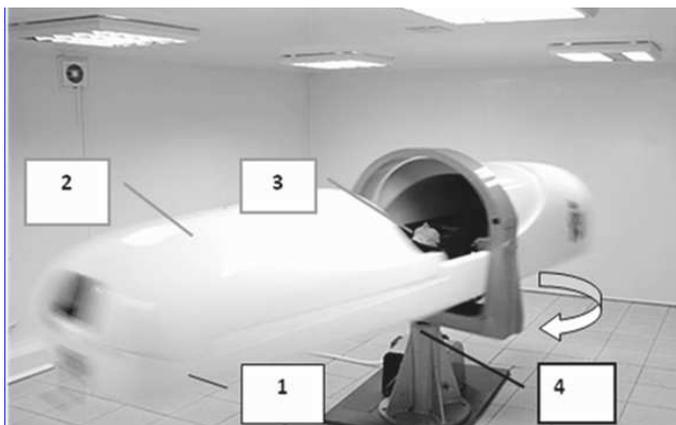


Рис. 1. Общий вид системы «человек – ЦКР».

Обозначения: 1. Ротор – горизонтальный стол. 2. Кабина пациента. 3. Пациент в позе «лёжа», ногами к периферии. 4. Ось вращения

В конечном счёте речь идёт о создании центробежного ускорения, эквивалентного по воздействию на человека со стороны ускорения свободного падения на поверхности планет (гипогравитации). В свою очередь, проблема имитации гипогравитации формирует ряд новых задач. Во-первых, необходимо создать внутри поля естественной силы тяжести (ЕСТ) Земли локальное поле искусственной силы тяжести (ИСТ), существенно (в 6 и 2,5 раза) меньшей напряжённости. Во-вторых, необходимо преодолеть неоднородность поля ИСТ, создаваемого ЦКР, которая следует из известной формулы

$$G_{цб} = \omega^2 r / g, \quad (1)$$

где $G_{цб}$ – перегрузка в радиальном направлении, обусловленная действием центробежного ускорения (индекс «цб»); ω – угловая скорость вращения ротора ЦКР; r – текущий радиус, g – ускорение свободного падения у поверхности Земли ($9,81 \text{ м/с}^2$).

Как следствие неоднородности ИСТ, при вычислении частоты вращения ЦКР из условия моделирования ЕСТ планет (Земля, Луна и Марс), возникают две неопределённости. Одна из них обусловлена местом приложения ИСТ, а другая – её величиной. Для преодоления создавшегося затруднения разработаны алгоритмы управления ЦКР, обеспечивающие адекватность ИСТ и ЕСТ, включая гипогравитацию [5]. Их основу составляет энергетический критерий адекватности δ , учитывающий значительное число параметров системы «человек – ЦКР» и имеющий вид

$$\delta = \left(\frac{\omega^2}{3\beta g} \frac{h^3 - r_1^2 (3h - 2r_1)}{(h - r_1)^2} - 1 \right) \cdot 100\%. \quad (2)$$

Здесь h – рост пациента, r_1 – расстояние от оси вращения до сердца, β – коэффициент, учитывающий уровень гипогравитации (для Земли $\beta = 1$, для Луны $\beta = 1/6$, для Марса $\beta = 0,4$).

Как следует из (2), если $\delta = 0$, ЦКР обеспечивает минимум отличий ИСТ и ЕСТ. Если $\delta > 0$, ЦКР создаёт повышенную нагрузку на человека по сравнению с ЕСТ. Если $\delta < 0$, ЦКР занижает нагрузку.

Следует отметить, что номенклатура устройств, генерирующих искусственную гипогравитацию в наземных условиях, ограничен. К их числу относятся короткорadiusные центрифуги (ЦКР). [1] - [5]. В результате формируется сложная система класса «человек – ЦКР» (рис. 1).



Значимость формулы (2) состоит в том, что она, в отличие от традиционных алгоритмов управления ЦКР, количественную основу которых составляет перегрузка на периферийном радиусе (+Gz) [2], обеспечивает выработку управляющей информации, необходимой для имитации гипогравитации Луны и Марса. Так как управляющая информация определяется теоретически (модель систем «человек – ЦКР»), возникает новая задача по оценке её достоверности. В связи с отсутствием в ближайшей и среднесрочной перспективе возможности прямых экспериментов на Луне и Марсе формируется следующая задача целеполагания.

Цель исследований. Разработка методики, предусматривающей косвенную оценку достоверности алгоритмов управления системами «человек – ЦКР» в задачах имитации факторов гипогравитации Луны и Марса в наземных условиях.

Методика и результаты исследований. Основу методики составляет оценка состояний человека (сходства и различий), полученных при ортостазе на Земле (эталон) и его имитации при вращении на ЦКР (модель). На рис. 2 представлены результаты экспериментальных исследований отклика организма группы испытуемых на воздействие со стороны ИСТ, создаваемой ЦКР. В качестве основного параметра, характеризующего состояние человека (системы кровообращения), выбран лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ). С точки зрения гидродинамики он характеризует перепад давления по схеме «рука – нога», т. е. в концевых сечениях периферической гемодинамики. Такой выбор определяет как медицинскую, так и техническую значимость ЛПИ.

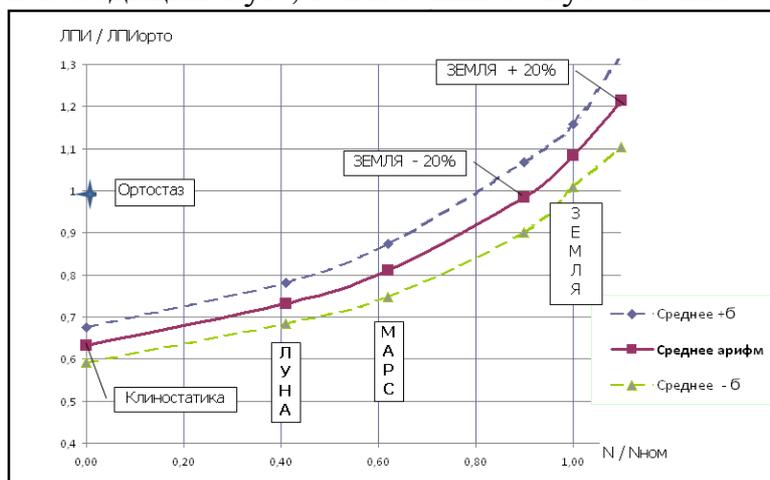


Рис. 2. Обобщённая зависимость относительно-го ЛПИ от относительной частоты вращения ротора ЦКР

Из рис. 2 следует ряд важных утверждений. Во-первых, состояние периферической гемодинамики в условиях гипогравитации (позиции «Луна», «Марс») близко к невесомости («клиностастика»). Во-вторых, получены данные, необходимые для оценки достоверности алгоритмов управления. Как следует из рис. 2, модельные данные (позиция «Земля») выше эталонных (точка «ортостаз» на вертикальной оси) примерно на 0,1. Это отличие вполне допустимо и

Расчёт управляющих воздействий (индивидуальная частота вращения пациентов) выполнен по формулам, следующим из (2). В целях обобщения результатов исследований применены безразмерные координаты, как по оси абсцисс (частота вращения), так и по оси ординат (безразмерный ЛПИ). За единицу принят ЛПИ в позе «ортостаз» (норма).



обусловлено нелинейностью инерционного давления, создаваемого центрифугой (гидромеханические подробности не приводим).

В целях повышения достоверности результатов, кроме режимов имитации ортостаза были предусмотрены два дополнительных режима «Земля - 20%», «Земля + 20%». Как следует из рис. 2, все, без исключения, исследуемые режимы, подчиняются единой закономерности (единая регрессия, которая показана сплошной линией). Так как режимы имитации факторов гравитации Земли и гипогравитации Луны и Марса рассчитаны по единой модели (2), есть все основания полагать, что подобные расхождения, составляющие порядка 10%, имеют место и при имитации гипогравитации Луны и Марса. Кроме того, следует учесть, что уровни ЛПИ в условиях гипогравитации существенно ниже, чем на Земле, а, следовательно, ниже и сами абсолютные значения отличий.

Заключение. Предлагаемая методология обеспечивает достаточную для практических целей, в числе которых тренировки экипажей и модернизация тренажёров для космонавтов, достоверность имитации факторов гипогравитации Луны и Марса.

Литература

[1] О. Г. Газенко, А. И., Григорьев, А. Д. Егоров. От 108 минут до 438 суток и далее... (к 40-летию полета Ю. А. Гагарина) // Авиакосмическая и экологическая медицина. М: 2001. Т. 35, №2. С. 10-11.

[2] А. Р. Котовская, И. Ф. Виль - Вильямс, В. Ю. Лукьянюк. Проблема создания искусственной силы тяжести с помощью центрифуги короткого радиуса для медицинского обеспечения межпланетных пилотируемых полетов // Авиакосмическая и экологическая медицина. М: 2003. Т. 37, №5. С. 36-39.

[3]. П. П. Долгов, В. Н. Киршанов, А. П. Чудинов. Основные направления работ на центрифугах и их целевого применения // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полёты в космос», посвященной 55- летию ФГБУ НИИЦПК имени Ю. А. Гагарина, 10 - 12 ноября 2015. С. 267 - 268.

[4] V. Zander, R. Anken. Short radius Centrifuge – A New approach for Life Science Experiments Under Hyper-g Conditions for Application in Space and Beyond /Recent Patents on Space Technology, 2013, 3. P 74-81.

[5]. В. А Акулов. Анализ и синтез систем медицинского назначения с управляемой искусственной силой тяжести // дисс. докт. наук, Самара: 2013, 252 с.



ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА

(ДжПИ, Узбекистан)

Цементная промышленность — одна из наиболее крупных и ответственных отраслей строительного производства. Сырьем для производства цементов служит смесь из известковых (карбонатных) и глинистых пород, с соответствующими добавками. Цементы выпускаются на основе клинкера, получаемого в результате обжига сырьевой смеси, вследствие чего в клинкере формируются силикаты кальция (70-80%), алюминатная и алюмоферритная фазы (20-30%).

Технология изготовления цемента складывается из следующих операций:

- добыча сырья (разработка карьера);
- приготовление сырьевой смеси — «сырьевой передел»;
- спекание клинкера (обжиг);
- помол цементной шихты.

В зависимости от использования воды различаются сухой, мокрый и комбинированный (полусухой) способы производства.

Сухой способ целесообразен при сравнительно малой влажности и однородном составе сырья, он же практикуется в случаях, если в сырьевую смесь вместо глины вводится гранулированный доменный шлак. Расход топлива при сухом способе существенно меньше, чем при мокром способе.

При значительных колебаниях химического состава известнякового и глинистого компонента чаще применяется мокрый способ, так как однородную (гомогенизированную) сырьевую смесь получить легче, когда сырьевые материалы имеют высокую влажность, более мягкую структуру и легко диспергируются водой. Выбор мокрого способа предопределяется также в случае наличия в глине избытка посторонних примесей, для удаления которых необходимо «отмучивание» в присутствии воды. Кроме того, при мокром способе отжига облегчается размол сырья и требуется меньше энергии на его измельчение.

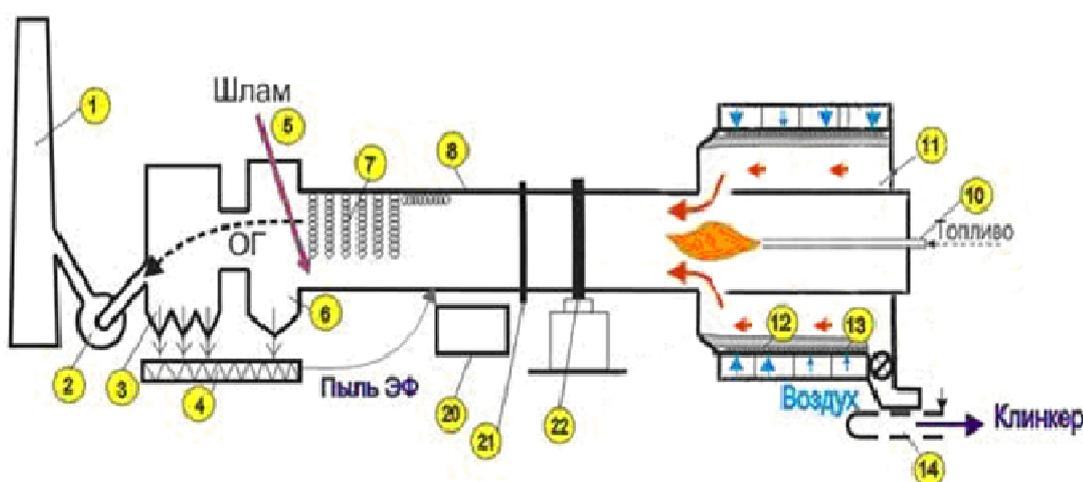


Рис.1. Схема «мокрого способа»



Мокрый способ производства используется при изготовлении цемента из мела (карбонатный компонент), глины (силикатный компонент) и железосодержащих добавок (конверторный шлак, железистый продукт, пиритные огарки). Способ назван мокрым из-за того, что измельчение смеси производится в водной среде, на выходе получается шихта в виде водной суспензии — «шлама» влажностью 30 – 50%. Далее шлак поступает в печь для обжига, диаметр которой достигает 4 м, а длина 150 и более метров, см. рис.1.

Обозначения: 1 - дымовая труба; 2 - дымосос; 3 - электрофильтр; 4 - система пыли возврата; 5 - шламовая труба; 6 - пылеулавливающая камера; 7 - цепная завеса; 8 - вращающаяся печь; 9 - головка печи; 10 - топливная форсунка; 11 - рекуператорный холодильник; 12 - решетка горячей камеры; 13 – естественный воздух; 14 - клинкерный транспортер.

Шарики клинкера, которые образуются на выходе из печи, растирают в тонкий порошок (который, собственно, и представляет собой цемент).

При комбинированном способе производится предварительное удаление части воды из смеси — путем фильтрации: это несколько снижает расход топлива, но усложняет процесс.

Основной составляющей оборудования для обжига клинкера является вращающаяся печь, главной частью конструкции является корпус — наклонный цилиндр. Сырьевой материал перемещается внутри корпуса благодаря его наклону и вращению.

Процесс теплообмена во вращающихся печах организован по принципу противотока: движение горячих газов, образующихся при сжигании топлива и оттягиваемых дымососом, противоположно направлению движения материала.

На происходящие процессы оказывает влияние множество факторов, таких как общий объем сырья, влажность, химический состав и тонкость помола шлама (или состав и количество муки), расход и калорийность топлива, температура и расход вторичного воздуха, неравномерность движения материала и т. п.

Вращающаяся печь в зависимости от характера процессов, протекающих в обжигаемом материале на различных ее участках, условно может быть подразделена на ряд зон — сушки, подогрева, кальцинирования, экзотермических реакций, спекания и охлаждения (загрузка, сушка, подогрев, обжиг, охлаждение и выгрузка).

Общая задача управления вращающейся печью заключается в обеспечении оптимальных тепловых режимов по сечениям печи, регулирования углов наклона и скоростей вращения цилиндра на всех стадиях рабочего процесса.

Сущность процессов получения клинкера состоит в том, что при высокой температуре в сырьевой смеси образуются компоненты, обеспечивающие требуемые свойства цемента. Образование клинкера во вращающихся печах завершается при температурах обжигаемого материала около 1450 °С — после полного связывания извести.

Главная фазовая составляющая портландцементного клинкера — алит — должна достигать в нем 40 – 65%, в зависимости от вида клинкера. Здесь целе-



сообразно указать на используемые сокращенные обозначения оксидов: CaO - C; SiO₂ - S; Al₂O₃ - A; Fe₂O₃ - F; Na₂O - N; K₂O - K.

По составу алит близок к трех кальциевому силикату C₃S, но может также содержать ряд других соединений в виде твердых растворов.

Вторая по содержанию фазовая составляющая клинкера — белит — близка по составу к двух кальциевому силикату C₂S и содержит в виде твердых растворов магний, натрий, калий и др.

Третья составляющая клинкера — промежуточное вещество — образуется из той его части, которая представляет расплав при высоких температурах.

Остальные фазовые составляющие клинкера — целит, трех кальциевый алюминат C₃A, а также (в небольших количествах) стекло фаза, свободная известь, и др.

Состав клинкера принято характеризовать соотношением между основными оксидами (модулями) или содержанием минералов. К модульным характеристикам состава относятся:

- гидравлический (основной) $m = C/S + A + F$;
- глиноземный (или алюминатный) $p = A/F$;
- кремнеземный (или силикатный) $n = S/A + F$.

Модульные характеристики удобны тем, что совпадают для клинкера исходной сырьевой смеси, однако содержание минералов полностью они не определяют. Для преодоления этого затруднения введен коэффициент насыщения кремнезема известью КН (в литературе просто «коэффициент насыщения»):

$$КН = (C - 1,65A - 0,35F - 0,7SO_3)/2,8S. (1)$$

Содержание клинкерных минералов рассчитывается, исходя из предположения о достижении фазовых равновесий в системе CaO - SiO₂-Al₂O₃-Fe₂O₃ и строгом соблюдении количественных соотношений в реакциях образования клинкерных минералов, в соответствии с эмпирическими формулами:

$$C_3S = 4,07(C - 0,7SO_3) - 7,6S - 6,72A - 1,42F; (2)$$

$$C_2S = 8,6S + 5,07A + 1,07F - 3,07(C - 0,7SO_3); (3)$$

$$C_3A = 3,04F; C_4AF = 2,65(A - 0,64F); CaSO_4 = 1,7SO_3. (4)$$

С использованием КН содержание белита и алита определяются по следующим формулам:

$$C_3S = 3,8(3КН - 2)S; C_2S = 8,6(1 - КН)S. (5)$$

Таким образом, теоретически значения содержания минералов в клинкере могут быть определены по известным характеристикам сырьевой смеси. Оперативный контроль качества клинкера представляет определенные трудности, так как процедуры лабораторного анализа минералогического состава достаточно длительны и трудоемки. Кроме того, содержание минералов не определяет однозначно основное качество клинкера - его активность, фактическое значение которой может быть получено только через 28 суток, а экспрессные оценки недостаточно точны. В настоящее время для этой цели разрабатываются методы оценки качества клинкера на основании косвенных параметров.



Литература

1. Вальтер Г. Дуда. Цемент. Москва Стройиздат-1981.
2. Мельник М. Т., Берхоер И. Д., Ковалев Ю. С. Расчеты сырьевой; смеси и материального баланса цемента завода. Киев: Вища школа, 1972.
3. Э.М.Алиев., Н.Уразов. Прогнозирование и управление качеством технологической продукции. Ташкент: Издательство «Фан» Узбекской ССР, 1984.

Д.Р. Ахметова, Р.А. Насырова, Д.В. Блинова, В.Е. Гвоздев

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ БАЗОВЫХ ФРАКТАЛЬНЫХ АРХИТЕКТУР GRID-СИСТЕМ НА ОСНОВЕ АППАРАТА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО- ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Введение

Критически важная роль оценки показателей надежности при многокритериальном анализе эффективности топологических структур и проектировании *GRID*-систем позволяет выделить в качестве приоритетной задачу развития методов оценки надежности базовых архитектур *GRID*-систем [2]. Известные подходы к оценке надежности мультифрактальных архитектур на ранних стадиях проектирования *GRID*-систем основаны на анализе связности графа (оценке работоспособности *GRID*-системы) при удалении (выходе из строя) узлов (компьютеров, рабочих станций) и ребер (каналов связи). При этом исходят из того, что базовым фрактальным архитектурам *GRID*-сетей соответствуют топологии: линейная; звезда; кольцевая, полная ячеистая [2].

В работе [1] подчеркивается необходимость адаптации методов, хорошо зарекомендовавших себя при исследовании сложных технических систем, для решения задач в области управления качеством систем обработки и передачи данных.

В настоящей работе приводится описание подхода к анализу надежности базовых фрактальных архитектур на основе известного аппарата последовательно-параллельных логических схем [5], [4].

Последовательно-параллельные логические схемы, соответствующие базовым фрактальным структурам

Известен подход к оцениванию надежности неремонтируемых систем по последовательно-параллельным логическим схемам. В [3] подчеркивается, что возможность рассмотрения аппаратно-программного комплекса как ремонтируемого, либо перемонтируемого объекта зависит от возможности его восстановления непосредственно на месте эксплуатации. Отмечается, что объект считается невозстанавливаемым, когда его текущий ремонт на месте эксплуатации технически невозможен; экономически нецелесообразен, либо не может быть выполнен в силу гарантийных обязательств. Отмеченные условия определяют



область адекватности приводимых ниже структурно-логических схем, соответствующих базовым фрактальным архитектурам.

Ниже приводятся примеры структурно-логических схем, соответствующие случаю, когда в состав базовых фрактальных архитектур входят четыре узла. На приведенных схемах блоки, обозначенные одиночными цифрами, соответствуют узлам фрактальных архитектур; двойными – связям между узлами фрактальных архитектур.

Таблица 1. Структурно-логические схемы соответствующие базовым фрактальным архитектурам

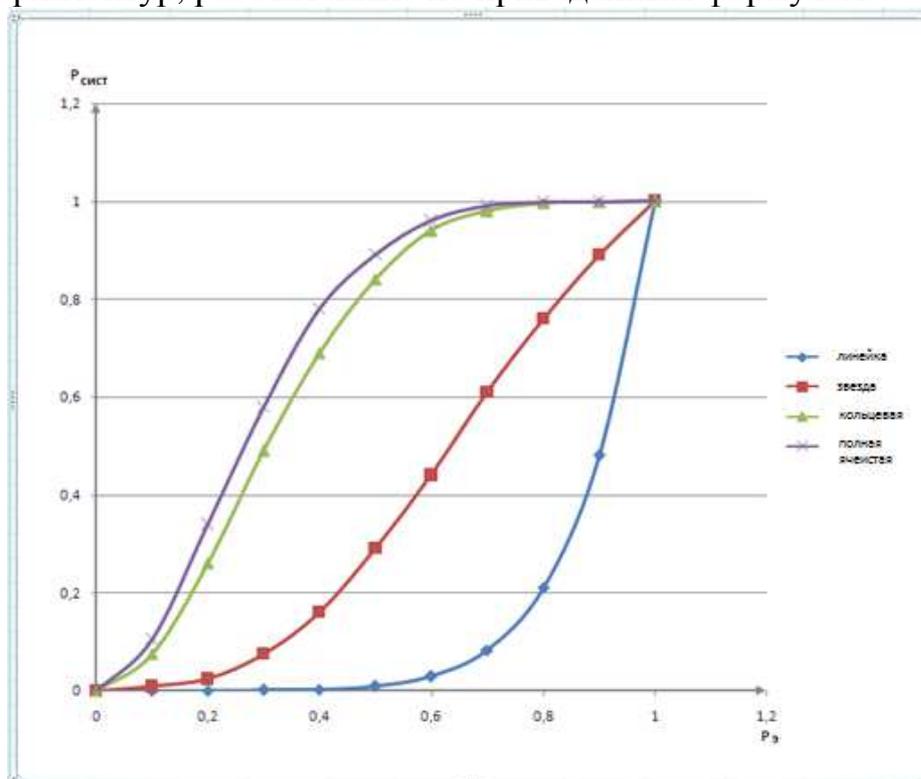
Тип топологии	Вид базовой фрактальной архитектуры	Структурно-логическая схема
Линейная		
«Звезда»		
Кольцо		
Сеть		



Если предположить, что всем блокам на приведенных структурно-логических схемах соответствует одно и то же значение вероятности безотказной работы $P_э$, то фрактальным архитектурам могут быть поставлены в соответствие следующие соотношения для расчета вероятности безотказной работы системы:

1. Линейная
 $P_{\text{сист}} = (P_э)^7$
2. Звезда
 $P_{\text{сист}} = P_э(1 - (1 - P_э^2)^3)$
3. Кольцевая
 $P_{\text{сист}} = 1 - (1 - P_э(1 - (1 - P_э)^2))^4$
4. Полная ячеистая
 $P_{\text{сист}} = 1 - (1 - P_э(1 - (1 - P_э)^3))^4$

На рисунке приведены зависимости $P_{\text{сист}}$ от значения $P_э$ для различных фрактальных архитектур, рассчитанные по приведенным формулам.



Заключение

Предлагаемый подход, основанный на адаптации известного аппарата анализа надежности невосстанавливаемых объектов, по сравнению с известным подходом, основанным на анализе связности графов, позволяет расширить границы оценки надежности базовых архитектур *GRID*-систем.

Определены границы применимости предлагаемого подхода, т.е. условия, при которых базовые фрактальные архитектуры могут рассматриваться как невосстанавливаемые объекты.

Литература

1. Липаев В.В. Функциональная безопасность программных средств. – М.: СИНТЕГ. 2004. – 348 с.



2. Тимофеев А.В. Адаптивное управление и интеллектуальный анализ информационных потоков в компьютерных сетях. – М: "Анатолия". 2016. – 280 с.
3. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов. — СПб.: Питер, 2005. — 479 с.
4. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М.: Мир, 1980. - 604 с.
5. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных систем. М: "Энергия". 1977. – 536 с.

В.Л. Бажанов

БИБЛИОТЕКА ЭТАЛОННЫХ СИСТЕМ АВТОУПРАВЛЕНИЯ С РАЦИОНАЛЬНО НАСТРОЕННЫМИ ПИД-РЕГУЛЯТОРАМИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Метод масштабирования (ММ) [1] разработан для практического решения актуальной задачи определения рациональных параметров настройки ПИД-регуляторов в замкнутых системах автоматического управления. В числе основных достоинств метода следует выделить:

1. Широкую область применения. Возможность настраивать ПИД-регуляторы на любых ПИД-управляемых объектах;
2. Потребность в минимальной и наиболее доступной информации об управляемом объекте в виде кривой разгона, записанной экспериментально;
3. Простоту применения и малые затраты времени;
4. Высокую достоверность получаемых результатов, не нуждающихся в последующей корректировке, и обеспечивающих заранее согласованный характер переходных процессов в настраиваемых системах.

Главное отличие ММ от других методов аналогичного назначения, заключается в использовании эталонных систем автоматического регулирования. ММ переносит параметры эталонной системы на настраиваемую (рабочую) систему, обеспечивая в ней переходные процессы, подобные эталонным. Возможности ММ непосредственно зависят от разнообразия имеющихся эталонных систем, используемых как образец. Поэтому для широкого применения ММ необходимо иметь развитую библиотеку эталонных систем автоуправления, отличающихся высоким качеством настройки. Результат формирования такой библиотеки является главным предметом настоящей публикации.

Практическое применение ММ опирается на сведения об эталонной системе. Обязательный минимум сведений включает в себя:

1. Данные записи кривой разгона эталонного ОУ, или математическую модель объекта (дифференциальное уравнение, или передаточную функцию), позволяющую рассчитать кривую разгона;



2. Параметры настройки эталонного ПИД-регулятора.

В дополнение к указанным сведениям желательно также иметь образцы переходных процессов в эталонных системах. Это объясняется тем, что при правильном применении ММ процессы в настраиваемой (рабочей) системе по форме получаются подобными эталонным. Наличие в библиотеке эталонных систем с разным видом переходных процессов, (например, с плавным апериодическим характером, или колебательным с заданной степенью затухания), дает возможность наглядно демонстрировать доступные варианты процессов в настраиваемой системе и заранее согласовывать выбор предпочтительного варианта. Такая возможность весьма полезна при практической настройке ПИД-регуляторов.

Чрезмерное увеличение объема библиотеки эталонных систем (БЭС) с целью расширить область применимости ММ может привести к затруднениям в выборе наилучшего образца для каждого конкретного случая настройки. Поэтому необходимо избегать неоправданного разрастания объема библиотеки. Лучшим вариантом можно признать библиотеку с минимальным набором эталонных систем, способным обеспечить необходимую точность определения параметров настройки ПИД-регуляторов на большинстве объектов управления, встречающихся на практике.

Возможность ограничить объем БЭС открывается благодаря тому, что при настройке реальных систем авторегулирования всегда существуют некоторые допуски на форму переходных процессов. А значит, нет необходимости добиваться идеального подобия переходных процессов в настраиваемой и эталонной системах управления. Экспериментально установлено, что для качественной настройки ПИД-регуляторов на любых объектах конкретного порядка и степени астатизма [1] вполне достаточно иметь в библиотеке от 3-х до 6-ти образцов эталонных систем с однотипными объектами управления (т.е. с объектами того же порядка и степени астатизма). Сформированная на текущий момент БЭС содержит системы с объектами управления, имеющими порядок от 2-го до 7-го и степень астатизма от 0-го до 2-го. Объекты со степенью астатизма выше второй не относятся к классу ПИД-управляемых. По этой причине вопрос об их включении в БЭС просто не возникает. Ограничение на порядок объектов в БЭС объясняется тем, что объекты высоких порядков (5-го и выше) реагируют на воздействия регулятора с заметной задержкой, напоминающей запаздывание (t_z). Переходная характеристика (кривая разгона) таких объектов хорошо аппроксимируется кривой разгона объектов меньшего порядка, обладающих некоторой величиной запаздывания. Это позволяет определять по ММ параметры настройки ПИД-регуляторов на многочисленных объектах управления высоких порядков на основе компактной БЭС с набором объектов управления низкого порядка ($n = 2 \div 3$), обладающих запаздыванием различной величины.

Описываемая БЭС оформлена в виде таблицы. Каждая строка таблицы отведена для одной эталонной системы. Последовательность расположения систем определяется порядком объектов управления. Тип объекта указывается



в первом столбце таблицы в формате «nacr» (n – порядок объекта, r – его степень астатизма).

Во втором столбце таблицы представлены численные значения параметров передаточной функции объекта управления в эталонной системе - коэффициент передачи k_0 и постоянные времени T_i . Третий столбец содержит гиперссылку «КР». Она открывает файл «MS Excel» с данными записи кривой разгона эталонного объекта и ее графическим изображением. Далее следуют столбцы, в которых указываются значения параметров настройки ПИД-регулятора в эталонной системе. Это традиционные параметры k_p , T_i , T_d , а также дополнительный параметр Mdt , характеризующий предысторию, по которой ПИД-регулятор делает численную оценку производной рассогласования. У многих серийно выпускаемых ПИД-регуляторов величина Mdt не включена в число параметров настройки (имеет фиксированное значение). При наладке таких регуляторов значение Mdt , указываемое в библиотеке, остается не использованным. Как правило, это незначительно отражается на достоверности параметров ПИД-регулятора, определяемых методом масштабирования.

Последний столбец таблицы отводится для второй гиперссылки «X(t)». Она открывает файл с изображениями двух переходных процессов в эталонной системе. Первый процесс показывает, отработку системой возмущения в виде ступеньки (20 %), приложенного ко входу объекта. Этим характеризуется работа эталонной системы в режиме стабилизации. Второй процесс демонстрирует работу системы в режиме слежения, когда ступенькой изменяется задание регулятору. Представление двух процессов объясняется неблагоприятной особенностью ПИД-закона регулирования, у которого оптимальные параметры настройки для режима стабилизации и для режима слежения не одинаковы. Указанные в библиотеке параметры эталонных ПИД-регуляторов выбраны как компромиссные, обеспечивающие наиболее приемлемое качество работы системы управления в обоих режимах.

Представленные в БЭС сведения об эталонных системах позволяют оперативно и достоверно рассчитывать с помощью ММ параметры настройки ПИД-регуляторов на преобладающем большинстве реальных объектов управления при условии, что имеется экспериментальная или расчетная кривая разгона объекта.

Начиная работу с библиотекой, следует обратить внимание на два момента:

1. Нужно иметь уверенность, что настраиваемый регулятор действует в соответствии с типовым ПИД-законом управления (его запись приведена в начальном описании БЭС). Если уверенности нет, можно запросить подтверждение у изготовителя регуляторов. Более надежным способом убедиться в отсутствии фирменной специфики в ПИД-алгоритме настраиваемого регулятора является его стендовое испытание. В ходе испытания следует воспроизвести один из эталонных объектов, выставить на испытуемом ПИД-регуляторе эталонные настройки и записать наблюдаемые в системе переходные процессы. Их качественное и количе-



ственное совпадение с образцами аналогичных процессов в БЭС будет надежным подтверждением пригодности библиотеки для настройки испытуемого регулятора.

2. Требуется убедиться, что характер переходных процессов в эталонных системах библиотеки (см. ссылку «X(t)») и показатели этих процессов согласуются с тем, что хотелось бы получить в настраиваемой системе управления.

Противоречие по первому моменту означает, что применение БЭС станет возможным только после ее корректировки под специфику настраиваемого регулятора. Проблемы по второму пункту решаются пополнением БЭС новыми образцами эталонных систем с требуемым типом переходных процессов.

Опыт показывает, что сформированный вариант БЭС позволяет качественно настраивать ПИД-регуляторы на преобладающей части реальных объектов управления. Библиотека находится в свободном доступе на сайте <http://uswo.lgg.ru>, Любой специалист имеет возможность полноценно воспользоваться преимуществами ММ. В опубликованных ранее статьях представлены разные технологии практического применения метода. Все технологии работоспособны. Наиболее простой и надежной является последняя, осуществляемая с помощью прикладной программы «ММ-настройка» [2].

Литература

1. Бажанов В. Л. Метод масштабирования – эффективный инструмент для практической настройки регуляторов в замкнутых САР // Приборы и Системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. № 6.
2. Бажанов В. Л., Вайшнарас А. В. Программа «ММ-настройка» для определения параметров ПИД-регуляторов по методу масштабирования // Автоматизация в промышленности. 2007. № 7.

О.Н. Белова, Л.В. Степанова

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ТРЕЩИНЫ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ В ПАКЕТЕ LAMMPS

(Самарский университет)

Введение. Метод молекулярной динамики в механике разрушения

В настоящее время метод молекулярной динамики активно применяется для компьютерного имитационного моделирования роста трещины в различных материалах [1] –[5]. Особый интерес вызывает моделирование смешанного нагружения и анализ углов распространения трещины в условиях смешанного нагружения. В этой связи атомистическое моделирование процессов разрушения и деформирования позволяет получить дополнительную информацию об углах направления распространения дефекта. Перспективным представляется исполь-



зование пакета LAMMPS (англ. Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator)[6].

Метод моделирования

LAMMPS является классическим кодом молекулярной динамики, который моделирует ансамбли частиц в жидкостях, газах и твердых телах. Этот комплекс программ предназначен для моделирования атомных, полимерных, биологических, металлических и гранулированных систем с разнообразными силовыми полями и граничными условиями.

Каждая симуляция в пакете LAMMPS имеет следующие этапы:

1. задание начальной структуры;
2. минимизация энергии;
3. приведение системы к динамическому равновесию;
4. рабочая часть симуляции.

Для моделирования задачи создается входной файл, который состоит из 4 частей:

- инициализация;
- описание атомных взаимодействий (выбор потенциала взаимодействия);
- настройки (задание силового поля, времени интеграции, параметров моделирования, формулировка граничных условий);
- выполнить моделирование

В первой части устанавливают размерность модели, систему единиц измерения, накладывают граничные условия, задают стиль атома и взаимосвязь с соседними элементами. При моделировании распространения трещины в направлении x и y устанавливают не периодические условия, а в направлении z периодические.

Далее описывают начальную структуру положения атомов с необходимыми размерами и свойствами. А также устанавливают размеры моделируемой области. При моделировании трещины в пластине из меди структура кристаллической решетки выбрана fcc 3.615. Размеры моделируемой области в Ангстремах ($10^{-10}m$) [$723\text{\AA}\times 361.5\text{\AA}\times 1.8075\text{\AA}$]. В пакете LAMMPS реализована поддержка большинства двухчастичных и многочастичных короткодействующих потенциалов (потенциалы Леннард-Джонса, Морзе, Юкавы, EAM, AI-REBO)

Потенциал Леннард-Джонса имеет вид

$$U(r_{ij}) = 4\epsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^6 \right]$$

и хорошо описывает Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия в инертных газах и молекулярных системах ($Ar, Ne, Kr, CH_4, O_2, H_2, C_2H_4 \dots$)[7].

Потенциал «погруженного атома» (EAM) складывается из двух слагаемых – энергии парного взаимодействия атомов и энергии взаимодействия каждого атома с электронной плотностью, создаваемой другими атомами:



$$U(\vec{r}_1 \dots \vec{r}_N) = \frac{1}{2} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^N \varphi(r_{ij}) + \sum_{i=1}^N f(\rho_i),$$

где $\varphi(r_{ij})$ – парный потенциал, $f(\rho_i)$ – функция «погружения» -го атома, ρ_i – суммарная электронная плотность для i -го атома, создаваемая сферически симметричными функциями одноэлектронной плотности $n(r_{ij})$ других атомов

$$\rho_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N n(r_{ij}).$$

Были проведены вычислительные эксперименты, в ходе которых моделирования осуществлялось с помощью потенциала Леннард-Джонса и потенциала «погруженного атома» для меди. Взаимодействие атомов меди, описано в файле Cu_u3.eam, имеющемся в библиотеке потенциалов LAMPPS.

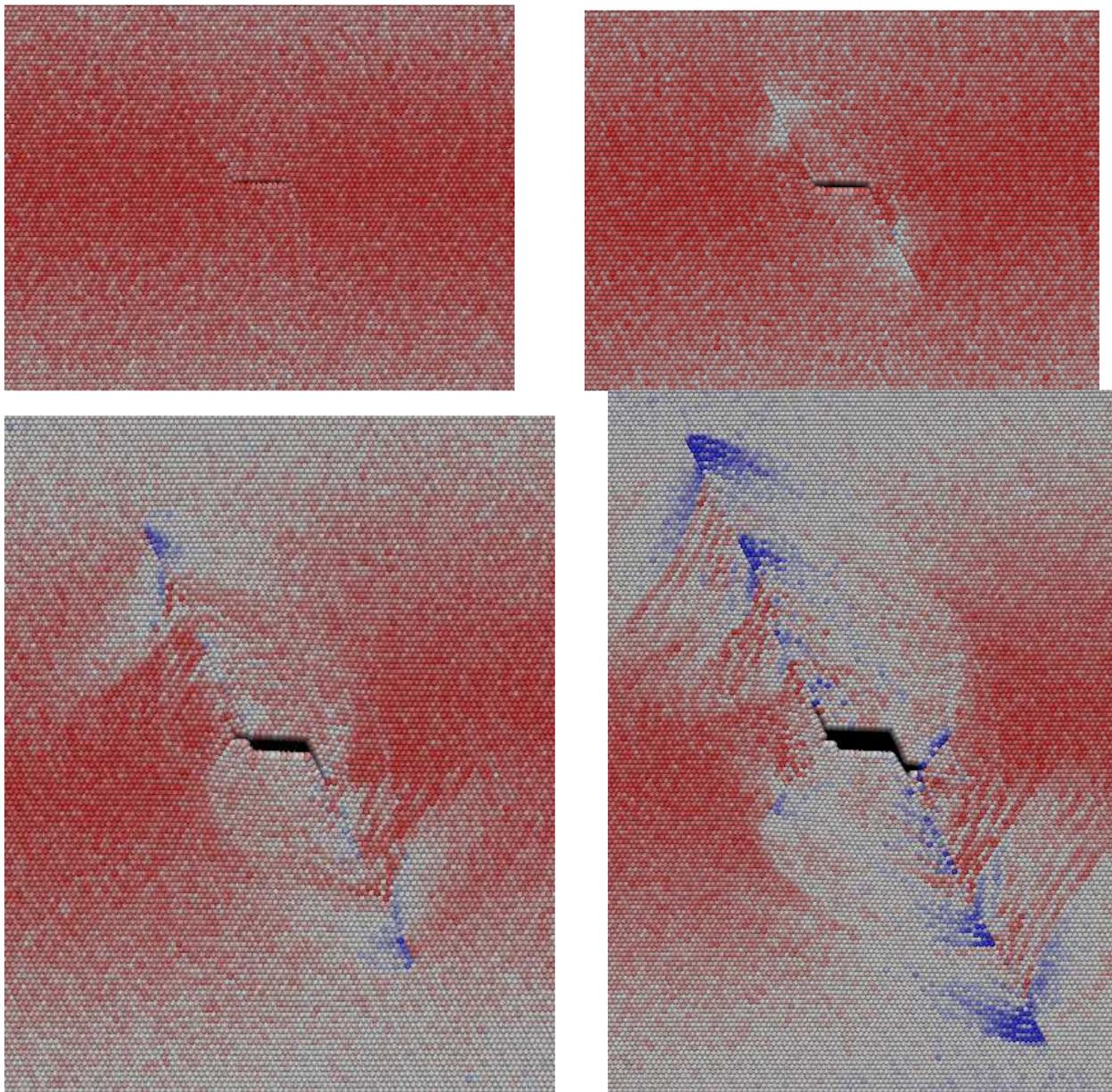
Для реализации смешанного нагружения пластина была разделена на несколько частей, а именно, верхняя и нижняя границы и средняя область. Была проведена серия вычислительных экспериментов. В рамках первой серии трещина создавалась путем удаления из тела одного ряда атомов длиной 36.15Å. В рамках второй серии экспериментов средняя область была разделена на части так, что в середине пластины создавалась граница между частями, которая выступала в качестве трещины. К граничным участкам были приложены растягивающая и сдвиговая нагрузки. На последнем этапе устанавливают, через какой промежуток времени, какие параметры необходимо выводить.

Результаты численного моделирования

В результате численного моделирования были получены следующие картины. На рисунках показан процесс распространения трещины в условиях смешанного нагружения.

Выводы

Выполнено моделирование развития центральной трещины конечной длины в пластине посредством метода молекулярной динамики в пакете LAMMPS. Получены и проанализированы траектории развития дефекта при различных формах смешанного нагружения. Рассмотрены эффекты взаимодействия температурного поля: моделирование с помощью метода молекулярной динамики проводилось при различных температурах. Выполнено сопоставление результатов, полученных с помощью метода молекулярной динамики, с макроскопическими оценками направлений развития трещины при различных формах смешанного нагружения. Углы, под которыми трещина развивается при действии различных систем нагружения, совпадают с результатами линейной механики разрушения в том случае, если пользоваться критериями роста трещины, основанными на минимуме плотности энергии деформаций и многопараметрическим представлением поля напряжений. Предложена методика вычисления параметра смешанности нагружения в случае применения метода молекулярной динамики.



Литература

1. Wei Fanga, Molecular dynamics simulation of grain boundary geometry on crack propagation of bi-crystal aluminum/ Wei Fanga, Hongxian Xie, Fuxing Yin, Jia Li, Dil Faraz Khan, Qian Fang// Materials Science & Engineering A.—2016.—V. 666— P. 314-319
2. H.Y. Song, Molecular dynamics simulation of effect of hydrogen atoms on crack propagation behavior of α -Fe/ H.Y. Song, L. Zhang, M.X. Xiao// Physics Letters A.—2016.—V. 380—P. 4049-4056
3. S. Chandra , Molecular dynamics simulations of crack growth behavior in Al in the presence of vacancies/ S. Chandra, N.N. Kumar, M.K. Samal, V.M. Chavan, R.J. Patel// Computational Materials Science. —2016.—V. 117—P. 518-526
4. Subhendu Chakraborty, Accelerated molecular dynamics simulations for characterizing plastic deformation in crystalline materials with cracks/ Subhendu



Chakraborty, Jiayi Zhang, Somnath Ghosh// Computational Materials Science –2016.–V. 121–P. 23-34

5. Jihoon Han, Molecular dynamics study of fracture toughness and trans-intergranular transition in bi-crystalline graphene/ Jihoon Han, Dongwoo Sohn, Wanchuck Woo, Dong-Kyu Kim/Computational Materials Science –2017. в печати.

6. lammps.sandia.gov

7. Leonid Zhigile, Introduction to Atomistic Simulations/ University of Virginia, MSE 4270/6270

О.А. Борисова, З.Ф. Камальдинова, С.А. Пиявский

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ БАЗОВОЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ПОЛЕТ»

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

Привлечение творчески одаренной молодежи к занятиям научно-исследовательской деятельностью является приоритетным направлением в работе государственных и областных структур [1].

«Концепция Единой Самарской областной системы мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области (далее – Единая система)», утвержденная председателем Координационного совета при Администрации Губернатора Самарской области по работе с одаренной молодежью в сфере науки и техники 27.01.2016г. направлена на многолетнее системное управление развитием творчески одаренной молодежи. На базе этой концепции в Самарской области с ноября 2015 года начала действовать научно-образовательная программа конкурсного отбора школьников Самарской области в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий (Программа ВЗЛЕТ).

Она явилась первым блоком Единой системы. С ноября 2016 года начала свою работу с творчески одаренными студентами вузов Самарской области – вторая часть Единой системы – Программа ПОЛЕТ. Основные документы по ним можно найти на сайте Программы ПОЛЕТ, размещенной в Интернете по адресу www.creative-youth.ru [1-2]. Целью Программы ПОЛЕТ является повышение эффективности выявления и развития творчески одаренной молодежи Самарской области среди студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и специалистов за счет:

– ведения систематической многолетней индивидуализированной развивающей работы с наиболее творчески одаренными студентами самарских вузов;

– использования в образовательном процессе современных информационно-коммуникационных технологий [4].



Для реализации поставленных целей была сформирована межвузовская кафедра информационных и развивающих образовательных систем, и технологий при совете ректоров Самарской области, функционирующая в опорном вузе региона – Самарском государственном техническом университете. В работу кафедры вовлечены ведущие специалисты из различных вузов и научных учреждений Самары [5-8].

Из студентов ведущих Самарских вузов были сформированы списки кандидатов в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи Самарской области. 17 ноября 2017 года в СамГТУ состоялось первое организационное собрание студентов – кандидатов в члены Губернаторского реестра. Студентов познакомили с кураторами групп, психологами и возможностями работы в информационной системе ПОЛЕТ. Для облегчения процесса уведомлений о предстоящих занятиях, отслеживания успеваемости и т.д. необходимо создание автоматизированной системы поддержки базовой развивающей программы ПОЛЕТ.

Система предполагает наличие журналов успеваемости и посещаемости, тестов по дисциплинам для оценки уровня и качества знаний, тестов психологического модуля для выявления заинтересованности и уровня мотивации студентов к научной деятельности.

На главном экране личного кабинета студента и преподавателя будет располагаться органайзер, напоминающий о ближайшей предстоящей встрече. В легком доступе будут находить план обучения, расписание, учебные материалы и всевозможная сопутствующая учебная литература по данным направлениям. Добавлять и удалять материалы сможет преподаватель модуля [9-10].

Пример оформления личного кабинета студента представлен на рисунке 1.

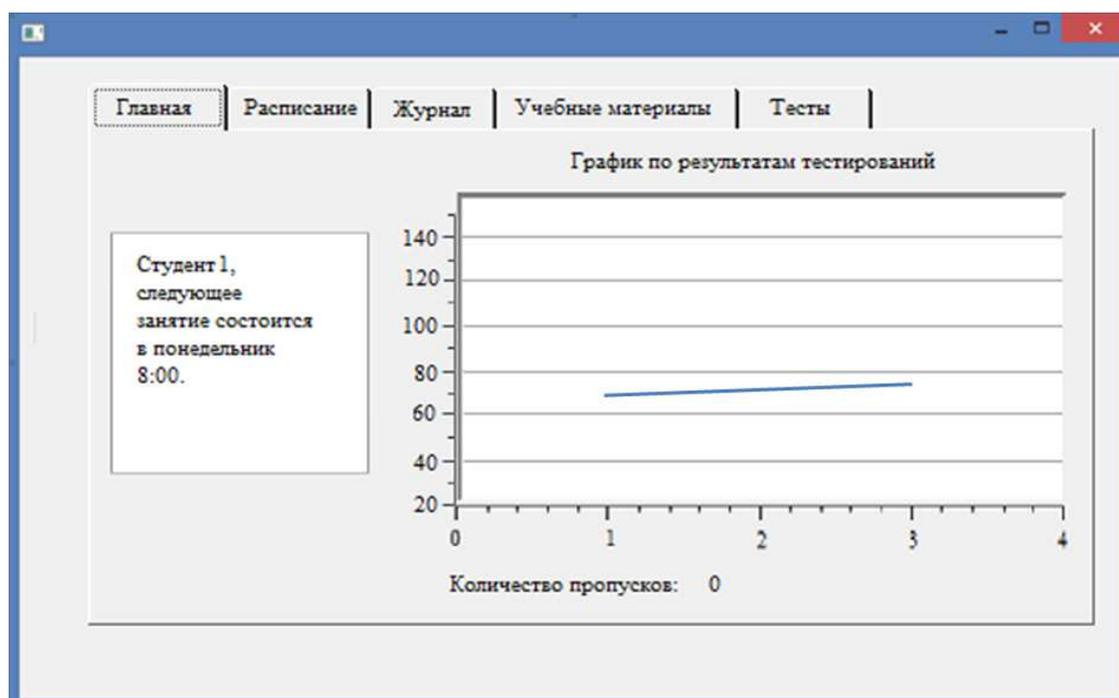


Рисунок 10 - Личный кабинет студента в системе



В системе также предполагается ввести медиа-контент по каждой лекции. На основе результатов тестирования студенты смогут отслеживать динамику своего развития, а руководители модуля получают наглядное представление результатов всех обучающихся в графиках и таблицах.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 17.11.2015г. №1239 «Об утверждении Правил выявления детей, проявивших выдающиеся способности, сопровождение и мониторинг их дальнейшего развития [Электронный ресурс] // URL: <http://government.ru/media/files/oxUAa6PpURsefK00tPz6M5vhRX3qC81D.pdf>
2. Самарская научно-образовательная программа «ПОЛЕТ» конкурсного отбора студентов в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники [Электронный ресурс] / URL: <http://www.creative-youth.ru/> (дата обращения: 21.12.2016).
3. Концепция единой Самарской областной системы мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи [Электронный ресурс] / URL: <http://vzletsamara.ru/files/documents/Concept.pdf> (дата обращения: 25.03.2016).
4. Пиявский, С.А Информационные технологии массового научного руководства одаренной молодежью в сфере науки и техники / М.И. Бальзанников, С.А. Пиявский, В.В. Козлов // В сборнике: Информационные технологии в работе с одаренной молодежью / Под редакцией М.И. Бальзанникова, С.А. Пиявского, В.В. Козлова. – Самара: СГАСУ, 2015. - С. 11-24.
5. Приказ по ФГБОУ ВО СамГТУ от 29 сентября 2016г. №1/334 «Об участии ФГБОУ ВО СамГТУ в Самарской областной единой системе мер по выявлению и поддержке творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий (система «Творческая молодежь»)».
6. План основных мероприятий по формированию в 2016-2017 Единой Самарской областной системы мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи от 22 июня 2016г.
7. Постановление совета ректоров вузов самарской области от 05 сентября 2016г. №2 «О развитии в вузах Самарской областной системы поддержки талантливой молодежи».
8. Приказ по ФГБОУ ВО СамГТУ от 06 сентября 2016г. №1/302 «О поручении кафедре информационных и развивающих образовательных систем и технологий».
9. Камальдинова, З.Ф. Упрощенная математическая модель формирования исследовательских компетенций студентов / М.И. Бальзанников, З.Ф. Камальдинова, С.А. Пиявский // Научное обозрение. - 2015. - №7. - С. 93-98.
10. Борисова, О.А. Информационная система поддержки модуля «Логика и перспективы развития науки, техники и технологий» / С.А. Пиявский, З.Ф. Камальдинова, С.В. Смирнов, О.А. Борисова // В сборнике н.т.: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Между-



народной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. - С. 49-51.

А.А. Виноградов, И.В. Гринь, Р.А. Ершов, О.А. Морозов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОДХОДА МИНИМАЛЬНОЙ ДИСПЕРСИИ КЕЙПОНА В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛОВ С OFDM-МОДУЛЯЦИЕЙ

(Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

Высокую актуальность в настоящее время приобретают задачи позиционирования излучающих объектов методами пассивной пеленгации в реальном масштабе времени. Одним из наиболее распространенных методов пассивной пеленгации является разностно-дальномерный метод, при реализации которого возникает задача оценки взаимных временных задержек между искаженными копиями излученного сигнала, распространяющимися по разным каналам в условиях низкого отношения сигнал/шум.

В современных цифровых спутниковых системах связи активно используется технология ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM), применение которой позволяет с высокой эффективностью использовать всю ширину спектральной полосы. Сигнал с OFDM-модуляцией формируется на основе следующего выражения [1]:

$$S[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} Z_k \exp[2j\pi nk / N] \quad (1)$$

где N – количество поднесущих, n – индекс временного отсчета, k – индекс поднесущей, Z_k – комплексный элемент сигнального созвездия, соответствующий передаваемой битовой последовательности.

Традиционные методы оценки взаимной временной задержки, основанные на вычислении взаимной корреляционной функции или взаимной функции неопределенности, не дают состоятельной оценки при обработке широкополосных сигналов вследствие существенного влияния смещения и масштабирования спектров сигналов, вызванного эффектом Доплера [2, 3].

Для определения взаимной временной задержки OFDM-сигналов предлагается метод, основанный на выделении из принимаемых широкополосных сигналов M узкополосных каналов и последующем применении нелинейной цифровой фильтрации к сигналам в этих каналах для выделения скачков фазы. Общая схема метода представлена на рис. 1.

На вход алгоритма поступают сигналы $s(t)$ и $\tilde{s}(t)$, причем $\tilde{s}(t)$ является искаженной и задержанной копией сигнала $s(t)$. На первом этапе происходит выделение узкополосных каналов при помощи заранее синтезированного набо-



ра линейных полосовых КИХ-фильтров с частотными характеристиками H_i . Ширина и центральная частота каждого канала задаются на начальном этапе работы алгоритма. Как правило, при определении местоположения источника излучения важна работа алгоритма в жестко ограниченных временных рамках, следовательно, представляет интерес минимизация выделяемых узкополосных каналов для сокращения времени работы алгоритма.

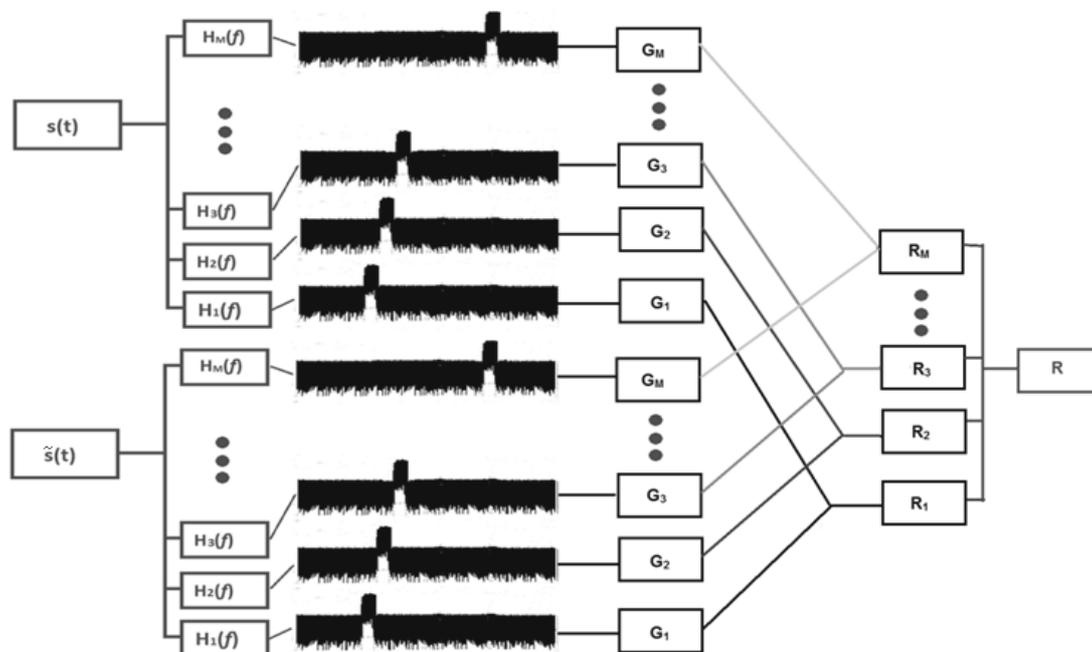


Рис. 1. Блок-схема алгоритма определения взаимной временной задержки OFDM-сигналов

Для двух наборов из полученных M узкополосных сигналов далее применяется алгоритм нелинейной фильтрации для выделения скачков фазы в канале [4]. В качестве фильтра G_i предлагается использовать квадратичный фильтр, основанный на обобщении подхода минимальной дисперсии Кейпона [4,5]. Выходной сигнал данного фильтра определяется следующим образом:

$$y[n] = x^H [n] R_{xx}^\# (f_0) x[n] \quad (2)$$

где $R_{xx}^\#$ - псевдообратная матрица по отношению к автокорреляционной матрице гармонического сигнала с частотой f_0 .

Далее для оценки временной задержки может быть напрямую применен метод максимального правдоподобия, заключающийся в вычислении взаимной корреляционной функции (ВКФ):

$$R_i = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^N s_1[j] s_2^*[j+i] \quad (3)$$

где символ «*» обозначает комплексное сопряжение, N – длина сигнала s_1 . Индекс i определяет сдвиг между последовательностями s_1 и s_2 .

Недостаточная выраженность главного максимума взаимной корреляционной функции (3) одной пары выходов фильтра (2) на фоне побочных максимумов (вследствие низкой скорости передачи по сравнению с принимаемым



OFDM-сигналом) не позволяет с необходимой точностью оценивать временную задержку сигналов (рис. 2).

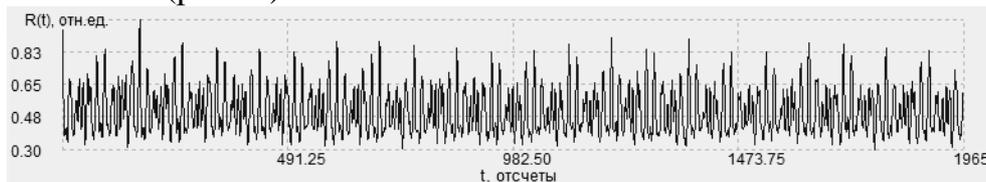


Рис. 2. ВКФ фильтрованных сигналов одного узкополосного канала

Для получения состоятельной оценки временной задержки предлагается алгоритм, основанный на усреднении M взаимных корреляционных функций, полученных на предыдущем этапе [2, 3]:

$$R[n] = \sum_{i=0}^M |R_i[n]| \quad (4)$$

где $R_i[n]$ - n -ый отсчет взаимной корреляционной функции i -ой пары узкополосных сигналов. По положению максимума усредненной ВКФ (4) оценивается взаимная временная задержка опорного и исследуемого сигналов.

На рис. 3-4 представлены главные взаимные корреляционные функции при количестве обрабатываемых узкополосных каналов $M = 5, 20$ соответственно. Моделировались OFDM-сигналы со следующими параметрами: ширина спектральной полосы OFDM-сигнала $B = 400$ МГц, частота дискретизации OFDM-сигнала $F_s = 800$ МГц, ширина спектральной полосы одного канала $B_c = 4$ МГц, длина квадратичного фильтра $L = 4$ отсчета, задержка 10000 отсчетов (0.0125 мс), величина доплеровского сдвига несущей частоты $\Delta F_d = 30$ кГц, отношение сигнал/шум исследуемого сигнала 0 дБ, модуляция поднесущих ФМ-4.

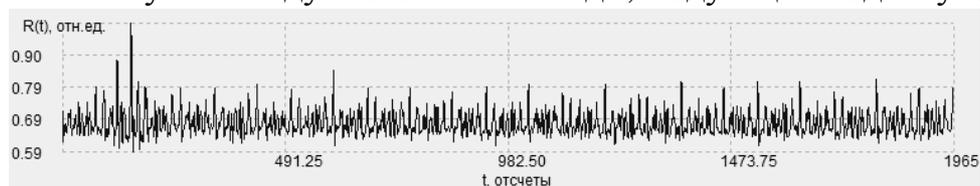


Рис. 3. Усредненная ВКФ, $M = 5$

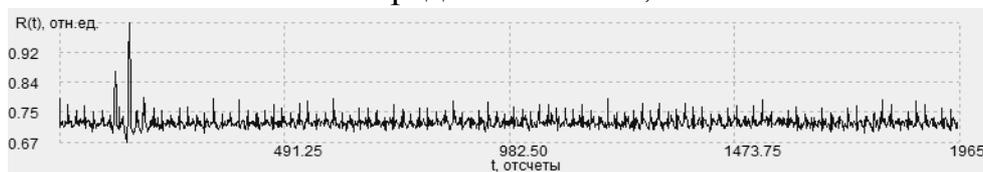


Рис. 4. Усредненная ВКФ, $M = 20$

При усреднении наблюдается значительное улучшение выраженности главного максимума взаимной корреляционной функции (рис. 3-4). При количестве обрабатываемых каналов $M = 20$ ВКФ имеет ярко выраженный главный максимум, соответствующий взаимной временной задержке между сигналами.

Проведено исследование зависимости вероятности правильного определения временной задержки OFDM-сигналов на основе предложенного алгоритма от величины отношения сигнал/шум (ОСШ). Результаты исследования представлены на рис. 5.

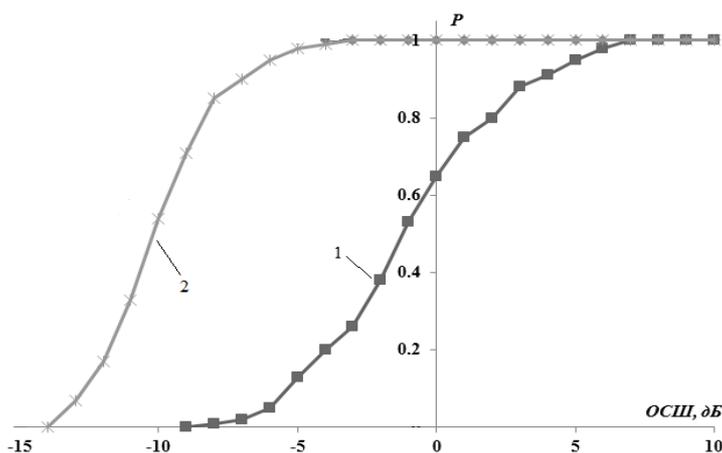


Рис. 5. Зависимость правильного определения временной задержки от величины ОСШ. 1 – Алгоритм, основанный на вычислении взаимной функции неопределённости; 2 – Алгоритм на основе квадратичной фильтрации

Таким образом, описанный в работе алгоритм оценки взаимной временной задержки сигналов является устойчивым к шумам вплоть до ОСШ, равного -13 дБ. Предложенный подход может быть положен в основу алгоритма определения местоположения источника радиоизлучения разностно-дальномерным методом.

Литература

1. Бакулин, М.Г. Технология OFDM. Учебное пособие для вузов. / М.Г. Бакулин, В.Б. Крейнделин, А.М. Шлома, А.П. Шумов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. 360 с.
2. Ершов, Р.А. Оценка взаимной временной задержки сигналов с псевдослучайной скачкообразной перестройкой частоты / Р.А. Ершов, О.А. Морозов, В.Р. Фидельман // Известия вузов. Радиофизика, 2015. Т.58, № 2. С.157.
3. Ершов, Р.А. Вычислительно-эффективный алгоритм оценки временной задержки широкополосных сигналов / Р.А. Ершов, О.А. Морозов, В.Р. Фидельман // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014. Т.16, №4(2). С.384.
4. Логинов, А.А. Алгоритм цифровой предварительной обработки сигналов с квадратурной фазовой модуляцией в задаче определения взаимной временной задержки / А.А. Логинов, О.А. Морозов, С.Л. Хмелев // Известия вузов. Радиофизика, 2009. Т.52, № 5-6. С.503.
5. Виноградов, А.А. Метод оценки взаимной временной задержки сигналов с OFDM-модуляцией на основе модифицированного подхода минимальной дисперсии Кейпона / А.А. Виноградов, Р.А. Ершов // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. – С.319.



П.С. Воеводин, Ю.М. Заболотнов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ОРБИТАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ С ГИБКИМ ТРОСОМ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

Рассматривается построение математической модели и анализ пространственного движения электродинамической тросовой системы (ЭДТС) на орбите спутника Земли. ЭДТС предназначена для создания малой тяги при изменении параметров орбиты малых космических аппаратов и наноспутников на околоземной орбите. Малая тяга возникает при взаимодействии троса, по которому пропускается ток, и магнитного поля Земли. Построение математической модели осуществляется методом Лагранжа в орбитальной подвижной системе координат. Полученные уравнения движения учитывают изгиб троса и позволяют исследовать его колебания при действии распределенной нагрузки от сил Ампера. Для описания магнитного поля Земли используется известная дипольная модель. Приводятся численные результаты моделирования, показывающие, что в некоторых случаях возможно возникновение изгибных автоколебаний троса, которые синхронизируются с колебаниями ЭДТС как орбитального гравитационного маятника.

В настоящее время сохраняется устойчивый интерес к ЭДТС, которые можно использовать в различных целях [1]. Наиболее известные применения ЭДТС: 1) создание тяги посредством взаимодействия проводящего троса, по которому пропускается ток, с магнитным полем Земли; 2) генерации электрической энергии, когда в тросе как в проводнике, движущимся в магнитном поле, возникает электродвижущая сила. Возможно и совместное использование этих режимов работы ЭДТС [2]. Для работы ЭДТС на концевых телах системы должны быть установлены специальные устройства, которые обеспечивают контакт с окружающей плазмой магнитного поля Земли.

При построении математической модели концевые тела рассматриваются как материальные точки, соединенные невесомым тросом. Для вывода уравнений движения ЭДТС используются уравнения Лагранжа

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T_c}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T_c}{\partial q_i} = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + Q_i, \quad i = 1, 2, 3; \quad q_1 = r, \quad q_2 = \theta, \quad q_3 = \varphi \quad (1)$$

где r - расстояние между концевыми точками, θ и φ - углы, определяющие положение троса относительно местной вертикали, T_c - кинетическая энергия системы, Π - потенциальная энергия системы в гравитационном поле Земли, Q_i - обобщенные силы, $\dot{q}_i = dq_i / dt$ - обобщенные скорости.



В результате применения уравнений (1), полученная математическая модель орбитального пространственного движения ЭДТС в магнитном поле Земли

$$\ddot{r} - r \left[\dot{\varphi}^2 + (\dot{\theta} + \omega)^2 \cos^2 \varphi + \nu^{-1} \omega^2 (3 \cos^2 \theta \cos^2 \varphi - 1) \right] = Q_1 / m_e, \quad (2)$$

$$\ddot{\theta} + \dot{\omega} + 2(\dot{\theta} + \omega)(\dot{r}/r - \dot{\varphi} \operatorname{tg} \varphi) + 1.5 \nu^{-1} \omega^2 \sin 2\theta = Q_2 / m_e r^2 \cos^2 \varphi, \quad (3)$$

$$\ddot{\varphi} + 2\dot{\varphi}\dot{r}/r + \left[0.5(\dot{\theta} + \omega)^2 + 1.5 \nu^{-1} \omega^2 \cos^2 \theta \right] \sin 2\varphi = Q_3 / m_e r^2, \quad (4)$$

где $m_e = m_1 m_2 / m$, m_1, m_2 - массы концевых тел, $\omega = \dot{\vartheta} = (K/p^3)^{0.5} \nu^2$ - угловая скорость орбитального движения центра масс системы, ϑ - истинная аномалия, $\dot{\omega} = \ddot{\vartheta} = -2Ke \sin \vartheta / p^3$, $\nu = 1 + e \cos \vartheta$, e - эксцентриситет орбиты, p - параметр орбиты.

Сила Ампера на единицу длины, действующая в магнитном поле Земли, определяется выражением [2]

$$d\mathbf{F} = I \boldsymbol{\tau} \times \mathbf{B}, \quad (5)$$

где $\boldsymbol{\tau} = (\tau_x, \tau_y, \tau_z)$ - единичный вектор, направленный по касательной к тросу; τ_x, τ_y, τ_z - направляющие косинусы в орбитальной подвижной системе координат [2], $\mathbf{B} = \mu R_c^{-3} \mathbf{e}_z$ - вектор магнитной индукции, $\mu = 8 \cdot 10^6 \text{ Тл км}^3$ - магнитный момент земного диполя, \mathbf{e}_z - единичный вектор оси земного диполя, I - сила тока.

Обобщенные силы определяются из выражений $Q_1 = \delta A_r / \delta r$, $Q_2 = \delta A_\theta / \delta \theta$, $Q_3 = \delta A_\varphi / \delta \varphi$, где $\delta A_r, \delta A_\theta, \delta A_\varphi$ - работы на возможных перемещениях $\delta r, \delta \theta, \delta \varphi$.

Обобщенные силы определяются из выражений

$$Q_1 = -0.5B|I|r \left(\operatorname{ctg} \psi \cos^2 \varphi + \psi^{-1} \sin^2 \varphi \right), \quad (6)$$

$$Q_2 = B I r \Delta \cos \varphi \left[\cos \varphi \cos i - \sin \varphi \sin i \sin(\theta + u) \right], \quad (7)$$

$$Q_3 = 0.5B|I|r^2 \sin \varphi \cos \varphi \left(\operatorname{ctg} \psi - \psi^{-1} \right) + B I r \Delta \cos(u + \theta) \sin i. \quad (8)$$

где $\Delta = 0.5r(m_2 - m_1)/(m_1 + m_2)$, i - наклонение орбиты, u - аргумент широты, ψ - угол между касательной к тросу, проведенной на его концах, и линией (хордой), соединяющей концевые точки.

Угол ψ определяется из алгебраического уравнения

$$r = L \gamma / \left[\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi (\psi / \sin \psi)^2 \right]^{0.5}, \quad (9)$$

где $\gamma = 2E\psi / (2E\psi - B|I|L)$, E - модуль Юнга материала троса, L - длина троса по дуге окружности. В работе [2] показано, что если трос невесом, то под действием распределенной нагрузки его форма - дуга окружности. Здесь предполагается, что в пределах длины троса магнитная индукция постоянна. Уравнение (9) решается численно при заданных значениях r и φ .



Для расчета движения центра масс ЭДТС используются стандартные уравнения

$$m\ddot{\mathbf{R}}_c = \mathbf{G} + \mathbf{F}, \quad (10)$$

где $\mathbf{G} = -K(m_1 + m_2)\mathbf{R}_c / R_c^3$, \mathbf{R}_c - радиус-вектор центра масс системы, \mathbf{F} - вектор равнодействующей силы Ампера.

На рисунке 1 приводятся результаты моделирования, которые показывают изменение большой полуоси a орбиты центра масс системы, когда $m_1 = m_2 = 30 \text{ кг}$, $I = -2 \text{ А}$ за 10 час . На рисунке 1 R_g - средний радиус Земли. Направление тока для определенности считается положительным, если ток направлен от точки m_1 к точке m_2 . ЭДТС находится в режиме, близком к режиму гравитационной стабилизации. Исходная орбита является круговой (1000 км), длина троса $L = 1 \text{ км}$. В этом случае реализуется подъем высоты орбиты центра масс системы. С увеличением наклона орбиты эффективность применения ЭДТС падает. При наклонении орбиты $i = 60 \text{ град}$ приращение изменения большой полуоси орбиты Δa уменьшается приблизительно в два раза. То есть получается, что приращение Δa при изменении наклона орбиты можно оценить в данном случае достаточно просто не проводя моделирования. Для этого достаточно умножить приращение Δa , определенное при $i = 0$ на $\cos i$. Результаты моделирования показали, что если величина тока не превышает некоторого критического значения, то в системе возникают синхронные колебания, когда наблюдается совпадение частот изгибных колебаний троса и всей ЭДТС относительно местной вертикали.

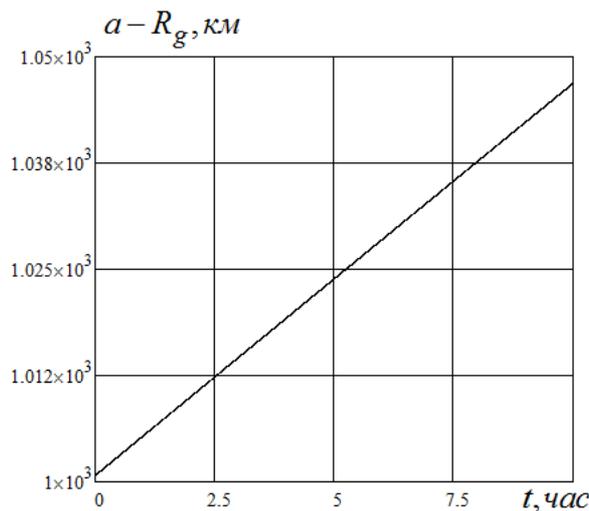


Рисунок 1

Из рисунка 1 следует, что для данного примера приращение большой полуоси орбиты изменяется практически по линейному закону.



Литература

1. Zhong, R., Dynamics of Nanosatellite Deorbit by Bare Electrodynamic Tether in Low Earth Orbit [Текст] / Zhong R., Zhu Z.H. // J. of Spacecraft and Rockets. – 2013. – v.50. – №3. – P.691-700.
2. Белецкий, В.В. Динамика космических тросовых систем [Текст] / В.В. Белецкий, Е.М. Левин – М.: Наука, 1990. – 336 с.

И.Ю. Выгодчикова

ОЦЕНКА ДОПУСТИМЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ МНОГОЗНАЧНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ

(Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского)

Под многозначным динамическим рядом будем понимать динамический ряд, в котором каждому дискретному значению времени соответствует не одно, а множество численных значений рассматриваемого показателя. Проблема многозначности динамических рядов характерна для интервальных данных. Рассматривая моментальные динамические ряды, можно добавить в каждый момент пространственную составляющую, измеряя значение показателя по разным объектам. При этом значения показателя вовсе не обязательно сосредоточены вблизи одной точки каждого диапазона (среднего значения), они могут быть распределены равномерно или же иметь несколько зон сосредоточения. В связи с этим возникает проблема выбора в каждом диапазоне одного значения, требуемого для построения однозначного ряда и применения известных методов.

Актуальной задачей является построение модели аппроксимации по многозначным данным. Рассмотрим метод анализа многозначных динамических рядов, основанный на минимизации максимума из локальных расстояний Хаусдорфа между диапазонами динамического ряда и значениями аппроксимирующего полинома [1]. Обозначим через $A = (a_0, a_1, \dots, a_n) \in R^{n+1}$ вектор коэффициентов алгебраического полинома степени n , $p_n(A, t) = a_0 + a_1 t + \dots + a_n t^n$, а через $f(A, k) = \max\{y_{2,k} - p_n(A, t_k); p_n(A, t_k) - y_{1,k}\}$ – расстояния Хаусдорфа между диапазоном ряда $[y_{1,k}; y_{2,k}]$ и значением полинома в узле t_k сетки $T = \{t_0 < \dots < t_N\}$. Величина $f(A, k)$ есть ошибка аппроксимации диапазона данных полиномом в рассматриваемом узле. Иными словами, это максимум из разности между верхним значением показателя $y_{2,k}$ и значением показателя, определяемого по полиному, и разности между значением показателя, определяемого по полиному, и нижним значением показателя $y_{1,k}$.



Коэффициенты полинома определяются исходя из условия минимизации максимальной ошибки аппроксимации $\rho(A)$:

$$\rho(A) = \max\{f(A,0), \dots, f(A,N)\} \longrightarrow \min_{A \in R^{n+1}}. \quad (1)$$

Любой полином, не являющийся решением задачи, будет содержать более высокую ошибку аппроксимации. Поэтому допустимый интервал $[p_n(A^*, t) - \rho^*; p_n(A^*, t) + \rho^*]$, $t \in T$, где $\rho^* = \min_{A \in R^{n+1}} \rho(A)$, $\rho(A^*) = \min_{A \in R^{n+1}} \rho(A)$, является самым узким коридором, в котором значение экономического показателя учтено со всеми погрешностями.

Задача (1) является обобщением известной задачи П.Л.Чебышёва [2, с.13]:

$$\rho_{ch}(A) = \max_{k=0, N} |y_k - p_n(A, t_k)| \longrightarrow \min_{A \in R^{n+1}}. \quad (2)$$

Пусть $m = 0.5 \max_{k=0, N} (y_{2,k} - y_{1,k})$ – половина ширины самого широкого диа-

пазона. *Базисом*, по аналогии с изложением метода решения задачи (2), назовём множество $\sigma = \{t_{j_0} < \dots < t_{j_{n+1}}\} \subset T$. В [3] доказан следующий факт.

Теорема 1. Для того чтобы вектор $A^* \in R^{n+1}$ являлся решением задачи (1), необходимо и достаточно, чтобы было справедливо хотя бы одно из условий: (а) $\rho(A^*) = m$; (б) для некоторого базиса $\sigma \subset T$, $i = 0$ или $i = 1$, выполняются соотношения:

$$h_i(\sigma) = \begin{cases} y_{2,j_k} - p_n(A_0(\sigma), t_{j_k}), & \text{если } (k+i) - \text{чётно,} \\ -y_{1,j_k} + p_n(A_1(\sigma), t_{j_k}), & \text{если } (k+i) - \text{нечётно,} \end{cases} \quad k = \overline{0, n+1},$$

$$A^* = A_i(\sigma), \quad \rho(A^*) = h_i(\sigma). \quad \text{При этом } \rho^* = \rho(A^*).$$

Базис $\sigma \subset T$, удовлетворяющий условию (б) теоремы 1, считается *экстремальным* – в его узлах достигаются максимальные значения ошибки аппроксимации (равные минимальному значению целевой функции задачи ρ^*). Возможна ситуация, когда узлов больше, чем $n+2$. Для множества всех узлов сетки t_k , в каждом из которых $f(A^*, k) = \rho^*$, применяется термин *полный базис*. Полный базис позволяет определить те диапазоны многозначного ряда, которые желательно получить с высокой точностью, поскольку в них допустима лишь односторонняя погрешность. В остальных узлах сетки допустима двусторонняя погрешность, несложно вычисляемая для каждого узла, если известно решение задачи (1): от значения аппроксимирующего полинома отступаем «вниз и вверх» на величину ρ^* . Для задачи аппроксимации динамики цен активов (рис. 1) экстремальный базис $\{1,4,5,9\}$ также является полным. На иллюстрации показан пример вычисления допустимой погрешности в узле 3, не вошедшем в базис (рис. 1).

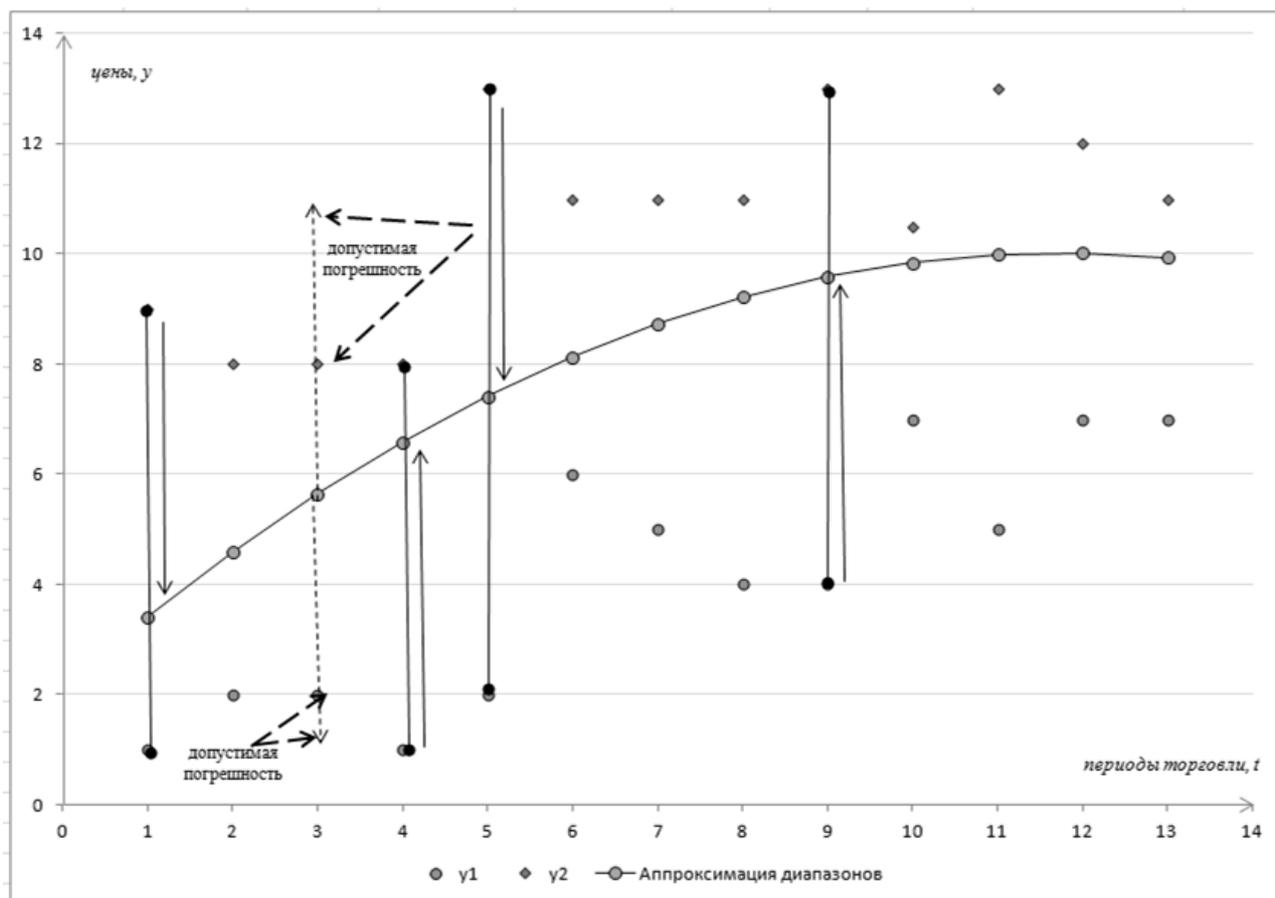


Рис. 1. Допустимые погрешности

Литература

1. Выгодчикова, И.Ю. Моделирование динамических рядов многозначной структуры на базе равномерного приближения в метрике Хаусдорфа / И.Ю. Выгодчикова // Прикладная информатика.– 2016. – Том 11. – № 6 (66). – С. 129-142.
2. Демьянов, В.Ф. Введение в минимакс / В.Ф. Демьянов, В.Н. Малоземов – М.: Наука. – 1972. – 368 с.
3. Выгодчикова, И.Ю. О наилучшем приближении дискретного мультиотображения алгебраическим полиномом / И.Ю. Выгодчикова // Математика. Механика: Сб. науч. тр. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2001. – Вып. 3. – С. 25-28.



А.Н. Гаврилин

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ГОТОВНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

(АО «Радиозавод», г. Пенза)

Для реализации основных принципов сетецентрического управления необходимо создавать временную структуру специального назначения (ВССН) «под конкретную задачу», элементами которой должны являться элементы штатных организационно-технических систем специального назначения (ОТССН) - доноров. При синтезе подсистемы управления ВССН необходимо проводить предварительный отбор элементов на основе вероятностного прогнозирования их функционирования, что возможно осуществить математическим моделированием с использованием теории полумарковских процессов. В качестве критерия отбора элемента предлагается использовать нормированный коэффициент готовности элемента. При разработке методики учтено, что проведен содержательный анализ функционирования элемента подсистемы управления ОТССН и на его основе составлена соответствующая математическая модель.

Методика определения коэффициента готовности элемента подсистемы управления ОТССН состоит из трех этапов (рис. 1).

На **первом этапе** осуществляется формирование необходимого набора данных для решения задачи определения вероятностных и временных характеристик функционирования элементов подсистемы управления ОТССН.

На *подэтапе 1.1* формируется исходное множество элементов подсистемы управления ОТССН. Донорами являются разнородные ОТССН.

На *подэтапе 1.2* множество состояний для каждого элемента подсистемы управления ОТССН делится на два подмножества: подмножество допустимых состояний (S_+) и подмножество недопустимых состояний (S_-).

На *подэтапе 1.3* организуется получение текущей информации об условных временах переходов от информационно-управляющей системы (ИУС) каждого элемента подсистемы управления ОТССН. Информация формализуется в виде временных последовательностей в соответствии с разметкой графа состояний и переходов для каждого элемента.

На *подэтапе 1.4* осуществляется проверка статистических гипотез о виде закона распределения каждой временной последовательности, полученной в результате реализации подэтапа 1.3. Результатами проверки гипотез являются аналитические выражения независимых функций распределения времени пребывания элемента в i -м состоянии перед переходом в j -е состояние.

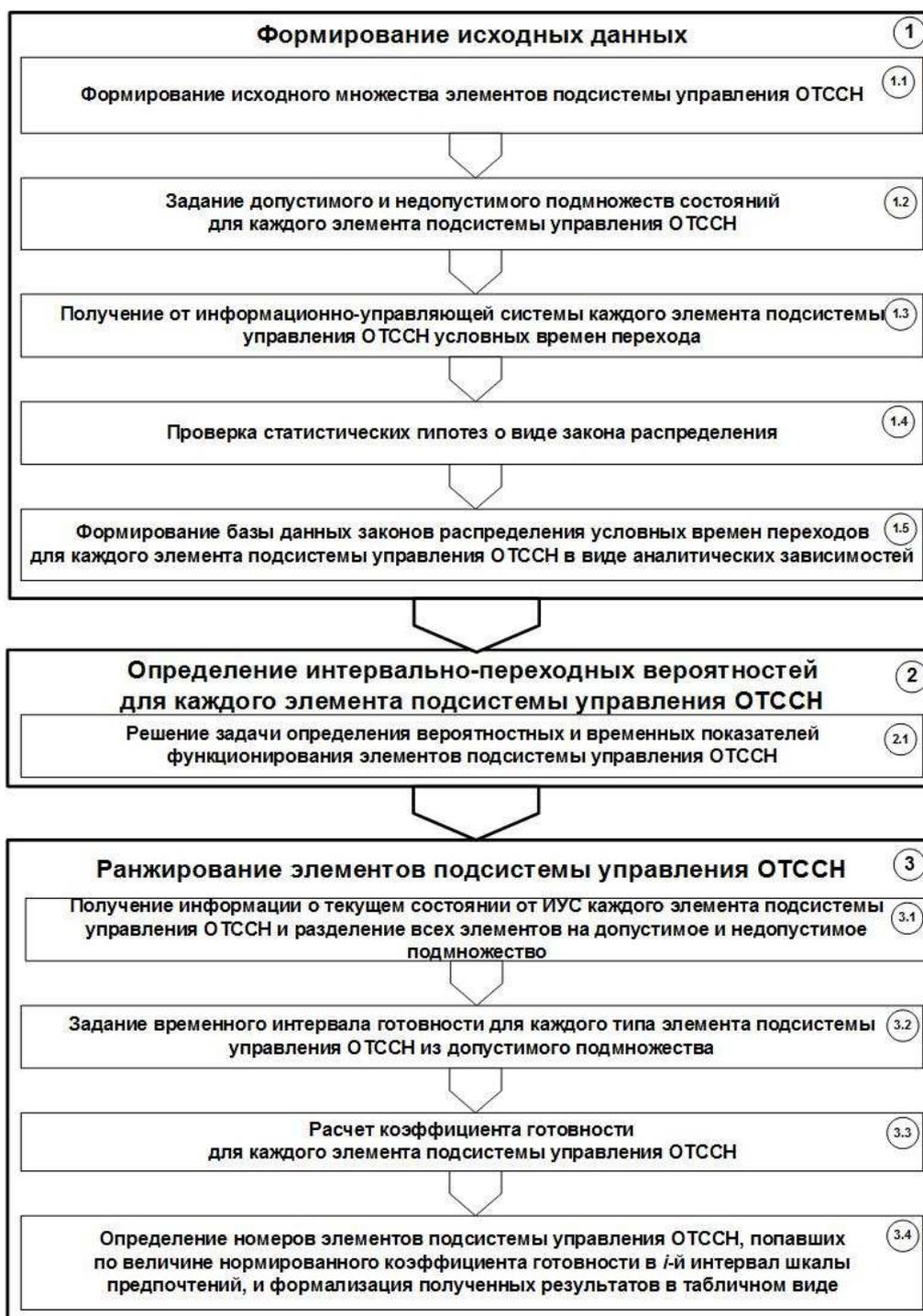


Рисунок 1 – Схема методики анализа готовности элементов подсистемы управления ОТССН

На *подэтапе 1.5* производится формирование базы данных (БД) законов распределения условных времен переходов для каждого элемента подсистемы управления ОТССН в виде аналитических зависимостей.

На **втором этапе** производится расчет интервально-переходных вероятностей.

Второй этап включает один *подэтап 2.1*. На этом подэтапе вычисляются интервально-переходные вероятности для каждого элемента подсистемы управления ОТССН.



На **третьем этапе** производится ранжирование элементов подсистемы управления ОТССН по признаку принадлежности к заданному диапазону.

На *подэтапе 3.1* реализуется получение информации о текущем состоянии от ИУС каждого элемента подсистемы управления ОТССН и разделение всех элементов на допустимое и недопустимое подмножества, которые определены в результате выполнения подэтапа 1.2.

Основную информацию о готовности элементов подсистемы управления ОТССН для включения в ВССН можно получить с помощью количественного анализа интервально-переходных вероятностей. Поэтому, на *подэтапе 3.2*, задается временной интервал готовности для каждого элемента подсистемы управления ОТССН из допустимого множества S_+ . Временной интервал готовности характеризуется начальным (T_1) и конечным (T_2) значением (рис. 2).

Величина интервала задается лицом, принимающим решения (ЛПР), исходя из требований к эффективности сетецентрического управления.

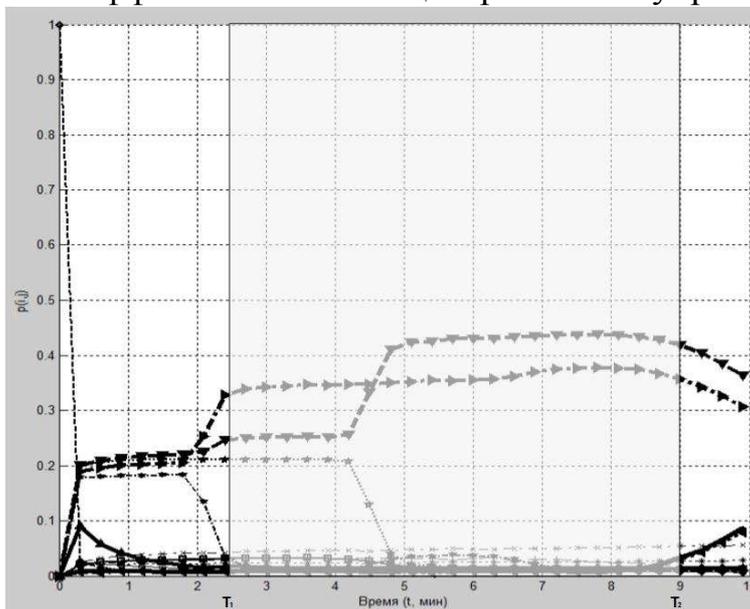


Рисунок 2 – Временной интервал готовности

На *подэтапе 3.3* производится расчет коэффициента готовности и нормированного коэффициента готовности для каждого элемента подсистемы управления ОТССН.

Для k -го элемента подсистемы управления ОТССН, попавшего в допустимое множество, производится расчет коэффициента неготовности, учитывая начальное состояние элемента, по следующей зависимости:

$$I_{\Sigma}^k = \sum_{j \in S_{-T_1}} \int_{T_1}^{T_2} P_{lj}(t) dt, \quad (1)$$

где l - начальное состояние k -го элемента подсистемы управления ОТССН;

$P_{lj}(t)$ - интервально-переходные вероятности, определенные при выполнении этапа 2.

Далее производится расчет для каждого элемента подсистемы управления ОТССН **нормированного коэффициента готовности** по следующей зависимости:



$$I_{\Sigma}^n = 1 - \frac{I_{\Sigma}^k}{\|I_{\Sigma}^k\|}. \quad (2)$$

После получения коэффициентов готовности задается ранговая шкала, в качестве которой предлагается использовать шкалу предпочтений Харрингтона.

На *подэтапе 3.4* производится определение номеров элементов подсистемы управления ОТССН, попавших по значению нормированных коэффициентов готовности в *i*-й интервал ранговой шкалы, и формализация полученных результатов в табличном виде (табл. 1).

Таблица 1 - Номера элементов подсистемы управления ОТССН, попавших по величине нормированного коэффициента готовности в *i*-й интервал ранговой шкалы

Ранговая шкала (I_{Σ})	$I_{\Sigma 1}$...	$I_{\Sigma k}$...	$I_{\Sigma N}$
Количество элементов подсистемы управления ОТССН	N_{1I}	...	N_{kI}	...	N_{NI}

Наиболее предпочтительными элементами с точки зрения готовности включения в ВССН являются элементы из правой части представленной таблицы.

Применение в подсистеме управления ОТССН разработанной методики повышает обоснованность решения на состав ВССН, т.к. предлагаемое решение сформулировано на основе использования текущей информации о конкретных состояниях элементов подсистемы управления ОТССН, что отличается от «среднего» решения, основанного на требованиях нормативных документов. Использование разработанной методики также сокращает время на принятие решения, т.к. решение может оперативно корректироваться в зависимости от поступления новой и устаревания имеющейся информации.

Литература

1. Козлов, А.Ю. Полумарковская модель функционирования элемента подсистемы обеспечения боевой системы [Текст] / А.Ю. Козлов, Р.А. Стройков // Сборник научных трудов МНТК «Перспективные информационные технологии (ПИТ-2015)». Т.2 – Самара: Издательство научного центра РАН, 2015. - с. 269...273.
2. Козлов, А.Ю. Алгоритм решения задачи определения интервально-переходных вероятностей при функционировании элементов боевой системы [Текст] / А.Ю. Козлов, Р.А. Стройков // Сборник научных трудов МНТК «Перспективные информационные технологии (ПИТ-2015)». Т.2 – Самара: Издательство научного центра РАН, 2015. - с. 266...269.
3. Мхитарян, В.С. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов, А.Ю. Козлов. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 416 с.



А.М. Галиева, К.В. Черепанов, В.Н. Гришанов

ФОТОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ФЛУОРИМЕТРА С ТОЧЕЧНЫМИ ФОТОПРИЁМНИКАМИ

(Самарский университет)

Диагностический флуориметр – прибор, предназначенный для измерения интенсивности автофлуоресценции кожи (АФК), по которой можно оценить содержание конечных продуктов гликирования (КПГ). По их содержанию прогнозируются осложнения при диабете, ишемической болезни сердца, операциях по пересадке почек и хроническом гемодиализе, а также этот метод используется в дерматологии для определения биологического возраста кожи и оценки активности процессов биоокисления в тканях [1]. Структурная схема флуориметра изображена на рис. 1а [2]. В разработке предполагается использование лазерного модуля с полупроводниковым лазером и регулируемым коллиматором 2. Оптико-механическая часть флуориметра заключена в непрозрачный кожух 6 с входным окном 7 и содержит лазерный модуль 1, отсекающий фильтр из цветного оптического стекла 5 и два фотодиода. Фотодиод 4 канала измерения АФК интегрирует участок спектра, выделенный фильтром, отсекающим излучение возбуждения. Фотодиод 3 опорного канала (без отсекающего фильтра) обеспечивает интегрирование всего спектра рассеянного кожей света, в котором превалирует упруго рассеянная компонента. Опорный канал предназначен для нормировки сигнала АФК на индивидуальные свойства кожи.

Построение фотометрической модели флуориметра ускорит и упростит разработку его конструкции, если в неё заложить конструктивные параметры прибора. Тогда модель позволит оперативно рассчитывать их влияние на поток излучения, достигающего фотоприёмника. К основным конструктивным параметрам относятся (рис. 1а): расстояние от биообъекта до фотодиода h , расстояние между фотодиодами L , размер стороны квадратного окна a и радиус пучка лазерного излучения w . Последним параметром в реализованной конструкции легко управлять коллиматором, поэтому вызывает интерес решение задачи оптимизации значения радиуса пучка на объекте для достижения максимума потока флуоресцентного излучения на фотоприёмнике.

В модели принято (рис. 1б), что фотодиоды точечные и они расположены в плоскости xOz . В силу симметрии достаточно рассмотреть поток, падающий на один из фотодиодов. Он находится в точке D , ось его индикатрисы чувствительности направлена по вектору \vec{n} . Он имеет координату b по оси x и координату h по оси z , вектор $\vec{p}(1)$ – это проекция вектора $\vec{r}(2)$ на плоскость xOy φ – угол между \vec{n} и \vec{r} . Точка $C(x_c; y_c)$, принадлежит участку биоткани, которая в данной модели принимается ламбертовской [3].

Из физических соображений ясно, что поток излучения будет больше тогда, когда фотодиод расположен ближе к биообъекту (плоскость xOy) и ближе к центру (к оси z), но реально воплотить такую конструкцию невозможно, так как



есть ограничения на корпуса фотодиодов, размеры держателей и светофильтров. Поэтому задача модели состоит в том, чтобы оптимизировать геометрические параметры с учётом конструктивных ограничений.

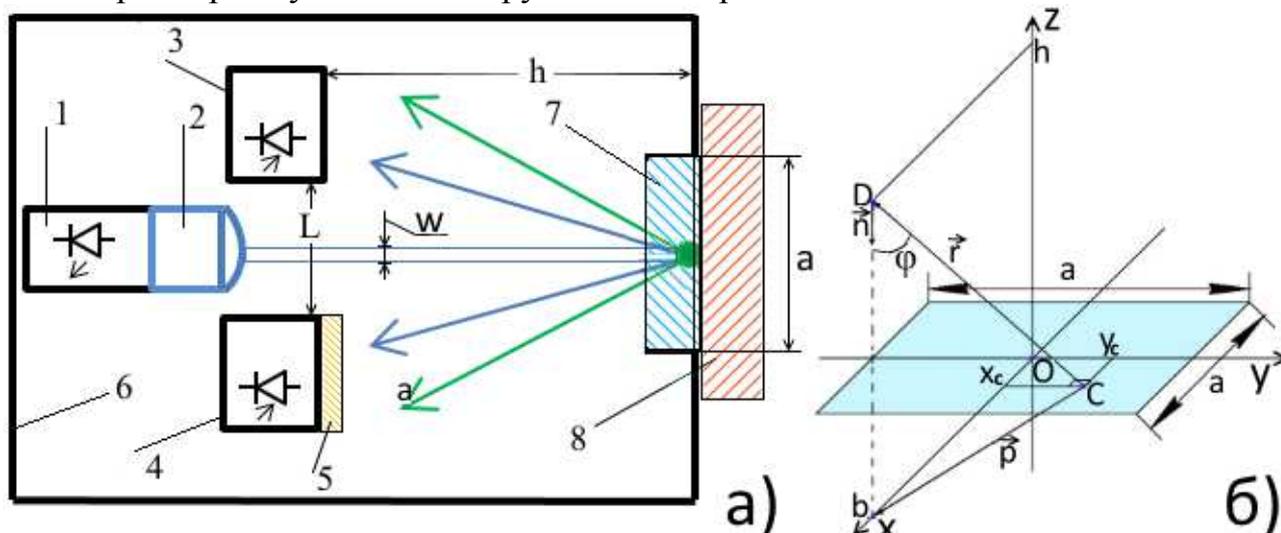


Рис. 1. Структурная (а) и геометрическая (б) схемы флуориметра а): 1 – лазерный диод, 2 – коллиматор, 3 – фотодиод измерительного канала, 4 – фотодиод опорного канала, 5 – светофильтр, 6 – корпус, 7 – защитное стекло, 8 – исследуемый биообъект

Для построения адекватной модели фотодиода BPW21r, зарекомендовавшим себя в подобных разработках [2], было проведено сравнение его паспортной [4] индикатрисы чувствительности с косинусоидальным законом, которое показало их малое отличие (рис. 2). Поэтому в модели для неё принят косинусоидальный закон.

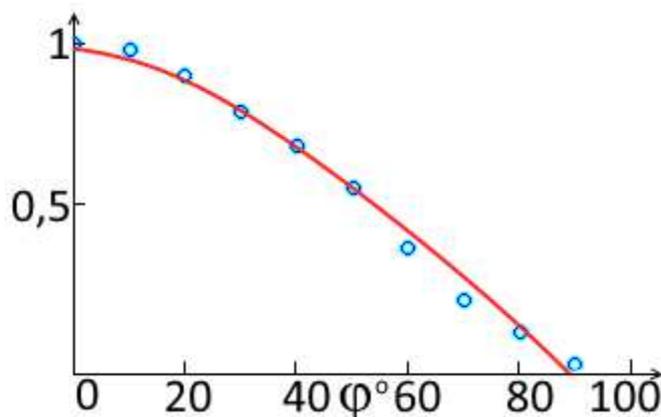


Рис. 2. Сравнение паспортной индикатрисы чувствительности фотодиода с косинусоидой: — — косинусоида; ооо — паспортная индикатриса.

Моделировался случай, когда квадратная площадка $a \times a$ равномерно освещена, и является равномерным источником излучения. Варьировались параметры h и a . Расстояние от фотодиода до оси z – b принималось равным 6 мм. Тогда (рис. 1б) для элементарной площадки, центр которой совпадает с точкой С будем иметь:

$$p = \sqrt{(x_c - b)^2 + y_c^2} \quad (1)$$



$$r = \sqrt{p^2 + h^2} \quad (2)$$

$$\cos\varphi = \frac{h}{r}. \quad (3)$$

Для индикатрисы чувствительности фотодиода $D(\varphi)$ принимаем:

$$D(\varphi) = \cos\varphi. \quad (4)$$

Обозначив коэффициент пропорциональности k , определяющий эффективность возбуждения флуоресценции и рассеяния, а также с учётом индикатрисы чувствительности фотодиода будем иметь сигнал dU от элементарной площадки:

$$dU = \frac{k \cdot \cos\varphi}{r^2} D(\varphi) dx dy. \quad (5)$$

Тогда сигнал от всей освещённой площади U получается путем интегрирования сигналов от элементарных площадок

$$U = k \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \frac{\cos\varphi^2}{r^2} dx dy, \quad (6)$$

и будет зависеть от конструктивных параметров.

Результаты моделирования для равномерного распределения плотности представлены на рис. 3. Величина сигнала слабо зависит от размера облучаемой области. Большее влияние на величину входного сигнала оказывает расстояние от облучаемой поверхности до фотодиода (ср. графики для $h=10, 15, 20$ мм)

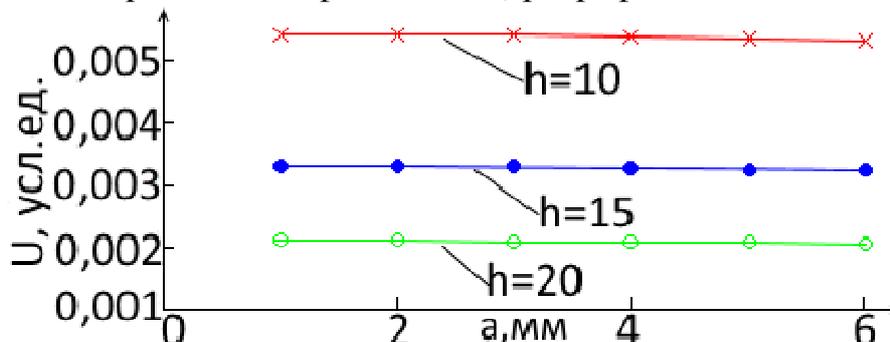


Рис. 3. Зависимости сигнала на разных высотах h от параметра a

Исследовалось влияние формы распределения плотности мощности на объекте сравнением равномерного распределения с гауссовским. Если M_0 – плотность мощности в центре распределения; w – параметр распределения в мм, то величина выходного сигнала:

$$dU = \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \frac{\cos\varphi^2 M_0 e^{-\frac{x^2+y^2}{w^2}}}{r(x,y)^2} dx dy \quad (7)$$

Результаты моделирования представлены на рис. 4. Так же, как и в случае равномерного распределения выходной сигнал слабо зависит от параметра гауссова распределения w , то есть от размера облучаемой области объекта. Кор-



реляция графиков, приведённых на рис. 3 и рис. 4, друг с другом, говорит о корректности математических выражений, используемых в модели.

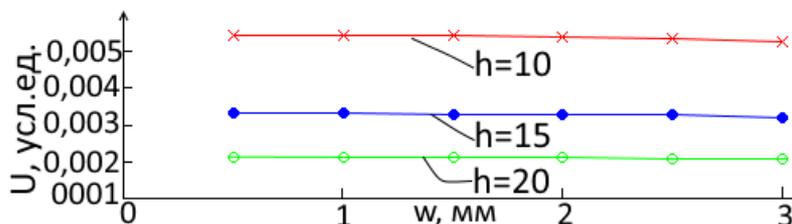


Рис. 4. Зависимости сигнала на разных высотах h (мм) от параметра w

Таким образом построена фотометрическая модель лазерного диагностического флуориметра благодаря которой появилась возможность, используя технические характеристики производителя, литературные, либо экспериментальные данные о параметрах компонент оптико-электронной системы проектируемого прибора и оптические свойства объекта диагностики, предсказывать его выходные сигналы, переводя все расчёты, необходимые для процесса конструирования, в автоматический режим.

Модель показала, что основной вклад в энергетику прибора вносит расстояние между поверхностью диагностируемого объекта и фоточувствительной площадкой фотоприёмника. Минимизировав это расстояние в допустимых конструктивных рамках, можно получить максимальный уровень выходного сигнала фотоприёмника.

Модель выполнена в пакете компьютерной математики Mathcad, в который закладываются фотометрические модели компонент оптической системы, описанные выше. Заданные явно математические функции обеспечивают открытость модели в целом и доступность её модификации пользователем.

Литература

1. Meerwaldt R., Graaff R., Oomen P. H. N. et al. Simple non-invasive assessment of advanced glycation endproduct accumulation // *Diabetologia*, 2004; 47: 1324– 330.
2. Kornilin D.V., Grishanov V.N., Zakharov V.P., Burkov D.S. Portable fluorescence meter with reference backscattering channel. *Proc. SPIE*, 2016; 9961. 99610C: 1-8. doi:10.1117/12.2237135.
3. Якушенков Ю.Г. Теория и расчёт оптико-электронных приборов / Ю.Г. Якушенков. – М.: Логос, 1999. – 480 с.
4. bpw21r: www.vishay.com



А.В. Гончарова

ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

(Самарский университет)

Тестирование программного обеспечения — процесс исследования, испытания программного продукта, имеющий две различные цели:

- 1) продемонстрировать разработчикам и заказчикам, что программа соответствует требованиям;
- 2) выявить ситуации, в которых поведение программы является неправильным, нежелательным или не соответствующим спецификации.

Тестирование представляет собой процесс, а не единичное действие. Качество и эффективность тестирования программного обеспечения, в первую очередь определяется качеством используемых тестовых процессов.

Первоначальным этапом процесса тестирования является планирование и контроль. Тест планирование включает в себя составление документа - тест плана, описывающий что, когда, как и кто будет вовлечен в процесс тестирования. Тест план является основным документом, который описывает список тестируемых компонентов, критерии качества и риски тестирования, ресурсы, тест стратегию и типы тестирования. Этап контроля позволяет сравнивать реальный прогресс с ожидаемыми результатами и составления отчетов о состоянии, в том числе отклонений от плана.

Вторым этапом является анализ и проектирование тестов. Детальный анализ требований, создание, подтверждение и публикация тест кейсов, экспертных обзоров, создание тестовой среды проходят на данном этапе.

Третьим этапом является выполнение тестов, включающий в себя исполнение тестов либо вручную, либо с помощью автоматизированных инструментов. Это фундаментальный тест процесс, на котором происходит реализация запланированных тестов. В последствии которого составляется дефект или баг репорт, описывающий ситуацию или последовательность действий приведшую к некорректной работе объекта тестирования, с указанием причин и ожидаемого результата.

Следующим этапом является оценка критериев выхода и отчет. Оценка критериев выхода представляет собой процесс, определяющий, когда прекратить тестирование. Это зависит от покрытия кода, функциональности или риска. Главной задачей данного этапа является:

- 1) оценка в необходимости продолжения или остановки тестирования;
- 2) написание краткого отчета тестирования для заинтересованных сторон.

Тестирование, которое с каждым годом становится все востребованнее, является не только процессом контроля, но и мощным инструментом разработки, позволяющий убедиться в качестве выпускаемого продукта и удовлетворения потребностей клиента, что влечет за собой устойчивую позицию, конкурентоспособность и авторитет на рынке информационных услуг. Уделяя вни-



манию тестированию на ранних этапах разработки, также возможно избежать больших расходов на исправление ошибок, обнаруженных на заключительных этапах.

Литература

- 1 Sommerville I. Software Engineering, 8th ed. Harlow, England: Pearson Education, 2007
- 2 Канер Кем, Фолк Джек, Нгуен Енг Кек. Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений. — Киев: ДиаСофт, 2001
- 3 Тамре Л. Введение в тестирование программного обеспечения, 2003
- 4 Блэк Р. Critical Testing Processes. Plan, Prepare, Perform, Perfect, 2011
- 5 Котляров В. П., Коликова Т. В. Основы тестирования программного обеспечения, 2008
- 6 Джесси Рассел, Рональд Кон, Тестирование программного обеспечения, 2013.

Ш.Т. Дадабаев

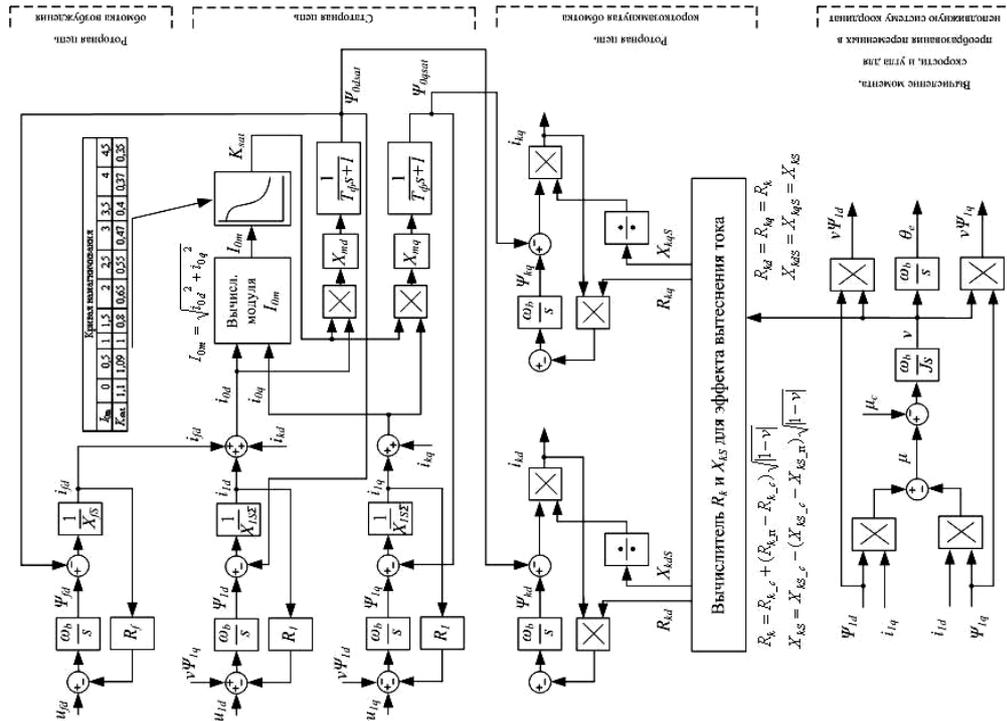
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПУСКА

(Худжандский политехнический институт таджикского технического университета имени академика М.Осими)

В электрических машинах процесс преобразования энергии всегда вызывает потери, которые превращаются в тепло, т.е. машины нагреваются при работе. Тем выше температура машины при работе, тем быстрее она теряет свои свойства изоляции. Поэтому вопрос исследования нагрева электродвигателей и их устранения является актуальным вопросом.

Технический ресурс электрооборудования всегда зависит от его правильного использования, т.е. эксплуатации. Оптимальное использование дает импульс к увеличению технического ресурса электродвигателя и всего электрооборудования в целом. С этой целью в данной статье выполнено моделирование мощного синхронного электропривода насосных агрегатов Аштской насосной станции (АНС-1) на базе программы MATLAB/Simulink [3]. В АНС-1 используются синхронные электродвигатели мощностью 8000 кВт и частотой вращения 375 об/мин. На рисунке 1 приведена математическая модель СД в операторной форме в системе координат $d-q$ в относительных единицах [1, 2].

Результаты моделирования прямого пуска синхронного двигателя (СД) приведены на рисунке 2.





и ток в электродвигателях пропорциональны друг-другу, тогда нагрев тоже при прямом пуске будет иметь место.

Для моделирования нагрева синхронного двигателя, формулу количество теплоты Q преобразуем в дифференциальное уравнение следующего вида:

$$W = \int R_1 \cdot i^2 dt$$

Общий вид модели приведен на рисунке 3.

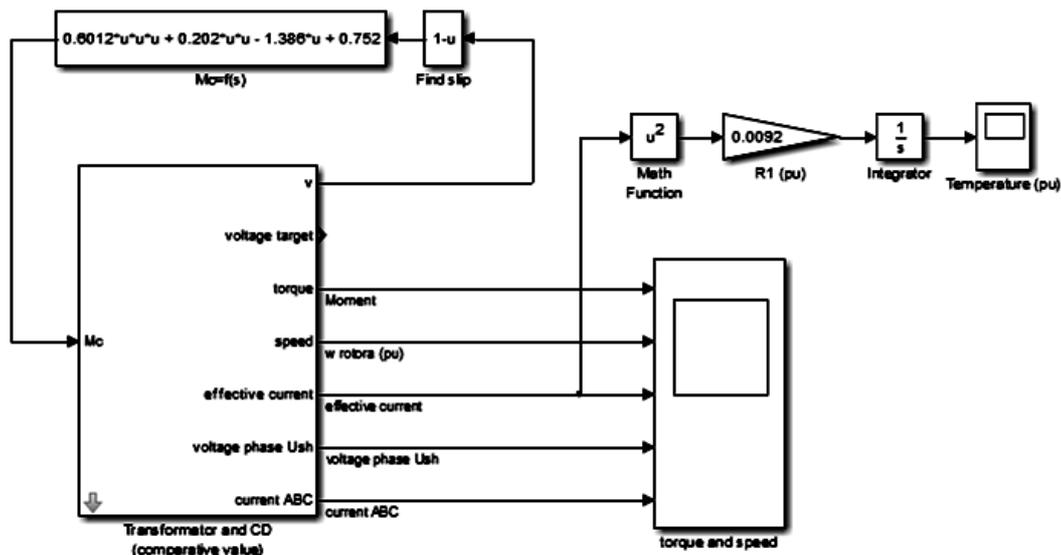


Рис. 3. Компьютерная модель для исследования нагрева СД

Результаты моделирования при прямом и плавном пуске приведены на рисунках 4-7. На рисунках 5-7 показан график нагрева обмоток статора СД при плавном пуске с помощью устройство плавного пуска (УПП), которое дает возможность плавно увеличить напряжение обмоток от нуля до номинального значения.

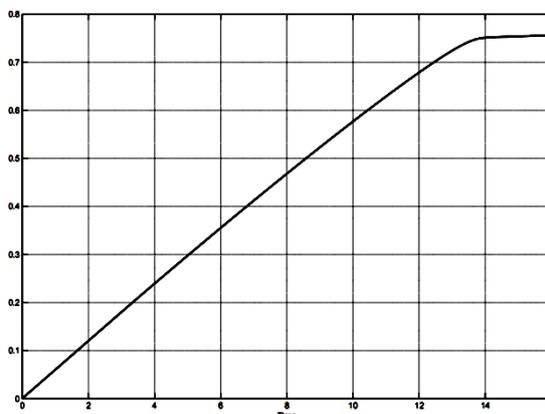


Рис. 4. График нагрева обмотки статора СД при прямом пуске

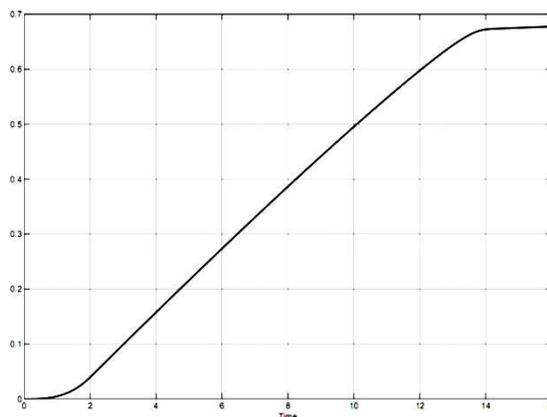


Рис. 5. График нагрева обмотки статора СД при плавном пуске при повышении напряжения обмоток от 0 до номинального значения за 1 с

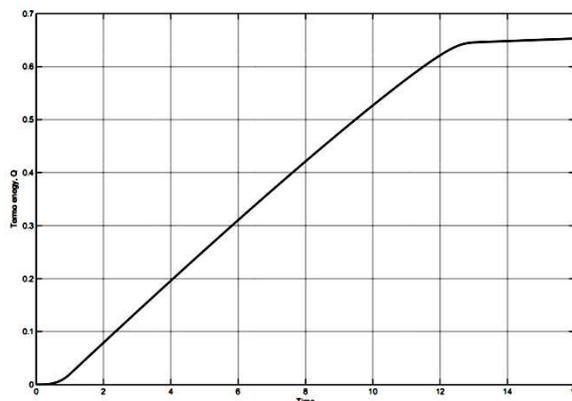


Рис. 6. График нагрева обмотки статора СД при плавном пуске при повышении напряжения обмоток от 0 до номинального значения за 2 с

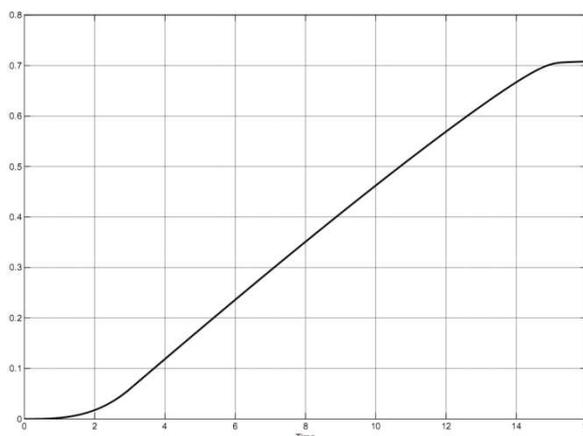


Рис. 7. График нагрева обмотки статора СД при плавном пуске при повышении напряжения обмоток от 0 до номинального значения за 3 с

Результат моделирования и проведенных исследования дали следующие выводы:

- при прямом пуске, количество теплоты имеет наибольшее значение (0,76 в о.е.);
- при плавном пуске при увеличении U статора от 0 до U_n значения за 1 секунду, количество теплоты минимален (0,66 в о.е);



– при плавных пусках при увеличении U статора от 0 до U_n за 2 и 3 секунды количество теплоты увеличилось чем за 1 секунды (0,69 и 0,71 в о.е.).

Выбор точного и оптимального значения ограничения пускового тока оказался весьма трудной задачей, поскольку для каждого электродвигателя и механизма данное значение может быть разным. Для исследуемого нами объекта значение ограничения пускового тока равнялся примерно трехкратному значению номинального тока, так как при прямом пуске пусковой ток имел пяти, шестикратное значение.

Литература

1. Донской Н.В. Регулируемые электроприводы переменного тока. Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2007. – 204с.
2. Калинин, А. Г. Исследование и разработка энергоэффективных режимов электроприводов в системах электроснабжения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Чебоксары 2011.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с., ил.

Д.В. Днепров

О МОДЕЛИРОВАНИИ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА РАДИОСИГНАЛОВ ГЛОНАСС С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ МАЛОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА

(Национальный исследовательский университет «Московский Энергетический
Институт»)

В настоящее время в спутниковых радионавигационных системах наряду с фазоманипулированными сигналами широко используются сигналы с кодовым разделением и с модуляцией на поднесущих частотах ВОС (англ. *binaryoffsetcarrier*).

Одной из основных задач при приеме и обработке ВОС-сигналов в навигационной аппаратуре является поиск. Развитие и исследование различных алгоритмов поиска в отечественной и зарубежной литературе предоставляет широкие возможности для выбора разумного соотношения между сложностью и качеством алгоритмов, реализуемых в аппаратуре.

В общем виде при постановке задачи поиска требуется принять решение о наличии определенного сигнала в принимаемой смеси сигналов и шумов, а также оценить его параметры – задержку и доплеровское смещение частоты. Задача решается методами оптимальной обработки сигналов [2].

Принимаемый сигнал имеет вид:

$$y(t) = Ah_{\text{ок}}(t - \tau)h_{\text{ис}}(t) \cos(\omega_0 t + 2\pi f_{\text{дон}} t + \varphi_0) + n(t) \quad (1)$$



где $h_{uc}(t)$ - функция модуляции цифровой синусоидой (меандром) вида $\text{sign}[\sin(\Omega(t - \tau))]$ для сигналов BOC, 1 – для сигналов BPSK.

Амплитуда сигнала полагается известной. Начальная фаза – случайная величина, равномерно распределенная на интервале $[-\pi, \pi]$. Задержка и частота априорно неизвестны, но известны границы интервалов неопределенности.

Согласно теории оптимального приема [2], применяется квадратурная схема приемника (рис.1). Интервалы неопределенности задержки и частоты разбиваются на конечное число значений, и для каждой пары осуществляется аналогичная операция расчета корреляционных интегралов.

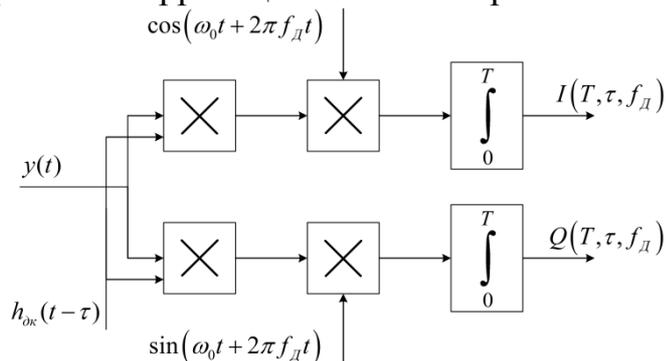


Рисунок 1. Квадратурный приемник

В результате в каждой «ячейке» поиска имеем величину

$$X^2 = I^2 + Q^2 \quad (2)$$

Решение о наличии сигнала в каждой ячейке принимается путем сравнения величины X^2 с порогом h .

Как правило, мощность навигационного сигнала у поверхности Земли составляет -160 дБВт. В требованиях, предъявляемых к аппаратуре, обычно указываются величины -140 дБВт и менее. Для обнаружения сигналов такого уровня требуется увеличение времени накопления в корреляторах. При этом важно учесть, что сигнал дополнительно модулируется символами навигационного сообщения длительностью 20мс. Также при увеличении времени накопления увеличивается число ячеек поиска по частоте, поскольку обычно шаг поиска по частоте выбирают как $1/T$. Увеличение времени когерентного накопления повлечет за собой усложнение алгоритма, увеличение времени на всю процедуру и повышение вычислительных затрат. Одним из подходов к решению задачи является применение дополнительного некогерентного накопления величин X^2 :

$$R = \sum_{i=1}^{NN} X^2(T) \quad (3)$$

Величины I и Q в разных ячейках некоррелированы за счет ортогональности опорных сигналов. При сложении квадратов огибающих пары каналов приемника величина X^2 оказывается распределенной по закону χ^2 с двумя степенями свободы.

В ячейке, в которой присутствует сигнал, плотность вероятности определяется выражением



$$P_1(x) = \frac{1}{2\sigma^2} \left(\frac{x}{s^2} \right)^{\frac{(NN-1)}{2}} e^{-(x+s^2)/(2\sigma^2)} I_{NN-1} \left(\frac{s\sqrt{x}}{\sigma^2} \right), \quad (4)$$

где $s^2 = \sum_{i=0}^{2NN-1} m^2 = NNA^2T^2 / 2$. В ячейках, где сигнал отсутствует, математическое ожидание в I и Q каналах равно нулю, и плотность вероятности описывается центральным χ^2 распределением:

$$P_0(x) = \frac{1}{2^{NN} \sigma^{2NN} \Gamma(NN)} x^{NN-1} e^{-x/(2\sigma^2)}, \quad (5)$$

где $\Gamma(NN) = \int_0^{+\infty} y^{NN-1} e^{-y} dy = (NN-1)!$

Для каждой ячейки определена вероятность ложной тревоги $P_{лм} = \int_h^{+\infty} P_0(x) dx$ и вероятность правильного обнаружения $P_{обн} = \int_h^{+\infty} P_1(x) dx$. При общем числе ячеек поиска по задержке и частоте $N_f \times N_\tau = N_{общ}$ суммарная вероятность ложной тревоги определяется как

$$P'_{лм} = 1 - (1 - P_{лм})^{N_{общ}} \quad (6)$$

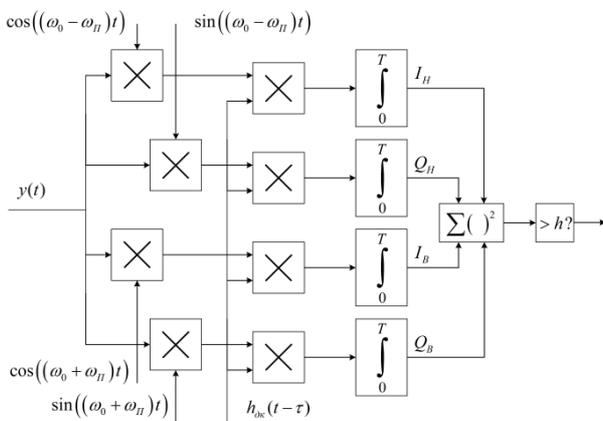


Рисунок 2. Метод поиска BPSK-like

При поиске сигналов с ВОС-модуляцией применяются известные методы поиска, основанные на схеме квадратурного приемника (рис.1). В их основе лежит принцип отдельной обработки верхних и нижних компонент спектра сигнала. Схема метода поиска ВОС-сигналов по принципу разделения на 2 BPSK-сигнала приведена на рисунке 2. Характеристика

обнаружения сигнала ВОС(5, 2.5) для

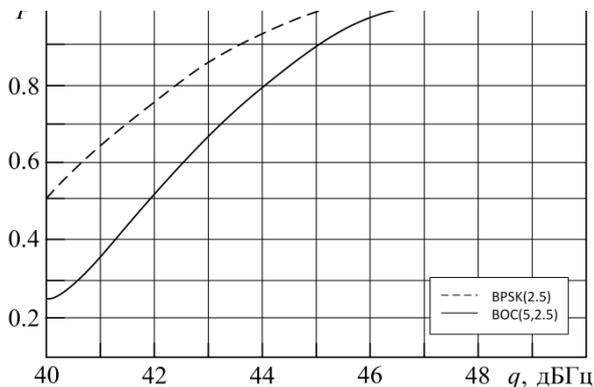


Рисунок 3. Характеристики обнаружения

данного алгоритма в сравнении с поиском сигнала BPSK(2.5) при одинаковых временах накопления, полученная путем математического моделирования, приведена на рисунке 3. Отличие в 1.3 дБГц по уровню 0.9 соответствует представлениям об ухудшении характеристик вследствие введения некогерентного сложения пар каналов. При поиске слабых сигналов данными методами повышение чувствительности достигается за счет увеличения



времени некогерентного накопления ввиду ограничения, вводимого модуляцией сигнала навигационным сообщением.

Литература

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. Изд. 4-е. Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. М.: Радиотехника. 2010. 800 с.
2. Статистическая теория радиотехнических систем. М. Радиотехника. 2003. 400 с.
3. Martin N .Leblond V, Guilloeyel G., Heiries V. VOC(x,y) signal acquisition techniques and performances. ION 2003.
4. Heiries V R oviras D., Ries L., Calmettes V. Analysis of Non Ambiguous VOC Signal Acquisition Performance. ION 2004.

Ч. Дон¹, Ю.М. Заболотнов¹, Ч. Ван²

МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ РАЗВЕРТЫВАЕМОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ С АТМОСФЕРНЫМ ЗОНДОМ

(¹Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва,

²Северо-западный политехнический университет, г. Сиань, КНР)

Рассматривается построение математической модели и анализ управляемого движения при разворачивании космической тросовой системой (КТС) с атмосферным зондом (АЗ). КТС состоит из базового космического аппарата (КА), АЗ (тела с большим аэродинамическим сопротивлением) и соединяющего их троса. Учитываются аэродинамические силы, действующие на все элементы системы, включая трос достаточно большой длины (порядка 30 и более километров). Показано, что построение номинальной программы разворачивания тросовой системы с учетом аэродинамических сил позволяет в несколько раз уменьшить ошибки приведения системы в заданное конечное вертикальное состояние при разворачивании КТС. Приводятся численные расчеты, подтверждающие проведенные исследования и сформулированные выводы.

Атмосферный зонд это тело надувной или складной конструкции, имеющее увеличенный баллистический коэффициент. Атмосферные зонды могут использоваться, например, для мониторинга верхних слоев атмосферы.

Задача управления разворачиванием КТС разбивается на две части: 1) построение номинальной программы разворачивания КТС; 2) стабилизация движения КТС относительно номинального движения с помощью некоторого алгоритма регулирования.

Для построения номинальной программы разворачивания КТС в положение, близкое к вертикальному, разработана модель движения системы в подвижной орбитальной системе координат с учетом массы троса и действующих



на него аэродинамических сил

$$\ddot{L} = \frac{v_e}{M_e} L(\dot{\theta}^2 + 2\dot{\theta}\Omega + 3\Omega^2 \cos^2 \theta) + \frac{Q_L - T_n}{M_e}, \quad (1)$$

$$\ddot{\theta} = -2\frac{v_e}{J_e} L\dot{L}(\dot{\theta} + \Omega) - \frac{3}{2}\Omega^2 \sin 2\theta, \quad (2)$$

где L и θ - длина троса и угол его отклонения троса от вертикали, Ω - угловая скорость вращения центра масс КТС по орбите, $M_e = (m_1^0 - L\rho)(m_2 + L\rho) / M$, m_1^0 и m_2 - начальная масса КА и масса АЗ, $M = m_1^0 + m_2$, ρ - линейная плотность троса, T_n - сила натяжения троса, Q_L и Q_θ - обобщенные аэродинамические силы, $v_e = (m_1^0 - L\rho)(m_2 + L\rho / 2) / M$,

$J_e = L^2(m_1^0 m_2 - 2L\rho m_2 / 3 + L\rho m_1^0 / 3 - L^2 \rho^2 / 4) / M$. При выводе уравнений (1-2) предполагается, что орбита центра масс системы за время развертывания системы не изменяется и близка к круговой орбите.

Программа развертывания КТС в вертикальное положение имеет вид

$$T_n = v_e \Omega^2 \cos^2 \theta_p [a(L - L_k) + b\dot{L} / \Omega + 3L_k], \quad (3)$$

где a, b - параметры закона управления, L_k - конечная длина троса, θ_p - отклонение троса в конечном положении равновесия, определенное в силу уравнений (1-2).

Обобщенные аэродинамические силы определяются из выражений $Q_L = \delta A_L / \delta L$, $Q_\theta = \delta A_\theta / \delta \theta$, где δA_L и δA_θ - работы на возможных перемещениях δL , $\delta \theta$. Аэродинамические силы, действующие на трос, определяются интегрированием по длине троса в предположении, что трос представляет собой прямую линию.

При записи уравнений движения КТС как системы с распределенными параметрами трос представляется как совокупность материальных точек с упругими односторонними механическими связями. Поэтому уравнения движения КТС в геоцентрической неподвижной системе координат записываются в виде [1]

$$\frac{d\vec{r}_k}{dt} = \vec{V}_k, \quad m_k \frac{d\vec{V}_k}{dt} = \vec{G}_k + \vec{T}_k + \vec{R}_k \quad (4)$$

где \vec{r}_k ($k = 1, 2, \dots, n$) - радиус-вектора КА, зонда и материальных точек троса; \vec{V}_k - абсолютные скорости точек, $\vec{G}_k, \vec{T}_k, \vec{R}_k$ - вектора гравитационной сил, сил натяжения троса и аэродинамических сил.

Так как трос не воспринимает сжимающих усилий, то модуль сил упругости вычисляется по закону Гука



$$T_k = \begin{cases} c \frac{|\bar{r}_k - \bar{r}_{k+1}| - \Delta L_k}{\Delta L_k}, & \text{if } |\bar{r}_k - \bar{r}_{k+1}| - l \geq 0 \\ 0, & \text{if } |\bar{r}_k - \bar{r}_{k+1}| - l \leq 0 \end{cases}, \quad (5)$$

где ΔL_k - нерастянутая длина k -ого участка троса, $c = E \cdot A$ - коэффициент жесткости, E - модуль Юнга, A - площадь поперечного сечения троса.

Соответственно в векторном виде силы натяжения троса определяются выражениями

$$\bar{T}_k = T \frac{\bar{r}_{k+1} - \bar{r}_k}{|\bar{r}_{k+1} - \bar{r}_k|}, \quad \bar{T}_{k+1} = -\bar{T}_k. \quad (6)$$

При моделировании развертывания КТС в соответствии с к системой (4) необходимо добавить уравнения, учитывающие динамику работы механизма управления. Запишем эти уравнения в виде [2]

$$m_e \frac{dV_l}{dt} = T_1 - F_c, \quad \frac{dl}{dt} = V_l, \quad (7)$$

где коэффициент m_e учитывает инерционность механизма управления, V_l - скорость троса, F_c - управляющая сила в механизме выпуска троса.

В соответствии с принципом обратной связи силу F_c зададим в виде [2,3]

$$F_c = T_n + p_1 \Delta L + p_2 \Delta V, \quad (12)$$

где p_1, p_2 - коэффициенты регулирования, T_n - номинальная сила натяжения троса (3), $\Delta L = l - L$, $\Delta V = V_l - V_L$.

При добавлении новой точки при увеличении длины троса используется алгоритм, описанный в [1].

При проведении моделирования использовались следующие исходные данные: $m_e = 0.2 \text{ кг}$, $m_1 = 6000 \text{ кг}$, $m_2 = 20 \text{ кг}$, $L_k = 30 \text{ км}$ и $L_k = 60 \text{ км}$, $a = 4$, $b = 5$, баллистические коэффициенты $\sigma_1 = 1.257 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 / \text{кг}$, $\sigma_2 = 0.015 \text{ м}^2 / \text{кг}$; коэффициенты регулирования $p_1 = 0.243$, $p_2 = 7.824$ [4], $\rho = 0.2 \text{ кг} / \text{км}$, высота начальной орбиты 250 км.

Сравнение результатов моделирования движения КТС с учетом и без учета аэродинамических сил показало, что учет при построении номинальной программы (3) позволил уменьшить ошибки регулирования по окончанию развертывания КТС с атмосферным зондом в несколько раз. Данный вывод остается в силе при изменении наклона начальной орбиты центра масс КТС и при учете вращения атмосферы.

Литература

1. Zabolotnov Yu. Introduction to Dynamics and Control in Space Tether System. Beijing: Science Press, 2013. 140 p.



2. Zabolotnov Yu.M., Naumov O.N. Motion of a Descent Capsule Relative to Its Center of Mass when Deploying the Orbital Tether System // J. Cosmic Research. 2012. 50 (2), pp. 177-187.

3. Kruijff M. Tethers in Space. - The Netherlands: Delta - Utec Space Research, 2011. - 432 p.

4. Заболотнова О. Ю. Синтез алгоритмов управления для развёртывания космической тросовой системы // Полет. 2010. №11. С. 36-42.

Н.В. Ефимушкина

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ ВВОДА-ВЫВОДА КОМПЬЮТЕРА

(Самарский государственный технический университет)

Аннотация: Описывается подход к разработке имитационных моделей подсистем ввода-вывода современных компьютеров. Моделирующая программа позволяет исследовать типовые структуры этих подсистем и режимы их работы. В ней применяются принципы анимации для обеспечения наглядности и лучшего усвоения материала.

Ключевые слова: имитация, процессор, память, клавиатура, монитор.

Введение

Общеизвестно, что современные вычислительные системы характеризуются сложными структурами и режимами функционирования. Для изучения особенностей их работы используются методы теории вычислительных систем (ВС) [1, 3]. При этом применяются аналитические, имитационные и экспериментальные методы. Наиболее достоверные результаты позволяют получить эксперименты непосредственно над объектом в реальных или специально созданных условиях. Высокая сложность и стоимость вычислительных систем и их подсистем ограничивает применение этих методов для обучения студентов.

Формулировка проблемы

Наиболее перспективными представляются методы имитационного моделирования. Моделирующая программа содержит процедуры, воспроизводящие структуру системы и протекающие в ней процессы. Важнейшее свойство имитационного моделирования — универсальность. Метод позволяет исследовать системы любой сложности, учитывать влияние различных факторов и воспроизводить типовые ситуации. Важной особенностью этого метода является возможность использования средств анимации, которые обеспечивают большую наглядность.

В настоящее время из аналогов автору известен только пакет программ имитационного моделирования компьютерных сетей Opnet. Этот пакет не пригоден для изучения отдельных ЭВМ и их подсистем. Предлагаемая модель предназначена именно для таких объектов.

При разработке моделей решался целый ряд проблем:



- 1) Выбор основных элементов исследуемой подсистемы, которые должны быть отображены в модели;
- 2) Определение уровня детализации параметров объекта;
- 3) Оценка адекватности модели.

При решении первой проблемы в качестве объектов исследования были выбраны:

- a) Центральная часть современного компьютера, содержащая центральный процессор, шины и мосты, а также оперативную память (ОП);
- b) Подсистема ввода-вывода, включающая в себя клавиатуру, видеокарту и монитор.

В модели необходимо было отобразить основные элементы подсистемы, которые определяют особенности ее функционирования. Так ввод данных с клавиатуры может происходить в одном из двух режимов: с выводом на монитор и без него, причем эта операция выполняется посимвольно.

Другой проблемой при разработке модели был выбор состава параметров, описывающих объект. Они должны обеспечивать уяснение основных особенностей функционирования подсистемы. При этом второстепенные факторы, усложняющие процесс исследования, необходимо отбросить.

Описываемый подход привел к использованию упрощенной модели подсистемы. Например, в ней не отображается внешняя память. Модель содержит минимальное количество элементов, оказывающих влияние на работу подсистемы ввода-вывода.

Описание модели для исследования подсистемы ввода-вывода компьютера

Предлагаемая модель представляет собой программу имитационного моделирования подсистемы ввода-вывода современного компьютера, имеющего структуру типа IBM PC. Она предназначена для проведения лабораторных работ по дисциплине «Аппаратные средства вычислительной техники» для направлений 09.03.01 и 09.03.04. Программа может быть полезна при исследовании реальных компьютеров, имеющих подобную архитектуру. Она позволяет изучить особенности организации вычислительных процессов в подсистеме их ввода-вывода. Имеется возможность исследовать влияние самых разнообразных факторов на производительность устройств подсистемы. Программа обеспечивает оценку временных характеристик.

Известно, что ввод информации с клавиатуры выполняется по следующему алгоритму:

- 1) при нажатии на клавишу специальная микросхема, встроенная в клавиатуру, генерирует скан-код;
- 2) этот код поступает в микросхему, выполняющую функции порта клавиатуры;
- 3) порт клавиатуры через порт 0 южного моста, северный мост и системную шину выдает процессору прерывание с фиксированным номером;



4) получив прерывание, процессор откладывает текущую работу и по номеру прерывания через северный мост обращается в специальную область оперативной памяти, в которой находится соответствующий вектор прерываний;

5) процессор обрабатывает прерывание, программа которого «защита» в микросхему ПЗУ; при этом процессор обращается к порту клавиатуры, где находит скан-код, загружает его в свои регистры и определяет, какой код символа соответствует данному скан-коду;

б) далее обработчик прерываний отправляет полученный код символа через системную шину и шину памяти в небольшую область ОП – буфер клавиатуры и прекращает свою работу, известив об этом процессор;

7) процессор завершает обработку прерывания и возвращается к отложенной программе.

Введенный символ хранится в буфере клавиатуры до тех пор, пока его не заберет оттуда исполняемая программа.

При вводе информации с одновременным выводом на экран во время выполнения пунктов 6 и 7 алгоритма работает подсистема вывода на монитор. Код введенного символа передается по шинам памяти, системной и графического интерфейса в видеокарту, а оттуда – на монитор.

В модели отображается последовательность описанных операций ввода данных с клавиатуры, буферизации и записи их в память, а также вывода информации на экран монитора. Она работает в трех режимах:

- непрерывном;
- потактовом;
- по таймеру.

Первый используется, если необходимо быстро получить результаты. По умолчанию устанавливается в этот режим. Потактовый режим применяется, когда пользователю требуется отслеживать процесс выполнения команды ввода-вывода. При этом демонстрируется каждый шаг приведенного алгоритма ввода символа. Такой подход позволяет уяснить особенности процесса ввода (и, если необходимо, - вывода на экран). В режиме «по таймеру» имитация осуществляется непрерывно.

Экранная форма модели для потактового режима приведена на рис. 1.

Результаты моделирования представляются в виде временных диаграмм и общего количества тактов работы подсистемы. Пример экранной формы представления результатов приведен на рис. 2.

Заключение

Предлагаемая программа используется при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Аппаратные средства вычислительной техники» для направлений 09.03.01 и 09.03.04. Имитационная модель разработана с использованием универсальной среды Delphi 2010. Она является упрощенной и воспроизводит основные элементы структуры и режимов функционирования подсистемы ввода-вывода компьютера, что обеспечивает простоту усвоения материала и позволяет определять наиболее оптимальные параметры структур и режимов. Важной особенностью модели является применение анимации. Она обес-



печивает максимальную наглядность и оптимальный подход к обучению.

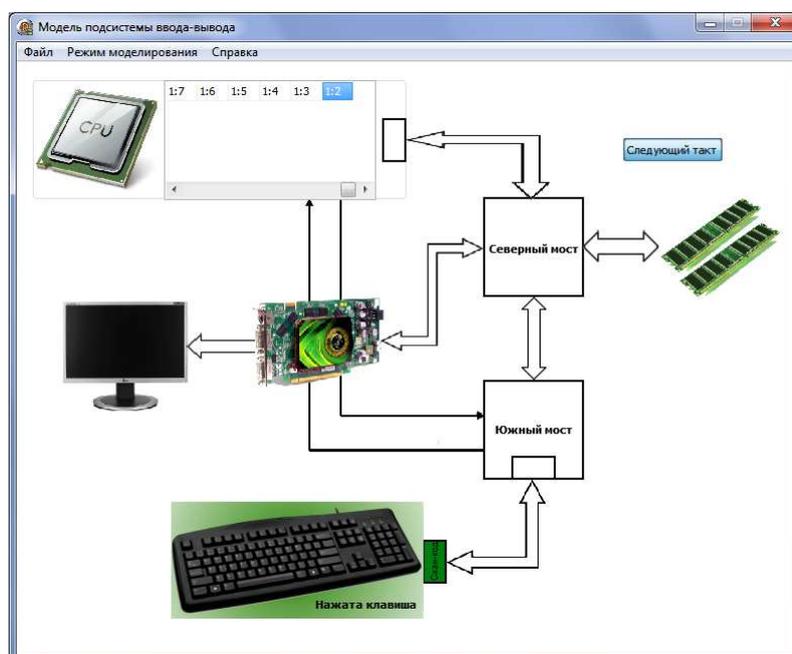


Рисунок 1 – Экранная форма потактового режима моделирования

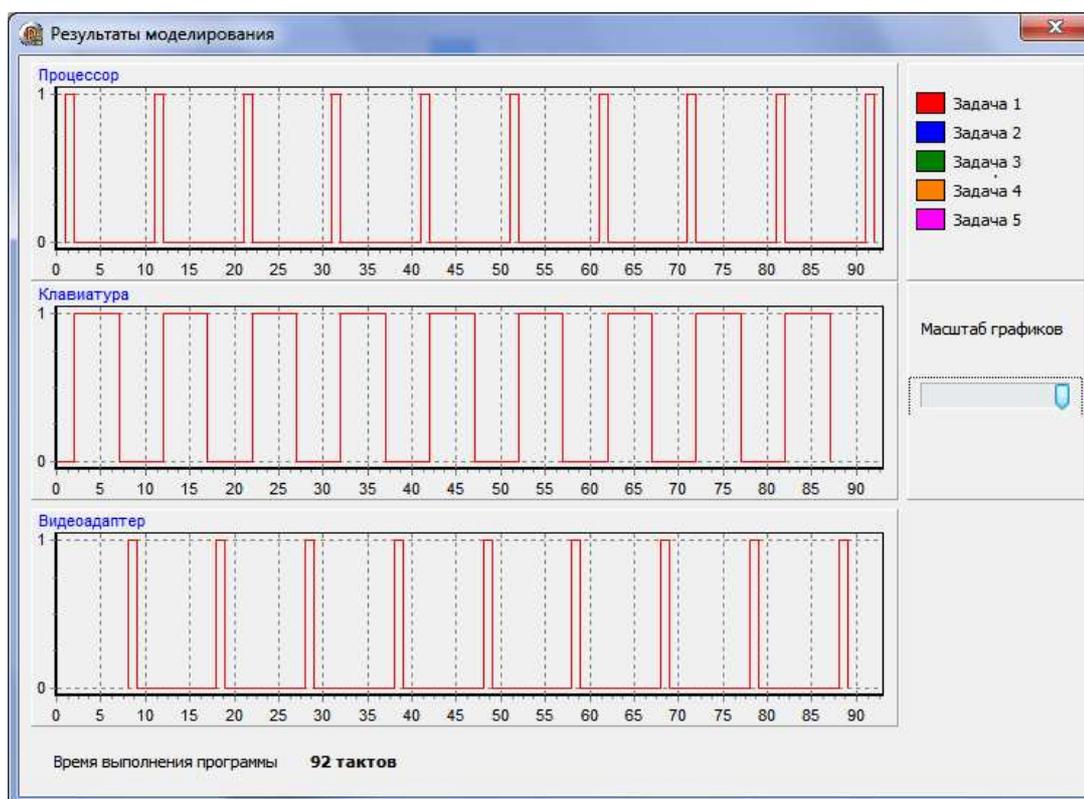


Рисунок 2 – Результаты моделирования в однопрограммном режиме

Литература

1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера: пер. с англ. / Э. Таненбаум.- Изд. 5-е.- СПб., 2010. - 848 с.



2. Орлов С.П. Организация компьютерных систем: учебное пособие/С.П. Орлов, Н.В. Ефимушкина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – 188 с.

3. Организация вычислительных машин и систем/ С.П.Орлов, Н.В. Ефимушкина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 304 с.

Р.М. Жаббаров

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В МЕХАНИКЕ (МЕТОД ФОТОУПРУГОСТИ)

(Самарский университет)

Настоящее исследование посвящено цифровой обработке изображений (интерференционных картин), получаемых в результате применения интерференционно-оптических методов в механике разрушения. В работе использован метод цифровой фотоупругости для построения многопараметрического асимптотического разложения полей напряжений и перемещений в окрестности вершины трещины в изотропном линейно упругом материале. Фотоупругостью называется возникновение в изотропных телах оптической анизотропии под действием напряжений. Фотоупругость возникает вследствие зависимости диэлектрической проницаемости вещества от деформации и проявляется в виде двойного лучепреломления под воздействием механических нагрузок. Метод цифровой фотоупругости особенно удобен для экспериментального определения поля напряжений у вершины трещины

Для описания поля напряжений вблизи вершины трещины используется многопараметрическое асимптотическое разложение М.Уильямса [1]. Для каждой конфигурации образца с трещиной или угловым вырезом многокомпонентное асимптотическое разложение содержит последовательность коэффициентов (масштабных множителей), которые зависят от геометрии образца (его размеров, формы, длины надреза или трещины) и системы приложенных нагрузок. В литературе хорошо известны решения для первых двух слагаемых в асимптотических разложениях поля напряжений: для коэффициентов интенсивности напряжений и T -напряжений для ряда конфигураций образцов с трещиной [2, 3]. Более сложной задачей является определение высших приближений как функций приложенной нагрузки и геометрии образца с трещиной. В настоящее время в механике разрушения сложилось понимание необходимости вычисления большего количества слагаемых; необходимо удерживать высшие слагаемые в полном асимптотическом разложении Уильямса для различных образцов [3-5].

В данной работе приводится решение задачи идентификации коэффициентов асимптотического разложения Уильямса для пластины с центральной трещиной, находящейся под воздействием растягивающей нагрузки. Вычисление коэффициентов основано на аналитическом решении задачи, которая получается с помощью классического комплексного представления решения плоской задачи теории упругости.



Был проведен ряд вычислений для идентификации коэффициентов асимптотического разложения Уильямса для пластины, находящейся под действием растягивающего напряжения. Известными данными в задаче являются интерференционные картины – картины изохроматических полос для различных величин нагрузок; известны длина, ширина и толщина образца, а также длина трещины (рис. 1).

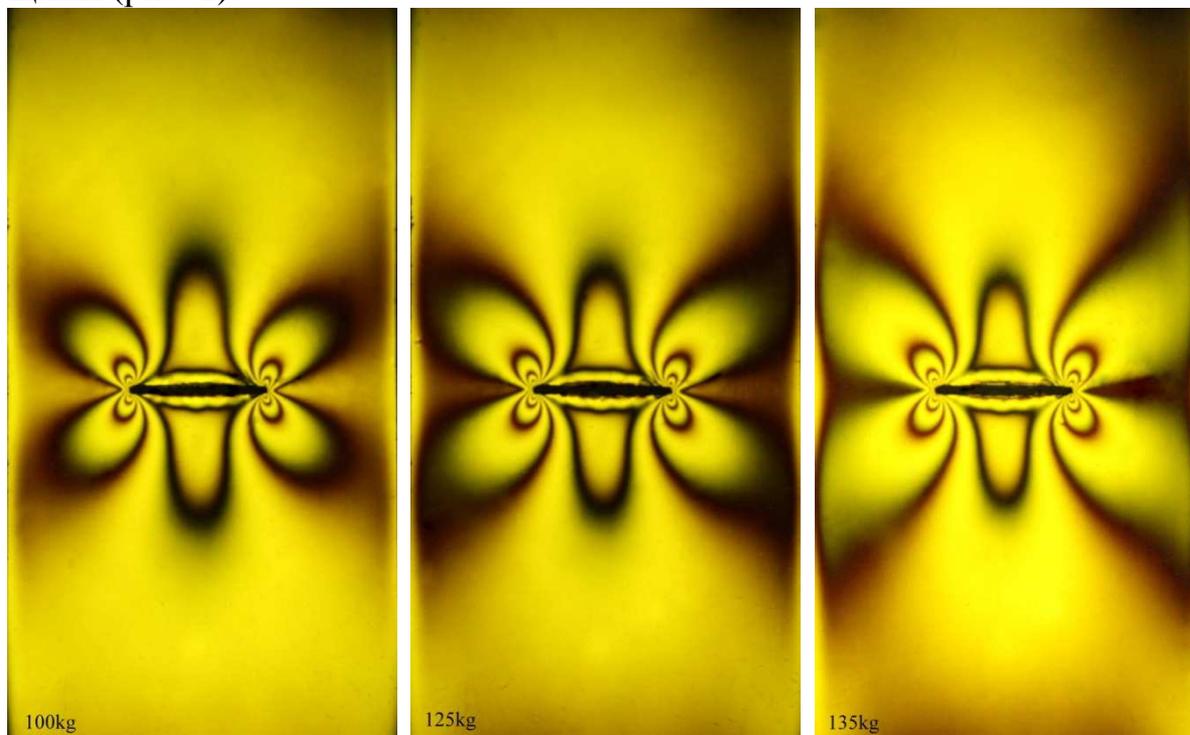


Рис. 1 Картины изохроматических полос в образце с центральной трещиной, нагруженной различными силами

Для каждой нагрузки производится выборка последовательности экспериментальных точек на определенной изохrome в наиболее темных участках изображения. Точность решения зависит от количества удерживаемых слагаемых в асимптотическом разложении, но в то же время увеличение количества удерживаемых слагаемых усложняет решение задачи.

Разработан метод вычисления коэффициентов полного асимптотического разложения М. Уильямса. Задача, в силу своей громоздкости, решена в системе компьютерной алгебры. В разработанной программе учитываются геометрические размеры образца, приложенная нагрузка и различное количество слагаемых в полном асимптотическом разложении поля напряжений. В зависимости от количества выбранных экспериментальных точек и количества удерживаемых слагаемых в многопараметрическом асимптотическом разложении Уильямса формируется N систем из M уравнений, где N - количество экспериментальных точек, а M - количество слагаемых асимптотического разложения. Итоговые результаты решения формируются путем расчета среднего значения для каждого коэффициента разложения. В работе приведены сравнения с известными результатами аналитического решения.

Проведена серия вычислительных экспериментов в многофункциональном комплексе Simulia ABAQUS (Student Edition). В программе Simulia Abaqus



была смоделирована модель образца с трещиной с приложенной нагрузкой. Результаты вычислительного эксперимента показали близкие к аналитическому решению результаты, были вычислены коэффициент концентрации напряжения и T -напряжения.

Основной проблемой для решения такого рода задач является выбор экспериментальных точек. Так как данная процедура выполняется вручную, точность решения с большой вероятностью может оказаться малой, поэтому существенна цифровая обработка изображений. Изображение, которое получено в результате опытного эксперимента следует обработать, используя необходимое программное обеспечение, для получения наиболее точных координат экспериментальных точек, что способствует более точным результатам.

В ходе вычислительных экспериментов был замечен интересный факт: в нескольких крайних точках выбранной изохромы значения коэффициентов асимптотического разложения сильно отличаются от остальных. Это является следствием недостаточного количества удерживаемых слагаемых; выяснилось, что чем дальше находится выбранная точка от вершины трещины, тем больше необходимо удерживать слагаемых асимптотического разложения Уильямса, поэтому предлагается решение, при котором фиксируется расстояние от кончика трещины и выбираются несколько точек на изохромах.

Литература

[1] Williams M.L. On the stress distribution at the base of a stationary crack // Trans. ASME. Journal of Applied Mechanics. 1957. V. 24. P. 109-114.

[2] Степанова Л.В., Росляков П.С. Полное асимптотическое разложение М. Уильямса у вершин двух коллинеарных трещин конечной длины в бесконечной пластине// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. - 2015. - № 4. - С. 188-225.

[3] Stepanova L.V., Roslyakov P.S. Multi-parameter description of the crack-tip stress field: Analytic determination of coefficients of crack-tip stress expansions in the vicinity of the crack tips of two finite cracks in an infinite plane medium// International Journal of Solids and Structures. - 2016. № 100-101. - P. 11-28.

[4] Ayatollahi M.R., Moazzami M. Digital image correlation method for calculating coefficients of Williams expansion in compact tension// Optic and Lasers in Engineering. 2017. V. 90. p. 26-33.

[5] Lychak O., Holyns'kiy I. Improving the accuracy of derivation of the Williams' series parameters under mixed (I+II) mode loading by compensation of measurement bias in the stress field components data// Measurement Science and Technology. 2016. V. 27. №12.



Е.А. Зенцова, В.Н. Клячкин

ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА МНОГОМЕРНОГО КОНТРОЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИХ ГРАНИЦ

(Ульяновский государственный технический университет)

Для диагностики нарушений технологического процесса, качество которого определяется множеством коррелированных показателей, проводится многомерный статистический контроль с применением карты Хотеллинга. Эта карта предназначена для проверки гипотезы о том, что средний уровень процесса соответствует заданным спецификациям.

Пусть p показателей качества имеют нормальное распределение с вектором средних $\bar{\mu}_0 = (\mu_{01}, \mu_{02}, \dots, \mu_{0p})$ и ковариационной матрицей Σ . Если μ_0 и Σ неизвестны, их значения могут быть оценены на основе вектора средних \bar{X} и ковариационной матрицы S , рассчитанных для m выборок объемом по n наблюдений. Тогда T^2 -статистика Хотеллинга и значение k , определяющее положение контрольной границы, рассчитываются по формулам:

$$T^2 = n(\bar{X}_i - \bar{X})' \bar{S}^{-1} (\bar{X}_i - \bar{X}), \quad (1)$$

$$k = C(m, n, p) F_{p, v, \alpha}, \quad (2)$$

где \bar{X}_i - вектор результатов i -го наблюдений. $F_{p, v, \alpha}$ - α -квантиль распределения Фишера с p и v степенями свободы. При $n > 1$ $C(m, n, p) = \frac{p(m+1)(n-1)}{mn - m - p + 1}$,
 $v = mn - m - p + 1$.

При нарушении технологического процесса его показатели имеют нецентральное распределение Фишера с p и v степенями свободы и параметром нецентральности $\eta = nd^2$, где $d^2 = (\bar{\mu} - \bar{\mu}_0)' \Sigma^{-1} (\bar{\mu} - \bar{\mu}_0)$ - оценка смещения среднего уровня процесса, d - расстояние Махаланобиса.

При высокой скорости обнаружения значительных нарушений стандартная карта Хотеллинга (FRS – fixed ratio sample) обладает низкой чувствительностью к малым смещениям уровня настройки процесса. Чувствительность может быть повышена путем введения предупреждающей границы [1,2]. Смена параметров карты при попадании значения статистики Хотеллинга в предупреждающую область позволяет повысить чувствительность карты, что подтверждено для карты с переменным объемом выборок и одной предупреждающей границей (VSS – variable sample size) [3].

Рассмотрим модифицированную контрольную карту Хотеллинга с переменным объемом выборки и двумя предупреждающими границами ($3VSS$ – variable sample size). Положение значения выборочной статистики относительно предупреждающих границ определяет одно из трех значений для объема выборки [4-5]:



$$n_i = \begin{cases} n_1 & 0 \leq T_{i-1}^2 \leq w_1, \\ n_2 & w_1 \leq T_{i-1}^2 \leq w_2, \\ n_3 & w_2 \leq T_{i-1}^2 \leq k. \end{cases} \quad (3)$$

Для оценки чувствительности карты к обнаружению нарушений процесса используют величину *AATS* (adjusted average time to signal), которая позволяет оценить среднее время между разладкой процесса и получением сигнала:

$$AATS = ATC - 1/\lambda, \quad (4)$$

ATC (average time of the cycle) характеризует время между наладкой процесса и сигналом карты, $1/\lambda$ - оценка продолжительности состояния статистической управляемости процесса. *ATC* можно оценить на основе аппарата марковских цепей. Состояния марковской цепи представлены в табл. 1. Элементы матрицы переходных вероятностей определяются параметрами контроля.

Таблица 1. Состояния марковской цепи

Процесс управляем	Процесс нарушен
Состояние 1: $0 \leq T^2 \leq w_1, d = 0$;	Состояние 5: $0 \leq T^2 \leq w_1, d \neq 0$;
Состояние 2: $w_1 \leq T^2 \leq w_2, d = 0$;	Состояние 6: $w_1 \leq T^2 \leq w_2, d \neq 0$;
Состояние 3: $w_2 \leq T^2 \leq k, d = 0$;	Состояние 7: $w_2 \leq T^2 \leq k, d \neq 0$;
Состояние 4: $T^2 \geq k, d = 0$.	Состояние 8: $T^2 \geq k, d \neq 0$.

Значение *ATC* может быть найдено так:

$$ATC = b' (I - Q)^{-1} h, \quad (5)$$

где $b' = (0,0,1,0,0,0,0)$ - вектор начальных вероятностей, I - единичная матрица, Q - матрица, полученная из матрицы переходных вероятностей путем удаления элементов, отвечающих за поглощающее состояние, h - вектор значений интервалов между взятием выборок.

Эффективность карты состоит не только в оперативном выявлении нарушений процесса, но и в их ликвидации с наименьшими затратами. Для построения оптимального плана будем использовать модель оценки затрат Лоренцена и Вэнса [6]. Она включает затраты на исследование сигналов ложной тревоги, на поиск и устранение разладки процесса, на взятие и обработку результатов выборочных наблюдений. Технологический процесс в данной модели представлен серией циклов, как показано на рис. 1.



Рис. 1. Схема цикла технологического процесса

Средние затраты за цикл могут быть определены как отношение затрат $E(C)$ за цикл к его продолжительности: $E(A) = E(C) / E(T)$. Задача построения модели затрат модифицированной карты Хотеллинга заключается в определе-



нии параметров контрольной карты $(n_1, n_2, n_3, w_1, w_2, k, h)$ при известных параметрах процесса. Постановка задачи оптимизации может иметь вид:

$$\text{Min } E(A)$$

$$\text{при: } 0.1 \leq h \leq 8, 0 < w_1 < w_2 < k, \quad (6)$$

$$n_1 < n_2 < n_3 \in Z^+, ANF \leq 0.5, AATS \leq 7.$$

Решая задачу оптимизации для $3VSS$ -, VSS - и FRS карт с помощью генетического алгоритма, получим параметры карт и значения затрат за цикл при разных величинах смещения (рис. 2).

Сравнительный анализ затрат за цикл для данных карт показывает, что при малых и средних значениях смещения ($d \leq 1.25$) применение карт с переменным объемом выборок ($3VSS$, VSS) позволяет значительно снизить величину затрат. При больших смещениях ($d > 1.25$) введение предупреждающих границ не оказывает значительного влияния на величину затрат.

Сравнение эффективности VSS - и $3VSS$ карт позволяет отметить, что $3VSS$ карта требует меньших затрат на контроль при всех типах смещений, однако, учитывая сложность применения, ее выбор оправдан при $d \leq 0.75$.

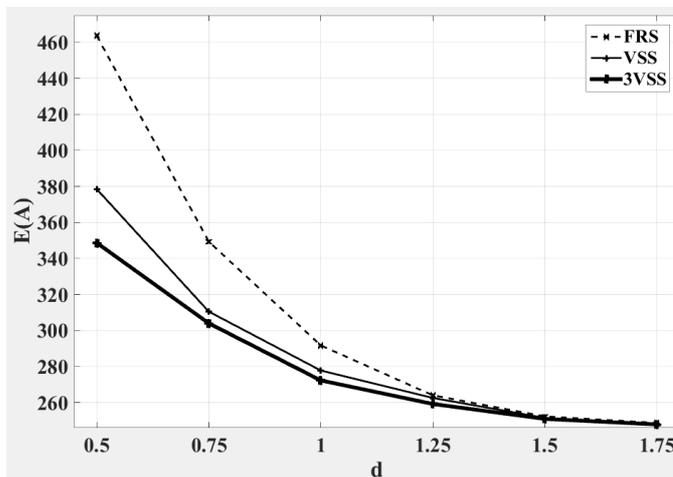


Рис. 2. График зависимости функции затрат от смещения среднего уровня процесса

Литература

1. Клячкин, В.Н. Модели и методы статистического контроля многопараметрического технологического процесса. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 196с.
2. Клячкин, В.Н., Кравцов Ю.А. Повышение эффективности статистического контроля многопараметрического технологического процесса на основе карты Хотеллинга с предупреждающей границей // Автоматизация. Современные технологии. – 2013. – №10. – С. 35-37.
3. Aparisi, F. Hotelling's T^2 control chart with adaptive sample sizes // Int. J. Prod. Res. – 1996. – Vol. 34(10). – P.2853-2862.
4. Клячкин, В.Н., Зенцова Е.А. Оптимизация статистического контроля многопараметрического процесса // Радиотехника. – 2016. – №9. – С.48-51.
5. Зенцова Е.А. Экономическая модель многомерной контрольной карты Хотеллинга // Сб. научных трудов конференции: «Информатика и вычислительная техника» – Ульяновск: УлГТУ. – 2015. – С. 215-220.
6. Lorenzen, T. J., Vance, L. C. The economic design of control charts: a unified approach // Technometrics. – 1986. – Vol. 28. – P.3-10.



В. Е. Зотеев, Р.Ю. Макаров

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ОБОБЩЕННОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ТРЕТЬЕЙ СТАДИИ ПОЛЗУЧЕСТИ

(Самарский государственный технический университет)

Третья стадия ползучести, как стадия, непосредственно предшествующая разрушению, требует особого внимания и наиболее точных и совершенных методов расчета, однако нелинейность определяющих уравнений ползучести и длительной прочности затрудняет применение аналитических и повышает роль численных методов решения. В данной работе осуществляется переход от модели ползучести, нелинейной по параметрам, к линейной обобщенной регрессионной модели, описывающей связь между последовательными временными отсчетами и значениями деформации ползучести, что в дальнейшем позволит строить эффективные численные методы оценивания параметров модели третьей стадии ползучести.

В соответствии с определяющими уравнениями [1], математическая модель зависимости между деформацией ползучести p на третьей стадии, временем t и номинальным напряжением σ_0 может быть представлена в виде

$$p(t, \sigma_{0j}) = -\frac{1}{\sigma_{0j} m \alpha} \ln(1 - \alpha m c \sigma_{0j}^{m+1} t), \quad (1)$$

где c и m – константы модели, при помощи которых описывается первая и вторая стадии ползучести; α – параметр модели, контролирующий процесс разупрочнения материала на деформации ползучести. Так как для третьей стадии деформации ползучести важнейшим участком моделирования является промежуток времени непосредственно перед моментом разрушения материала, когда кривая ползучести практически совпадает с вертикальной асимптотой, целесообразнее рассматривать величину прогнозируемого времени разрушения, то есть зависимость времени от деформации ползучести, уравнение которой в явном виде можно получить из выражения (1):

$$\hat{t}_{k,j} = \frac{1}{c m \sigma_{0j}^{m+1} \alpha} \left[1 - \exp(-m \alpha \sigma_{0j} p_{k,j}) \right], \quad k = 0, 1, 2, \dots, N_j - 1, \quad j = 1, 2, \dots, M, \quad (2)$$

где M – количество кривых ползучести в эксперименте, N_j – количество точек эксперимента для j -ой кривой. В основе построения разностных уравнений, связывающих несколько последовательных значений дискретной модели

$$\hat{t}_{k,j} = \frac{1}{c m \sigma_{0j}^{m+1} \alpha} \left[1 - \exp(-m \alpha \sigma_{0j} \Delta p_j k) \right], \quad k = 0, 1, \dots, N_j - 1, \quad j = 1, 2, \dots, M, \quad (3)$$

лежит методика, описанная и апробированная в [2–5]. Из формулы (3) имеем:

$$c m \sigma_{0j}^{m+1} \alpha \hat{t}_{k,j} = 1 - \exp(-m \alpha \sigma_{0j} \Delta p_j k),$$



$$\begin{aligned}
 \sigma \sigma_{0j}^{m+1} \alpha \hat{t}_{k-1,j} &= 1 - \exp[-m\alpha\sigma_{0j}\Delta p_j(k-1)] = 1 - \exp(-m\alpha\sigma_{0j}\Delta p_j k) \cdot \exp(m\alpha\sigma_{0j}\Delta p_j), \\
 \sigma \sigma_{0j}^{m+1} \alpha \hat{t}_{k-2,j} &= 1 - \exp[-m\alpha\sigma_{0j}\Delta p_j(k-2)] = 1 - \exp(-m\alpha\sigma_{0j}\Delta p_j k) \cdot \exp(2m\alpha\sigma_{0j}\Delta p_j).
 \end{aligned}$$

Отсюда, переходя к разностям, можно получить соотношение вида:

$$\ln \frac{\hat{t}_{k-1,j} - \hat{t}_{k-2,j}}{\hat{t}_{k,j} - \hat{t}_{k-1,j}} = \sigma_{0j}\Delta p_j \lambda_1, \quad k=2,3,\dots,N_j-1, \quad j=1,2,\dots,M, \quad \text{где } \lambda_1 = m\alpha.$$

При $k=0$ и $k=1$ из формулы (3) соответственно получаем $\hat{t}_{0,j}=0$ и

$$\hat{t}_{1,j} = \frac{1}{\sigma \sigma_{0j}^{m+1} \alpha} [1 - \exp(-m\alpha\sigma_{0j}\Delta p_j)], \quad j=1,2,\dots,M.$$

Имеем: $\ln[\exp(\lambda_1\sigma_{0j}\Delta p_j) - 1] - \ln \hat{t}_{1,j} = \lambda_1\sigma_{0j}\Delta p_j + \lambda_2 + \lambda_3 \ln \sigma_{0j}$, $j=1,2,\dots,M$, где $\lambda_2 = \ln(\sigma m\alpha)$ и $\lambda_3 = m+1$.

Таким образом, имеем систему разностных уравнений, связывающих последовательность $\hat{t}_{k-2,j}$, $\hat{t}_{k-1,j}$ и $\hat{t}_{k,j}$ дискретных значений модели (3):

$$\begin{cases}
 \hat{t}_{0,j} = 0; \\
 \ln[\exp(\lambda_1\sigma_{0j}\Delta p_j) - 1] - \ln \hat{t}_{1,j} = \lambda_1\sigma_{0j}\Delta p_j + \lambda_2 + \lambda_3 \ln \sigma_{0j}; \\
 \ln \frac{\hat{t}_{k-1,j} - \hat{t}_{k-2,j}}{\hat{t}_{k,j} - \hat{t}_{k-1,j}} = \sigma_{0j}\Delta p_j \lambda_1, \quad k=2,3,\dots,N_j-1; \quad j=1,2,3,\dots,M.
 \end{cases} \quad (4)$$

Коэффициенты в системе разностных уравнений (4) связаны с параметрами деформации ползучести соотношениями:

$$\lambda_1 = m\alpha, \quad \lambda_2 = \ln(\sigma m\alpha), \quad \lambda_3 = m+1, \quad (5)$$

которые позволяют по оценкам коэффициентов λ_j вычислять оценки параметров деформации ползучести. Используя соотношения $t_{k,j} = \hat{t}_{k,j} + \mathcal{E}_{k,j}$, $k=0,1,2,\dots,N_j-1$, $j=1,2,\dots,M$, где $t_{k,j}$ – результаты эксперимента, значения переменной t при аргументе $\Delta p_j k$ для каждой j -той кривой; $\mathcal{E}_{k,j}$ – естественный разброс результатов наблюдения относительно модели (3), после линеаризации по переменным $\mathcal{E}_{1,j}$, $\mathcal{E}_{k-2,j}$, $\mathcal{E}_{k-1,j}$ и $\mathcal{E}_{k,j}$, в первом приближении получаем:



$$\left\{ \begin{aligned} \ln \hat{t}_{1,j} &= \ln(t_{1,j} - \varepsilon_{1,j}) \approx \ln t_{1,j} - \frac{\varepsilon_{1,j}}{t_{1,j}}, \\ \ln \frac{\hat{t}_{k-1,j} - \hat{t}_{k-2,j}}{\hat{t}_{k,j} - \hat{t}_{k-1,j}} &= \ln \frac{t_{k-1,j} - t_{k-2,j} - (\varepsilon_{k-1,j} - \varepsilon_{k-2,j})}{t_{k,j} - t_{k-1,j} - (\varepsilon_{k,j} - \varepsilon_{k-1,j})} \approx \ln \frac{t_{k-1,j} - t_{k-2,j}}{t_{k,j} - t_{k-1,j}} + \frac{1}{t_{k-1,j} - t_{k-2,j}} \varepsilon_{k-2,j} - \\ &\quad - \frac{t_{k,j} - t_{k-2,j}}{(t_{k-1,j} - t_{k-2,j})(t_{k,j} - t_{k-1,j})} \varepsilon_{k-1,j} + \frac{1}{t_{k,j} - t_{k-1,j}} \varepsilon_{k,j}. \end{aligned} \right. \quad (6)$$

Подставляя формулы (6) в систему уравнений (4), имеем математическую модель, которая в форме разностных уравнений описывает результаты эксперимента $(p_{k,j}, t_{k,j})$, $k = 0, 1, 2, \dots, N_j - 1$, $j = 1, 2, \dots, M$. Полагая $\varepsilon_{0,j} = 0$ с учетом нулевых начальных условий $(p_{0,j} = 0, t_{0,j} = 0)$, получаем линейную обобщенную регрессионную модель, описывающую результаты эксперимента:

$$\left\{ \begin{aligned} t_{0,j} &= 0; \\ \ln \left[\exp(\lambda_1 \sigma_{0,j} \Delta p_j) - 1 \right] - \ln t_{1,j} &= \lambda_1 \sigma_{0,j} \Delta p_j + \lambda_2 + \lambda_3 \ln \sigma_{0,j} - \frac{\varepsilon_{1,j}}{t_{1,j}}; \\ \ln \frac{t_{k-1,j} - t_{k-2,j}}{t_{k,j} - t_{k-1,j}} &= \sigma_{0,j} \Delta p_j \lambda_1 - \frac{1}{t_{k-1,j} - t_{k-2,j}} \varepsilon_{k-2,j} + \frac{t_{k,j} - t_{k-2,j}}{(t_{k-1,j} - t_{k-2,j})(t_{k,j} - t_{k-1,j})} \varepsilon_{k-1,j} - \\ &\quad - \frac{1}{t_{k,j} - t_{k-1,j}} \varepsilon_{k,j}, \quad k = 2, 3, \dots, N_j - 1, \quad j = 1, 2, \dots, M. \end{aligned} \right. \quad (7)$$

Таким образом, осуществлен переход от нелинейной математической модели (2) к линейной обобщенной регрессионной модели (7). Получены формулы, описывающие связь между параметрами исходной нелинейной математической модели третьей стадии ползучести и коэффициентами линейной обобщенной регрессионной модели, что в дальнейшем позволит строить эффективные численные методы оценивания параметров модели ползучести.

Литература

1. Радченко В.П., Еремин Ю.А. Реологическое деформирование и разрушения материалов и элементов конструкций. –М.: Машиностроение – 1, 2004. – 264 с.
2. Зотеев В.Е., Заусаева М.А. Определение параметров двумерных динамических процессов на основе разностных схем / Вестник Самарского государственного технического университета. Серия Физико-математические науки, 2010, №1(20). С.154-161.
3. Зотеев В.Е. Параметрическая идентификация линейной динамической системы на основе стохастических разностных уравнений / Математическое моделирование, 2008, том 20, №9, С. 120-128.



4. Зотеев В.Е. Параметрическая идентификация диссипативных механических систем на основе разностных уравнений – М.: Машиностроение, 2009. – 344 с.

5. Зотеев В.Е. Математические основы построения разностных уравнений для задач параметрической идентификации / Вестник Самарского государственного технического университета. Серия Физико-математические науки, 2008, №2(17). С.192-202.

В.Е. Зотеев, Е.В. Небогина

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

(Самарский государственный технический университет)

Проблема увеличения ресурса эксплуатационных сроков конструкций при различных режимах работы и снижение их материалоемкости является одной из важнейших задач, которые решает механика деформируемого твердого тела. Для решения упругопластических задач предельного состояния особенно остро стоит вопрос описания полной диаграммы упругопластического деформирования при растяжении-сжатии.

Определяющие уравнения [1], описывающие процессы неупругого деформирования, построены таким образом, что они не только отражают явления, наблюдаемые в проводимых экспериментах, но ориентированы на решение всевозможных технических задач. В то же время полное представление о процессах неупругого деформирования и разрушения материала должно быть основано не только на экспериментальных данных; необходимо учитывать сложную структуру самого материала и его свойства. Например, при построении моделей со сложными реологическими свойствами можно использовать структурные математические модели, дающие возможность описать различные нелинейные эффекты неупругого деформирования. При этом математическое описание процесса накопления повреждений в результате пластического деформирования требует достоверной оценки параметров модели на основе полной диаграммы упругопластического деформирования, построенной по результатам эксперимента.

Проблема построения математической модели процесса упругопластического деформирования на основе статистической обработки результатов эксперимента методами нелинейного оценивания [2,3] заключается в том, что решение системы определяющих уравнений [1] построено в форме неявной функциональной зависимости, содержащей под интегралом искомую функцию:

$$y(x) = \exp\left(-\gamma \int_{x_{\text{пр}}}^x (x - x_{\text{пр}})^m y(x) dx\right) \left[\sigma_{\text{пр}} + \sqrt[n]{\frac{x - x_{\text{пр}}}{a}} \right], \quad x \geq x_{\text{пр}}, \quad (1)$$



где $y(x) = \sigma_0(e^p)$ – исследуемая зависимость напряжения σ_0 от пластической деформации e^p , $x = e^p + x_{np}$, $x_{np} = \frac{\sigma_{np}}{E}$, E – модуль Юнга, σ_{np} – предел пропорциональности; a и n – константы, описывающие диаграмму мгновенного упругопластического деформирования; γ и m – коэффициенты в степенной аппроксимации $\gamma_1 = \gamma(e^p)^m$ параметра модели, контролирующего процесс разупрочнения материала на стадии пластической деформации [1,2].

Для оценки параметров модели (1) на основе данных эксперимента, а также для оценки её адекватности этим данным, разработан новый численный метод формирования выборки результатов расчета y_k по модели (1). При этом были решены две основные задачи: задача построения аппроксимации интеграла

$J(y_k) = \int_{x_{np}}^{x_k} (x - x_{np})^m y(x) dx$ в виде линейной комбинации результатов расчета y_i , $i = 0, 1, 2, \dots, k$; и задача построения итерационной процедуры уточнения

каждой величины y_k в неявно заданной зависимости

$$y_k = \exp(-\gamma J(y_k)) \left[\sigma_{np} + \sqrt[n]{\frac{x_k - x_{np}}{a}} \right], \quad k = 0, 1, 2, \dots, N-1.$$

Очевидно, что в силу аддитивности интеграла имеет место соотношение

$$J(y_k) = \int_{x_{np}}^{x_0} (x - x_{np})^m y(x) dx + \sum_{i=1}^k \int_{x_{i-1}}^{x_i} (x - x_{np})^m y(x) dx.$$

Представим этот интеграл в виде суммы $J(y_k) = J_{k-1} + \Delta J_k$, где первое слагаемое

$$J_{k-1} = J(y_{k-1}) = \int_{x_{np}}^{x_0} (x - x_{np})^m y(x) dx + \sum_{i=1}^{k-1} \int_{x_{i-1}}^{x_i} (x - x_{np})^m y(x) dx, \quad (2)$$

зависит только от величины y_{k-1} , а второе – $\Delta J_k = \int_{x_{k-1}}^{x_k} (x - x_{np})^m y(x) dx$ – описы-

вает приращение интеграла на k -том шаге. Выделим в интеграле ΔJ_k две составляющие, одна из которых линейно зависит от y_{k-1} , а другая – от y_k :

$$\Delta J_k = c_1(k) y_{k-1} + c_2(k) y_k.$$

В основе метода вычисления интегралов $J_0 = \int_{x_{np}}^{x_0} (x - x_{np})^m y(x) dx$ и

$\Delta J_k = \int_{x_{k-1}}^{x_k} (x - x_{np})^m y(x) dx$ лежит линейная аппроксимация функции $y(x)$ на



отрезках $[x_{np}, x_0]$ и $[x_{k-1}, x_k]$, $k = 1, 2, \dots, N-1$: $y(x) \approx y_{k-1} + \frac{y_k - y_{k-1}}{\Delta x}(x - x_{k-1})$,

где $\Delta x = x_k - x_{k-1}$.

В этом случае для первого из интегралов в (2) имеем

$$J_0 = \int_{x_{np}}^{x_0} (x - x_{np})^m y(x) dx \approx \sigma_{np} \int_{x_{np}}^{x_0} (x - x_{np})^m dx + \frac{y_0 - \sigma_{np}}{x_0 - x_{np}} \int_{x_{np}}^{x_0} (x - x_{np})^m (x - x_{np}) dx$$

Отсюда получаем

$$J_0 = \frac{(x_0 - x_{np})^{m+1}}{(m+1)(m+2)} \sigma_{np} + \frac{(x_0 - x_{np})^{m+1}}{m+2} y_0 = c_1(0) \sigma_{np} + c_2(0) y_0, \quad (3)$$

где

$$c_1(0) = \frac{(x_0 - x_{np})^{m+1}}{(m+1)(m+2)}, \quad c_2(0) = \frac{(x_0 - x_{np})^{m+1}}{m+2}. \quad (4)$$

Для интеграла $\Delta J_k = \int_{x_{k-1}}^{x_k} (x - x_{np})^m y(x) dx$ с учетом линейной аппроксимации функции $y(x)$ имеем:

$$\Delta J_k = \int_{x_{k-1}}^{x_k} (x - x_{np})^m y(x) dx \approx y_{k-1} \int_{x_{k-1}}^{x_k} (x - x_{np})^m dx + \frac{y_k - y_{k-1}}{\Delta x} \int_{x_{k-1}}^{x_k} (x - x_{np})^m (x - x_{k-1}) dx.$$

После простых преобразований можно получить следующее, линейное относительно результатов вычислений y_{k-1} и y_k , соотношение:

$$\Delta J_k = \frac{1}{\Delta x(m+1)(m+2)} \left[(x_k - x_{np})^{m+2} - (x_{k-1} - x_{np} + \Delta x(m+2))(x_{k-1} - x_{np})^{m+1} \right] y_{k-1} + \frac{1}{\Delta x(m+1)(m+2)} \left[(x_{k-1} - x_{np})^{m+2} - (x_k - x_{np} - \Delta x(m+2))(x_k - x_{np})^{m+1} \right] y_k.$$

Или $\Delta J_k = \int_{x_{k-1}}^{x_k} (x - x_{np})^m y(x) dx \approx c_1(k) y_{k-1} + c_2(k) y_k$, $k = 1, 2, \dots, N-1$, где

$$c_1(k) = \frac{1}{\Delta x(m+1)(m+2)} \left[(x_k - x_{np})^{m+2} - (x_{k-1} - x_{np} + \Delta x(m+2))(x_{k-1} - x_{np})^{m+1} \right], \quad (5)$$

$$c_2(k) = \frac{1}{\Delta x(m+1)(m+2)} \left[(x_{k-1} - x_{np})^{m+2} - (x_k - x_{np} - \Delta x(m+2))(x_k - x_{np})^{m+1} \right]. \quad (6)$$

Тогда получаем соотношение вида:

$$J(y_k) = J_{k-1} + c_1(k) y_{k-1} + c_2(k) y_k, \quad k = 1, 2, \dots, N-1, \quad (7)$$

где коэффициенты $c_1(k)$ и $c_2(k)$ описываются формулами (5) и (6), а интеграл J_0 – формулой (3).

С учетом полученных формул (2), (3) и (7) можно записать:



$$J(y_0) = c_1(0)\sigma_{np} + c_2(0)y_0, \quad (8)$$

$$J(y_k) = c_1(0)\sigma_{np} + \sum_{j=0}^{k-1} [c_2(j) + c_1(j+1)]y_j + c_2(k)y_k, \quad k = 1, 2, \dots, N-1. \quad (9)$$

Алгоритм численного метода построения дискретной модели y_k , $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$, процесса упругопластического деформирования может быть описан следующим образом:

Шаг 1. Вычисляется величина $c_1(0)\sigma_{np}$, где $c_1(0)$ находится по формуле (4).

Шаг 2. Полагается $k = 0$.

Шаг 3. Полагается $\hat{y}_k^{(0)} = \begin{cases} \sigma_{np}, & \text{при } k = 0; \\ y_{k-1}, & \text{при } k = 1, 2, \dots, N-1. \end{cases}$

Шаг 4. Полагается $i = 1$.

Шаг 5. Вычисляется величина $J(\hat{y}_k^{(i-1)})$:

$$J(\hat{y}_k^{(i-1)}) = \begin{cases} c_1(0)\sigma_{np} + c_2(0)\hat{y}_0^{(i-1)}, & \text{при } k = 0; \\ c_1(0)\sigma_{np} + \sum_{j=0}^{k-1} [c_2(j) + c_1(j+1)]\hat{y}_j^{(i-1)} + c_2(k)\hat{y}_k^{(i-1)}, & \text{при } k = 1, 2, \dots, N-1, \end{cases}$$

где коэффициенты $c_1(j)$ и $c_2(j)$, $j = 0, 1, \dots, k$, находятся по формулам (4), (5) и (6).

Шаг 6. Вычисляется новое уточненное значение переменной y_k :

$$\hat{y}_k^{(i)} = \hat{y}_k^{(i-1)} - c \left\{ \hat{y}_k^{(i-1)} - \exp \left[-\gamma J(\hat{y}_k^{(i-1)}) \right] \cdot \left[\sigma_{np} + \sqrt[n]{\frac{x_k - x_{np}}{a}} \right] \right\}, \quad (10)$$

где коэффициент $0 < c \leq 1$ выбирается с учетом сходимости итерационной процедуры (10) в процессе её реализации.

Шаг 7. Сравниваются два приближения:

$$\left| \hat{y}_k^{(i)} - \hat{y}_k^{(i-1)} \right| < \varepsilon, \quad (11)$$

где $\varepsilon > 0$ – наперед заданное малое число, например, величина $\varepsilon = 0,01 \left| \hat{y}_k^{(i)} \right|$ соответствует расхождению менее 1%.

Шаг 8. Если неравенство (11) выполняется, то следует перейти к шагу 9. В противном случае параметр i следует увеличить на единицу: $i := i + 1$, и перейти к шагу 5.

Шаг 9. Полагается $y_k = \hat{y}_k^{(i)}$.

Шаг 10. Проверяется условие: $k \leq N - 1$. Если это неравенство выполняется, то значение параметра k следует увеличить на единицу: $k := k + 1$, и перейти к шагу 3. В противном случае процедура вычисления значений математической модели процесса упругопластического деформирования завершается.

Разработанный численный метод построения модели процесса упругопластического деформирования может быть использован в задаче оценки пара-



метров этой модели на основе полной диаграммы упругопластического деформирования, построенной по результатам эксперимента.

Литература

1. Радченко В.П., Еремин Ю.А. Реологическое деформирование и разрушения материалов и элементов конструкций. – М.: Машиностроение – 1, 2004. – 264 с.
2. Зотеев В.Е., Небогина Е.В., Бербасов Я.В. Оценивание параметров реологической модели энергетического типа на основе обобщенной регрессионной модели // В сб.: Труды Десятой Всероссийской научной конференции с международным участием. 25-27 мая 2016 г. Часть 2. СамГТУ, Самара, 2016. С.117–124.
3. Зотеев В.Е. Параметрическая идентификация диссипативных механических систем на основе разностных уравнений / Под ред. Радченко В.П. – М.: Машиностроение, 2009. – 344 с.

Э.А. Кильметов, А.И. Заико

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕНСОРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОСТОВЫХ МОДУЛЕЙ НА БАЗЕ АМР-ЭФФЕКТА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация.

Получены динамические характеристики анизотропных магниторезистивных сенсоров. Предложена математическая модель динамических параметров анизотропного магниторезистивного сенсорного модуля.

Введение

Магниторезистивные модули на основе АМР эффекта используются для решения различных задач магнитометрии: определения курса объекта по магнитному полю Земли, измерения бесконтактным способом угла поворота и линейного перемещения объекта, скорости объекта, распознавания образа ферромагнитных объектов и работы в составе датчиков тока с гальванической развязкой. Для решения приведенных задач необходимо учитывать не только статические параметры, но и динамические характеристики модуля [2,4].

Динамические характеристики модулей на основе АМР-эффекта не достаточно изучены и является предметом данной статьи.

Анализ экспериментальных данных и синтез динамических характеристик

Все экспериментальные методы базируются на предположениях о сосредоточенности параметров объекта, стационарности во времени его динамических свойств и линейности их при малых изменениях. Практикой исследования динамики установлено, что большинстве случаев экспериментальные функции



удовлетворительно аппроксимируются решениями обыкновенных дифференциальных уравнений невысокого порядка и звеном чистого запаздывания [1].

Таким образом, зная входное воздействие и выходную зависимость, возможно, получить переходную характеристику системы. На вход датчика подается ступенчатая функция $x(t)$, выходная зависимость $h(t)$, будет представлять из себя решение дифференциального уравнения с простыми вещественными корнями [2]:

$$h(t) \approx c_0 - \sum_{i=1}^n c_i e^{-a_i t},$$

где $c_0 = h_\infty \approx h(T_y)$, c_i и a_i – вещественные числа, причем корни характеристического уравнения a_i должны удовлетворять эмпирическому неравенству [1]:

$$\frac{a_i}{a_{i+1}} \leq 0,5 \div 0,7; i = 1, 2, \dots, n - 1,$$

Для получения передаточной характеристики датчика магнитного поля используем ступенчатое воздействие. К датчику прикладывается внешнее постоянное магнитное поле заданной величины. Подается импульс подмагничивания который выстраивает все домены в одном направлении, что эквивалентно перевода датчика в нулевое состояние. После импульса подмагничивания снимаем осциллограммы выходного сигнала Рис. 1, домены постепенно начинают ориентироваться по направлению внешнего магнитного поля до преимущественной направленности в направлении внешнего поля.

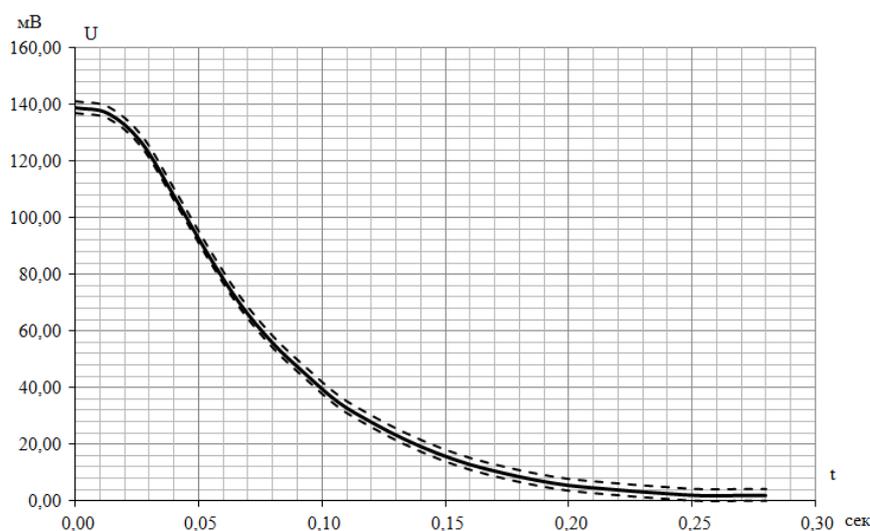


Рис. 1. Осциллограмма выходного сигнала датчика после подачи импульса подмагничивания с разбросом возможных значений



Длительность импульса подмагничивания составляет 2 мкс и пренебрежимо мала по сравнению с длительностью переходного процесса 20мс. Поэтому её влияние в расчетах переходной функции можно не учитывать. Для определения передаточной функции используется метод последовательного приближения. Необходимо решить уравнение второго порядка

$$h(t) = c_0 - c_1 e^{-\alpha_1 t} + c_2 e^{-\alpha_2 t}.$$

Исследования показали, что звено второго порядка адекватно описывает характеристику датчика, повышение порядка не приводит к выявлению новых свойств.

На рисунке 1 представлена осциллограмма выходного сигнала датчика после подачи импульса подмагничивания, с учетом погрешности ее измерения 2% обозначенной пунктиром.

После аппроксимации экспериментальной зависимости получаем дифференциальное уравнение:

$$h(t) = 139 + 93,76e^{-55t} - 232,76e^{-18t} \text{ мВ/мкТл},$$

Представим полученное выражение на графике Рис. 2.

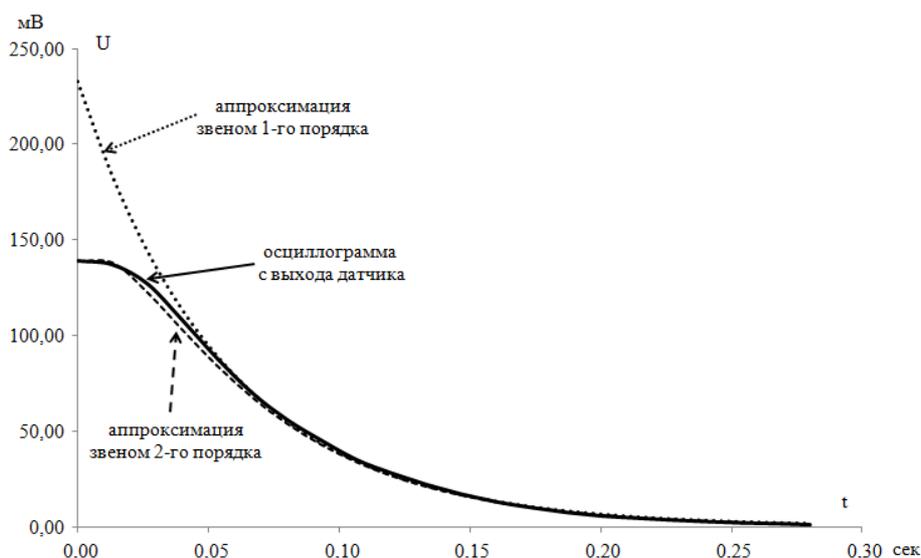


Рис. 2. Передаточная характеристика опытная и аналитическая

Относительная погрешность аналитического уравнения составила 3%.

Амплитудно-частотный анализ, полученной модели

Из дифференциального уравнения получаем передаточную функцию в операторной форме:

$$W(p) = \frac{139}{(1 + 0,055p)(1 + 0,018p)} \text{ мВ/мкТл}$$

Для оценки динамической характеристики на вход системы подается синусоидальный сигнал, и оцениваются параметры [1]. Произведя расчеты, установили, что выходная зависимость будет иметь вид:

$$Y(t) = \frac{139}{\sqrt{(1 - 0,00099\omega^2)^2 + (0,073\omega)^2}} \cdot 300 \cdot \sin \left[\omega t - \arctg \frac{0,073\omega}{(1 - 0,00099\omega^2)} \right] \text{ мВ},$$

Зная выходную зависимость, построим АЧХ (рис.3) и годограф (рис.4).

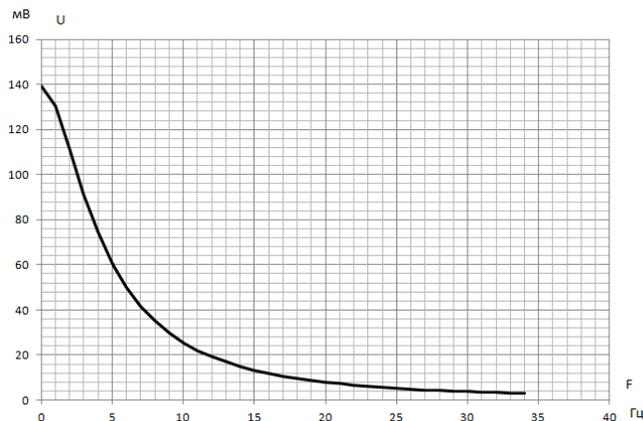


Рис. 3. АЧХ АМР-датчика

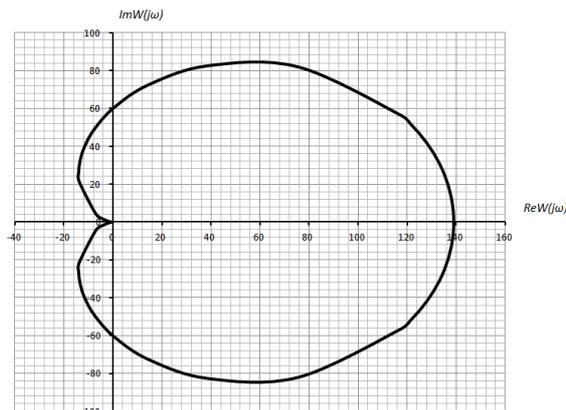


Рис. 4. Годограф АМР-датчик

Проанализировав выходную зависимость получаем максимальную частоту входного сигнала равную 20Гц.

Вывод

Таким образом, разработанный датчик с примененным в нем способом повышения чувствительности [5] имеет характеристики, рассмотренные в статье. Это позволяет использовать его для измерения изменяющихся во времени магнитных молей в таких системах, как измерение угла поворота, распознавание образа ферромагнитных объектов. Полученные зависимости позволяют прогнозировать отклик датчика на основе АМР-эффекта при изменяющихся входных воздействий.

Полученные экспериментальные данные по сравнению с аналитическими имеют 3% расхождения, что подтверждает их достоверность.

Литература

1. Балакирев В.С. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления. -М.: «Энергия», 1967. -230 с.
2. Теория систем. Стохастические модели: Учеб. пособие А. И. Заико. - М.: Изд-во МАИ, 2005.-196 с.
3. Котенко Г. И. Магниторезисторы. М.: Энергия, 1972. -80 с.
4. Воробьев А.В. Иванова Г.А. Кильметов Э.А. Исследование, моделирование и расчет мостовых сенсорных модулей, построенных на базе АМР-эффекта. Вестник УГАТУ. - № 4(57), Т. 17, - Уфа: УГАТУ, 2013. С. 144-151.
5. Патент на способ РФ №2553740. Способ повышения показателя чувствительности магниторезистивных датчиков Воробьев А. В. (RU), Заико А. И. (RU), Кильметов Э. А. (RU). - 2014111530/28; заявлено 25.03.2014; опубл. 20.06.2015, Бюл. 17.



ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ КОНДЕНСАТА В РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЯХ

(Пензенский государственный технологический университет)

Аннотация. Разработка имитационной модели функциональной подсистемы регулирования уровня конденсата в подогревателях.

Ключевые слова: имитационная модель, идентификация, временные характеристики.

Abstract. Development of a simulation model of the functional subsystem level control of condensate in the heaters.

Key words: simulation model, identification, temporal characteristics.

Средствами MATLAB была проведена параметрическая идентификация математических моделей регенеративных подогревателей высокого давления (ПВД) с использованием различных методов идентификации, а именно: метод наименьших квадратов (ARMAX) обобщенный метод наименьших квадратов (BJ), метод максимального правдоподобия (PEM) метод стохастической аппроксимации (OE).

Рассчитанные ошибки идентификации, приведенные на рисунке 1, позволили остановиться на методе наименьших квадратов, дающем сходящиеся оценки параметров и минимальные ошибки идентификации. Максимальная ошибка моделирования не превышает 10%, а корреляционные функции ошибок и их законы распределения близки к характеристикам белого шума. Это позволяет сделать вывод о применимости рекуррентного метода наименьших квадратов и адекватности математической модели многомерного объекта.

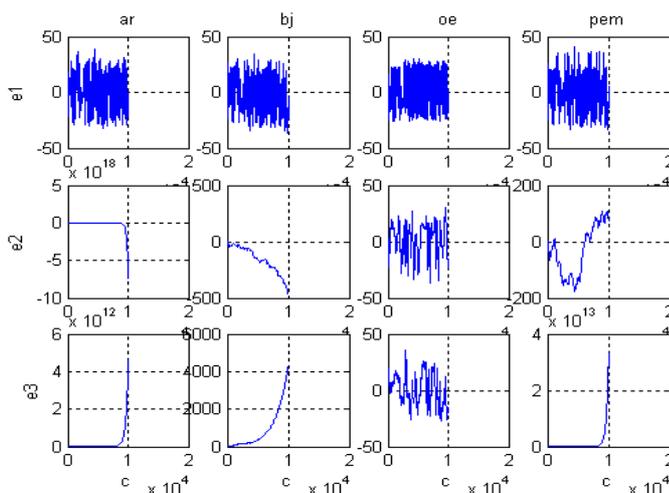
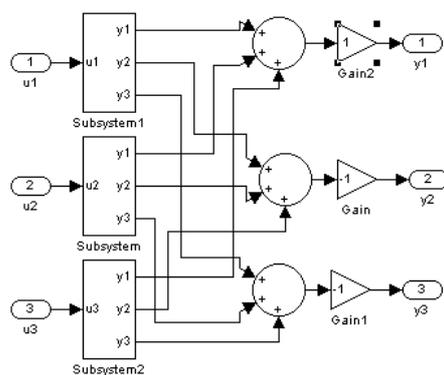


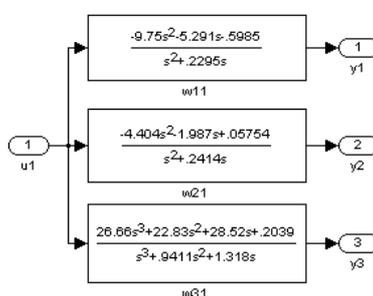
Рисунок 1 - Ошибки моделирования



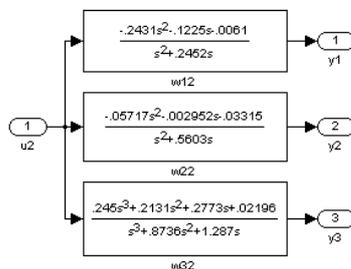
Результаты идентификации приведены ниже. На рисунке 2 проведены структурные схемы объекта.



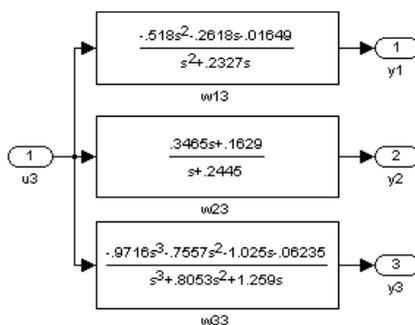
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2 - Структурные схемы объекта

На основе полученных моделей были рассчитаны временные характеристики объекта, приведенные на рисунке 3.

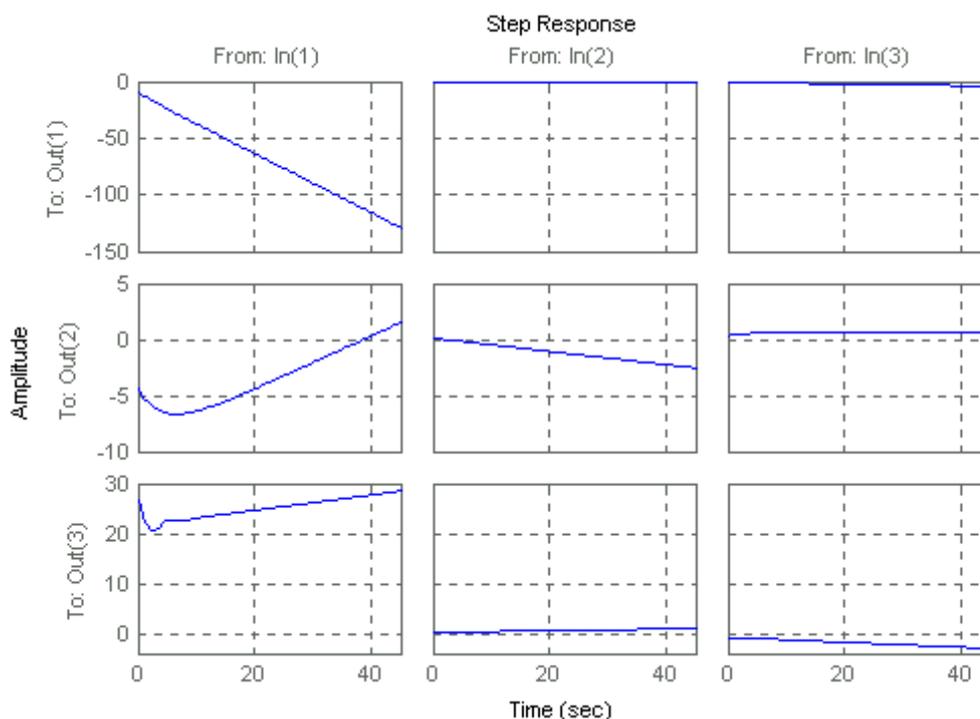


Рисунок 3 - Временные характеристики объекта

Средствами MATLAB была проведена параметрическая идентификация математических моделей ПВД с использованием различных методов идентификации, а именно: метод наименьших квадратов (ARMAX) обобщенный метод наименьших квадратов (BJ), метод максимального правдоподобия (PEM) метод стохастической аппроксимации (OE). Рассчитанные ошибки идентификации, приведенные на рисунке 1, позволили остановиться на методе стохастической аппроксимации, дающем сходящиеся оценки параметров и минимальные ошибки идентификации. Максимальная ошибка моделирования не превышает 10%, а корреляционные функции ошибок и их законы распределения близки к характеристикам белого шума. Это позволяют сделать вывод о применимости рекуррентного метода наименьших квадратов и адекватности математической модели многомерного объекта.

Литература

1. Ю.В. Конопацкий, Математический метод регулирования показателя качества турбины теплоэлектроцентрали // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Периодическое научное издание. Сер. Технические науки. Информационные технологии №03(25).Т.1. -Пенза: Изд-во ПензГТУ, 2015. - С. 189-193
2. Ю.В. Конопацкий, Математическое моделирование системы управления испарительной части котлоагрегата // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Периодическое научное издание. Сер. Технические науки. Информационные технологии №3(31).Т.1. -Пенза: Изд-во ПензГТУ, 2016. -С. 225-228



3. Ю.В. Конопацкий, А.Д. Семенов, Методика синтеза ПИД-регуляторов для объектов с запаздыванием в теплоэнергетике // РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ. сборник научных трудов секции Международной научно-практической конференции «Информационные ресурсы и системы в экономике, науке, образовании». Изд-во ПензГТУ, 2016. -С. 11-15

4. Ю.В. Конопацкий, Математический метод регулирования показателя качества турбины теплоэлектростанции // Международная научно-практическая конференция «информационные технологии в экономических и технических задачах» Пенза: Изд-во ПензГТУ. , 24-25 марта 2016 г. -С. 192-194

Ю.В. Конопацкий

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО И АППРОКСИМИРОВАННОГО СООТНОШЕНИЯ «ТОПЛИВО-ВОЗДУХ В MATLAB

(Пензенский государственный технологический университет)

Аннотация. В статье проводится расчет оптимального и аппроксимированного соотношения «топливо-воздух в MATLAB.

Ключевые слова: НЗЛ-110, топливо-воздух, matlab.

Abstract. The article provides the calculation of the optimal and approximated the ratio of fuel-air in MATLAB.

Keywords: NZL-110, the fuel-air, matlab.

Оптимизацию процесса горения предлагается осуществлять по температуре поточных газов, поскольку как избыток, так и недостаток воздуха приводит к снижению этой температуры. Для проверки этого предложения по экспериментальным данным были построены зависимости температуры топочных газов от расхода топлива и воздуха при заданной нагрузке котла. Построение осуществлялось путем линейной интерполяции на неравномерной сетке вышеуказанных параметров, снятых в процессе нормальной эксплуатации котла.

Расход топлива и воздуха на графиках представлен в относительных единицах приведенных к интервалу $[-1, +1]$. По оси ординат отложены центрированные значения температуры топочных газов. Из полученных графиков следует, что регулирование процесса горения далеко от оптимального. Действительно, экспериментальные точки, по которым проводилось построение зависимости температуры топочных газов от расхода топлива и воздуха, располагаются на значительном удалении от оптимальных значений, обеспечивающих максимальную температуру топочных газов.

На рисунке 1 *а* и *б* показано расчетное соотношение топливо - воздух обеспечивающее максимальную температуру в топке, аппроксимированное уравнением прямой, а также реальные соотношения (отмечены точками).

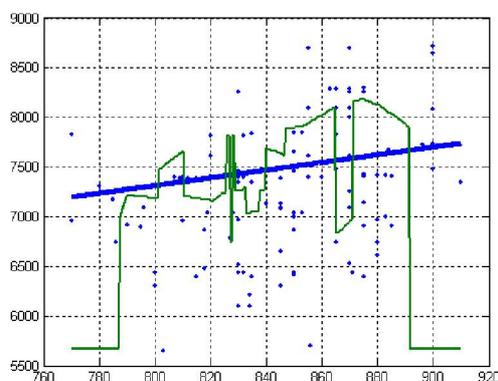
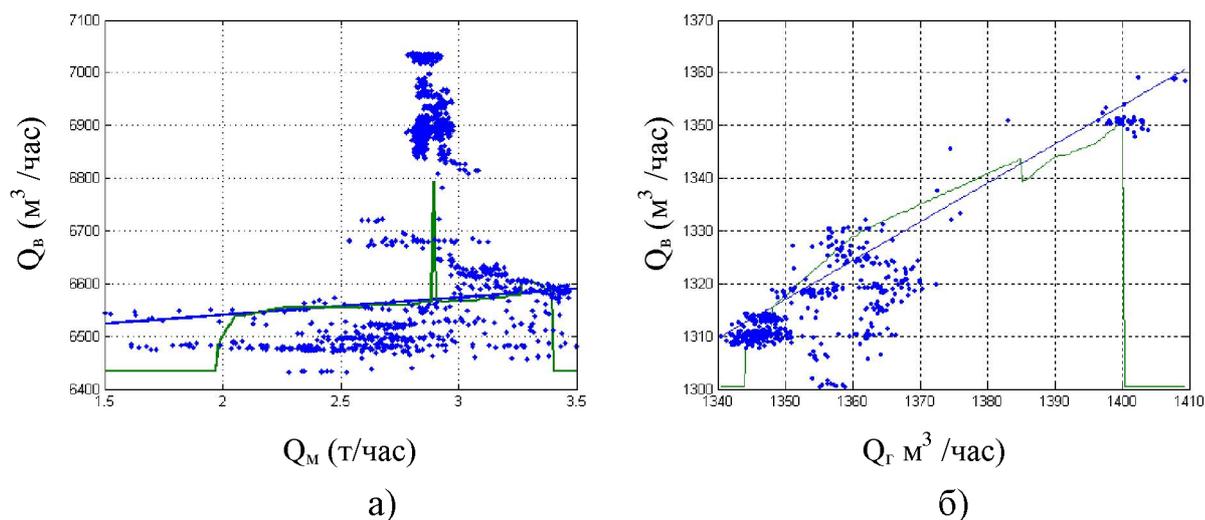


Рисунок 1. Оптимальное и аппроксимированное соотношение «топливо-воздух»

Результаты аппроксимации хорошо совпадают с аналогичными соотношениями топливо – воздух, задаваемыми режимными картами работы котлов. Предложенная методика расчета оптимального соотношения топливо – воздух в системе регулирования процесса горения позволяет по параметрам этого процесса, снятым в режиме нормальной эксплуатации, позволяет оперативно и с достаточной точностью определить это соотношение.

Был проведен расчет КПД котла НЗЛ-110. По результатам расчетов были построены трехмерные графики «топливо»-«воздух»-«температура» и «топливо»-«воздух»-«КПД». Сравнение этих экстремальных характеристик свидетельствует о хорошем совпадении экстремальных значений температуры отходящих газов и КПД котла. Это подтверждает возможность оптимизации режимов работы котла по температуры отходящих газов.

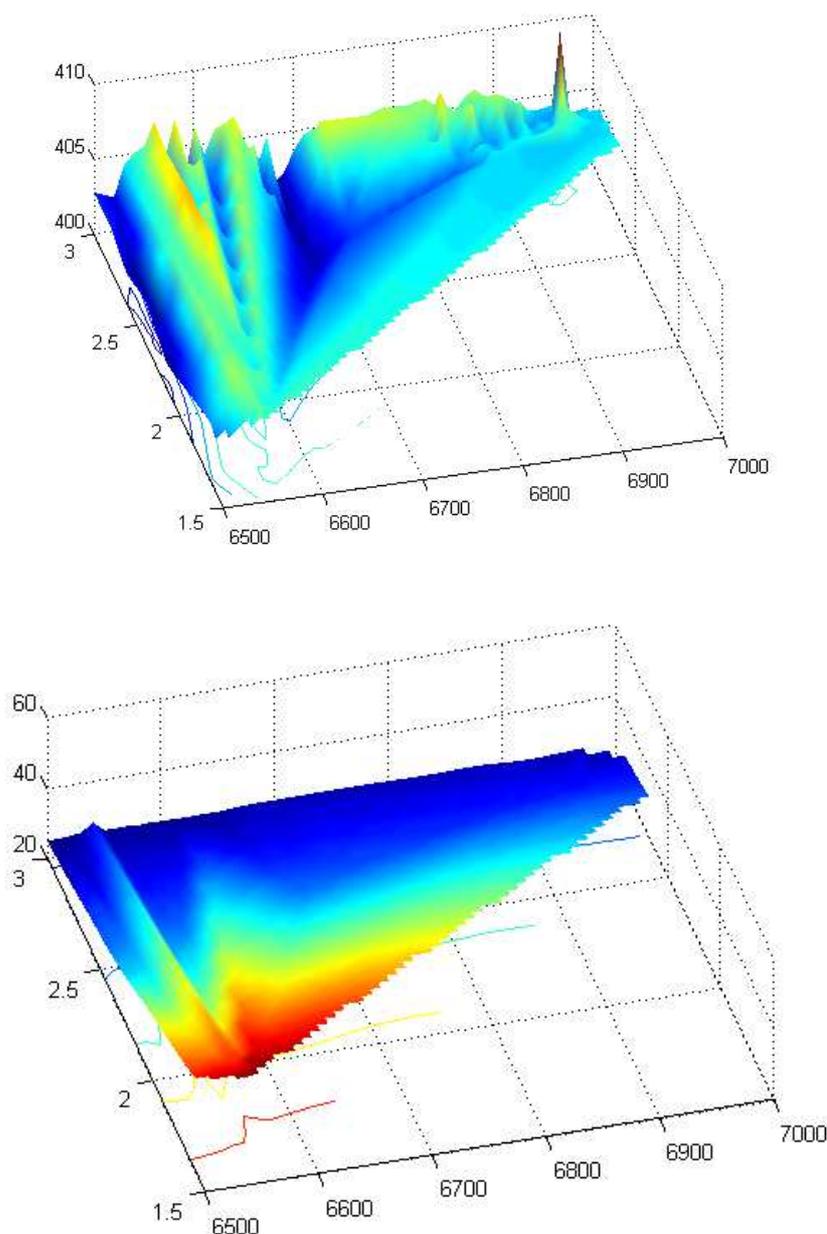


Рисунок 2. Трехмерные графики «топливо»-«воздух»-«температура» и «топливо»-«воздух»-«КПД»

Анализируя полученные графики можно сделать вывод, что работа системы регулирования процесса горения происходит в условиях сильных возмущений, что приводит к отклонению параметров процессов горения от оптимального значения и требует применения экстремального регулирования. Известно, что при действии помех наиболее эффективными являются алгоритмы импульсных (шаговых) помехозащищенных быстродействующих систем экстремального регулирования.

Литература

1. Ю.В. Конопацкий, Математический метод регулирования показателя качества турбины теплоэлектроцентрали // XXI век: итоги прошлого и пробле-



мы настоящего плюс: Периодическое научное издание. Сер. Технические науки. Информационные технологии №03(25).Т.1. -Пенза: Изд-во ПензГТУ, 2015. -С. 189-193

2. Ю.В. Конопацкий, Математическое моделирование системы управления испарительной части котлоагрегата // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Периодическое научное издание. Сер. Технические науки. Информационные технологии №3(31).Т.1. -Пенза: Изд-во ПензГТУ, 2016. -С. 225-228

3. Ю.В. Конопацкий, А.Д. Семенов, Методика синтеза ПИД-регуляторов для объектов с запаздыванием в теплоэнергетике // РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ. сборник научных трудов секции Международной научно-практической конференции «Информационные ресурсы и системы в экономике, науке, образовании». Изд-во ПензГТУ, 2016. -С. 11-15

4. Ю.В. Конопацкий, Систематизация задач построения управляемой графической модели парового котла// Международная научно-практическая конференция «информационные технологии в экономических и технических задачах» Пенза: Изд-во ПензГТУ. , 24-25 марта 2016 г. -С. 206-208

Ю.В. Конопацкий

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

(Пензенский государственный технологический университет)

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению подсистемы питания котла водой как составную часть системы автоматизации.

Ключевые слова: котлоагрегат, контур регулирования, SCADA-система.

Abstract. The article is devoted to the power subsystem of the boiler water as an integral part of the automation system.

Key words: boiler, a control loop, the SCADA-system.

Составной частью системы автоматизации котла является и подсистема питания котла водой. Структурная схема такой подсистемы, осуществляющей комбинированное регулирование, показана на рисунке 1. Подсистема состоит из следующих основных элементов: уровнемера, измеряющего уровень воды в барабане; паромера, измеряющего расход пара по перепаду давлений в пароперегревателе; расходомера питательной воды (водомера), дающего расход воды по перепаду давлений в измерительной шайбе; регулятора; исполнительного органа управления питательным клапаном.

При изменении нагрузки котла изменяется и уровень воды в его барабане. Это изменение воспринимается уровнемером, импульс с которого воздействует на регулятор питания, который воздействуя на исполнительный орган, изменяет подачу воды в котел, компенсируя первоначальное изменение уровня. Дополнительный контур регулирования по расходу пара компенсирует возмущения



вызванные изменением расхода пара, непосредственно воздействуя на подачу питательной воды в барабан котла, и реализует принцип регулирования по возмущению. Второй дополнительный регулятор подачи воды образует каскадную схему регулирования подачи с введением дополнительного регулятора расхода воды. Дополнительные контуры регулирования добавляются при необходимости улучшения качества регулирования при сложных эксплуатационных условиях. Уровень питательной воды в парогенераторах зависит от подвода тепла.

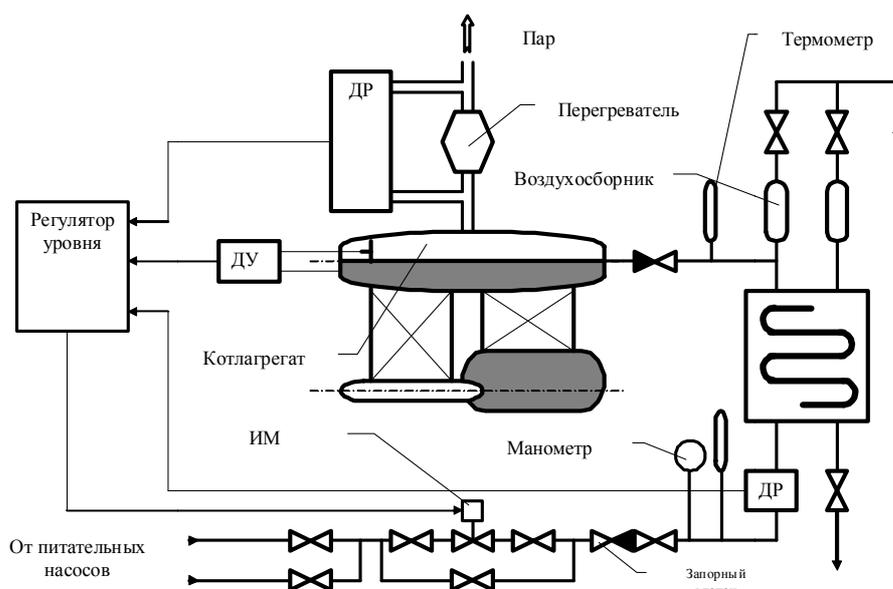


Рисунок 1. Подсистема питания котла водой

При увеличении мощности котлоагрегата возрастает интенсивность парообразования, что снижает среднюю плотность воды и повышает ее уровень даже при сохранении баланса между расходами пара и воды. К аналогичному результату ведет резкое снижение давления пара в парогенератор (эффект «вспухания»). На практике имеет место известный парадокс, когда увеличение расхода недогретой воды для питания ЯППУ, вместо увеличения уровня ведет к его временному снижению из-за уменьшения интенсивности парообразования. Для устранения этого эффекта осуществляется подогрев питательной воды в регенеративных подогревателях.

Литература

1. Ю.В. Конопацкий, Математический метод регулирования показателя качества турбины теплоэлектростанции // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Периодическое научное издание. Сер. Технические науки. Информационные технологии №03(25).Т.1. -Пенза: Изд-во ПензГТУ, 2015. -С. 189-193
2. Ю.В. Конопацкий, Математическое моделирование системы управления испарительной частью котлоагрегата // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Периодическое научное издание. Сер. Технические науки. Информационные технологии №3(31).Т.1. -Пенза: Изд-во ПензГТУ, 2016. -С.



225-228

3. Ю.В. Конопацкий, А.Д. Семенов, Методика синтеза ПИД-регуляторов для объектов с запаздыванием в теплоэнергетике // РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ. сборник научных трудов секции Международной научно-практической конференции «Информационные ресурсы и системы в экономике, науке, образовании». Изд-во ПензГТУ, 2016. -С. 11-15

4. Ю.В. Конопацкий, Математический метод регулирования показателя качества турбины теплоэлектроцентрали // Международная научно-практическая конференция «информационные технологии в экономических и технических задачах» Пенза: Изд-во ПензГТУ. , 24-25 марта 2016 г. -С. 192-194

К.С. Кульга, А.А. Китаев

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ КОМПОНОВОК ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

(Уфимский государственный авиационный технический
 университет «УГАТУ»)

Актуальность задачи. Комплексная автоматизация предприятий на основе применения гибких производственных систем (ГПС) [1, 2] является одним из приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (интеллектуальные производственные технологии, роботизированные системы; новые материалы и технологии конструирования)².

В то же время, не смотря на очевидные преимущества применения ГПС, анализ результатов внедрения ГПС на предприятиях в зарубежных странах и Российской Федерации показывает, что не всегда удается получить ожидаемый экономический эффект. Внедрение универсальных и готовых дорогостоящих решений ГПС, без учета специфики конкретного производства предприятий, приводит к существенной разнице между плановыми и фактическими экономическими показателями проекта [3, 4]. Экономическая эффективность внедрения ГПС на предприятиях определяется совокупностью конструкторских, технологических, производственных, организационных, экономических и управленческих решений. Следовательно, результативность внедрения ГПС, может быть достигнута с учётом значений группы выходных параметров (критериев) ГПС, определение которых, является трудоемкой задачей.

В связи с этим, на стадии эскизного проектирования (технического предложения) актуальной является задача структурного синтеза компоновок ГПС на основе имитационного моделирования процессов функционирования производственной системы для изготовления различных партий деталей/сборочных еди-

² Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642 (ссылка: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449>)



ниц (ДСЕ), планирования загрузки дорогостоящего оборудования и управления ГПС.

Цель. Разработка алгоритмического и программного обеспечения имитационного моделирования компоновок ГПС с определением значений выходных параметров (критериев) на стадии эскизного проектирования с учётом нестационарных входных параметров модели и возможностью изменения её топологии на основе метода модифицированных вложенных сетей Петри.

Топология модели системы, описываемая с помощью вложенных сетей Петри [5], состоит из нескольких уровней иерархии. Корневой является системная сеть Петри (она может быть только одна), описывающая основные моделируемые процессы. Следующим уровнем иерархии являются элементные сети Петри, связанные с соответствующими системными фишками, которых может быть любое количество. Элементные сети Петри моделируют изменения состояния фишек, либо процессы, протекающие параллельно с процессами в системной сети. Для реализации взаимодействия разных уровней иерархии в сети Петри реализована вертикальная и горизонтальная синхронизация между системой и её клиентами. Но такая топология вложенной сети Петри [5] не соответствует представлению о функционировании производственной системы (ГПС), в которой изготавливаемые партии ДСЕ выступают как ресурсы, над которыми выполняются технологические операции.

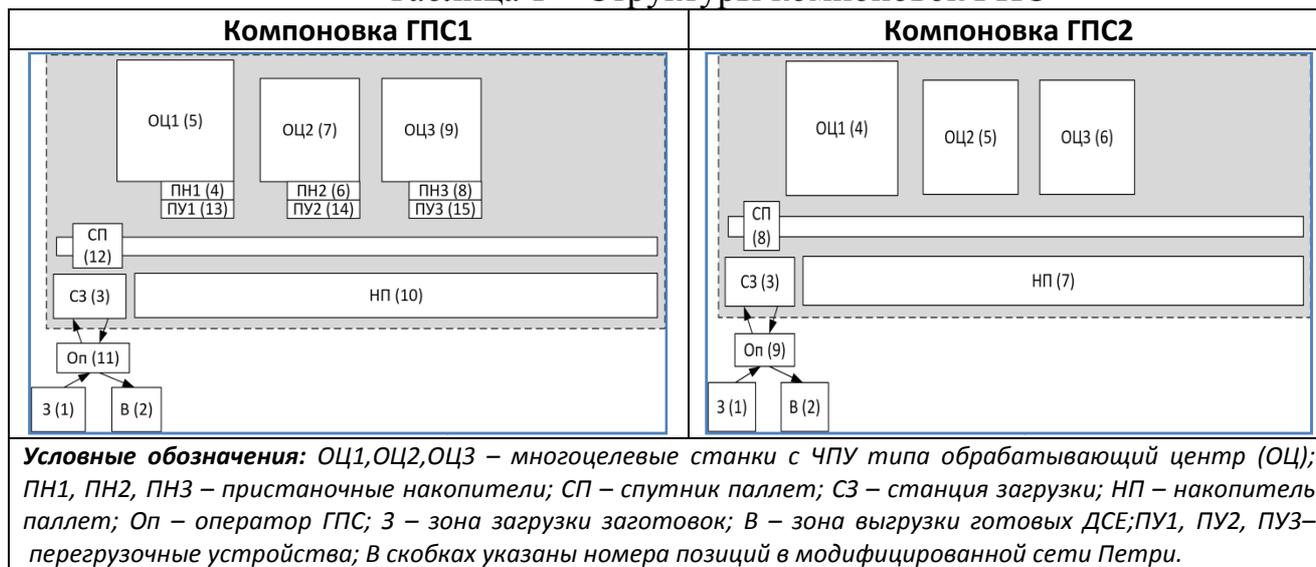
Авторами предлагается представлять фишки в системной сети Петри как ресурсы, которые определяют возможность возникновения событий, либо над которыми производятся операции. Каждая фишка в системной сети характеризуется типом и состоянием. Тип фишки всегда остается неизменным, а её состояние может изменяться в зависимости от совершаемых над ней операций. Например, заготовка после механической обработки становится готовой ДСЕ, а режущий инструмент изнашивается. Операции описываются элементными сетями Петри и приписываются фишке. Имитационное моделирование операции выполняется только при попадании фишки в соответствующую позицию. К каждой фишке может быть приписано неограниченное количество операций.

Разработанный алгоритм имитационного моделирования ГПС на основе предложенного метода модифицированных вложенных сетей Петри реализован в виде программного обеспечения модуля «МодМВСП». Все основные сущности модуля описаны как классы, их параметры как поля классов, а их функции как методы классов. Информационная модель модуля включает в себя таблицы схемы данных базы данных, описывающих топологию модифицированной вложенной сети Петри, перечень позиций, переходов, фишек и их параметры, а также наборы данных экспериментов.

Рассмотрим результаты имитационного моделирования двух компоновок ГПС (далее, обозначения этих компоновок, соответственно, ГПС1 и ГПС2), полученных по результатам структурного синтеза [6]. Структуры компоновок ГПС1 и ГПС2 приведены в таблице 1.



Таблица 1 – Структуры компоновок ГПС



Имитационное моделирование ГПС осуществлялось с детализацией до уровня технологической операции. Это означает, что операция представлялась как элементная сеть Петри с двумя позициями (начало и окончание технологической операции) и одним переходом (выполнение технологической операции). Шаг имитационного моделирования был принят равным одной минуте.

Модуль «МодМВСП» формирует результаты имитационного моделирования ГПС в следующих видах:

- диаграммы Ганта (рис. 1). Вертикально расположены позиции модифицированной вложенной сети Петри (рис. 2), а по горизонтали – время моделирования;
- таблицы с результатами расчета выходных параметров (критериев).

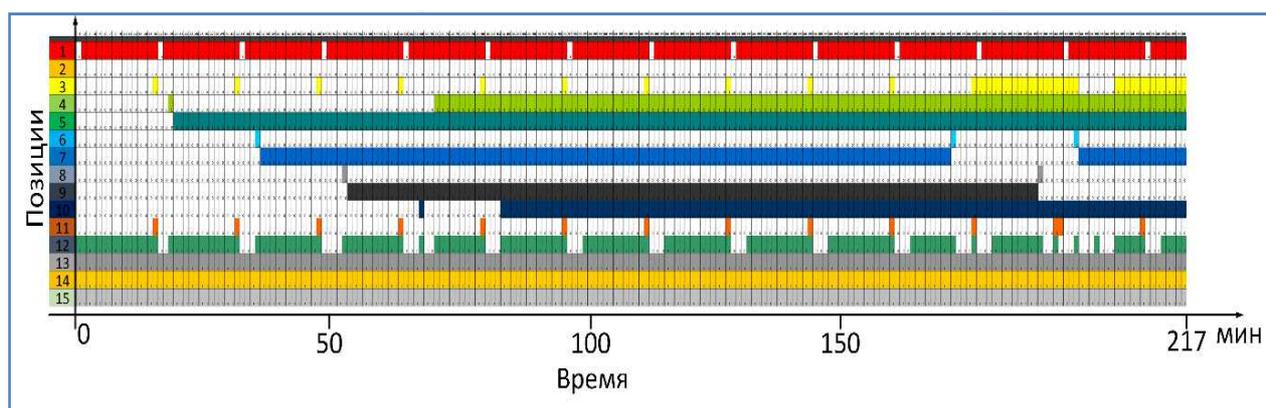


Рис. 1. Фрагмент диаграммы Ганта для компоновки ГПС1

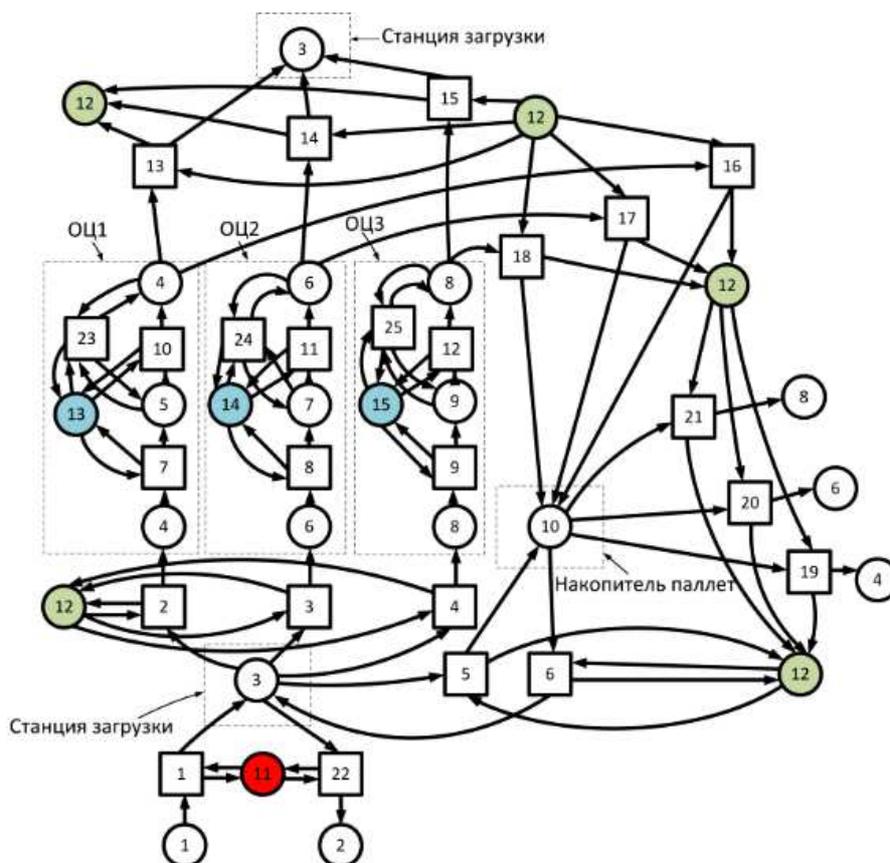


Рис. 2 – Модифицированная вложенная сеть Петри для компоновки ГПС1

Сравнение результатов имитационного моделирования двух компоновок ГПС для заданной партии ДСЕ выявило:

- сокращение суммарного времени простоя на 33,3% и увеличение коэффициента загрузки на 6,8% дорогостоящего оборудования с ЧПУ ОЦ1 за счёт использования пристаночного накопителя с перегрузочным устройством в компоновке ГПС1;
- отсутствие влияния на выходные показатели работы ГПС1 и ГПС2 применения пристаночных накопителей с перегрузочным устройством в ОЦ2 и ОЦ3, так как заданная партия ДСЕ не обеспечивает соответствующей загрузки ОЦ2 и ОЦ3. С учетом дополнительных финансовых затрат не рекомендуется дооснащение ОЦ2 и ОЦ3 пристаночными накопителями с перегрузочными устройствами;
- уменьшение требуемой ёмкости накопителя в компоновке ГПС1.

Заключение. Предложен метод имитационного моделирования компоновок ГПС с использованием модифицированных вложенных сетей Петри, отличающийся наглядностью описания модели с высокой степенью детализации, нестационарными входными параметрами модели и возможностью изменения её топологии за счёт присвоения фишкам операций, представленных в виде элементарных сетей Петри. Полученные результаты имитационного моделирования в виде значений выходных параметров (критериев) используются для реализации структурного и параметрического синтеза компоновки ГПС на стадии эскизного проектирования [6].



Литература

1. ГОСТ 26228-90 – Системы производственные гибкие. Термины определения. Номенклатура показателей [текст]. Введ. 1991-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов. 1990. – 10 с.
2. Сердюк А. И., Сергеев А. И., Корнипаев М. А., Гильфанова Ф. Ф. Стратегия и тактика формирования технического предложения по созданию гибких производственных систем механообработки // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – №. 1. – С. 138-145.
3. Shang J., Sueyoshi T. A unified framework for the selection of a flexible manufacturing system // European Journal of Operational Research. – 1995. – Т. 85. – №. 2. – С. 297-315.
4. Saitou K., Malpathak S., Qvam H. Robust design of flexible manufacturing systems using, colored Petri net and genetic algorithm // Journal of intelligent manufacturing. – 2002. – Т. 13. – №. 5. – С. 339-351.
5. Ломазова И. А. Вложенные сети Петри: моделирование и анализ распределенных систем с объектной структурой. – М.: Научный мир, 2004. – 208 с.
6. Кульга К. С., Китаев А. А., Сидоров И. О., Кожинов Д. Г. Применение программного обеспечения САХ-систем и виртуального моделирования для проектирования компоновок гибких производственных систем // СТИН. – 2015. – №12. – С. 6-14.

К.С. Кульга, А.В. Половинкин

СТРУКТУРНЫЙ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КОНСТРУКЦИЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

(Уфимский государственный авиационный технический
университет «УГАТУ»)

Актуальность проблемы. Проектирование специальных станочных приспособлений (СП) для изготовления деталей и сборочных единиц (ДСЕ) авиационных двигателей и машиностроения обладает следующими особенностями: 1) обеспечение высокой точности изготовления ДСЕ; 2) сложность и разнообразие конструкций ДСЕ. Это приводит к существенным ограничениям применения универсальных СП, а также к необходимости проектирования множества видов СП и усложнению их конструкций; 3) использование разнообразных технологий изготовления ДСЕ. Это обуславливает разнообразие применяемых видов и конструкций СП; 4) применение труднообрабатываемых материалов ДСЕ. Например, при механической обработке ДСЕ, возникают значительные силы резания, которые повышают требования к жёсткости и прочности СП, а также усложняют конструкцию СП.

Системный анализ научных исследований в области методологии проектирования специальных СП выявил следующие недостатки [1]: 1) создание но-



вой конструкции СП основано на экспертных оценках, включает значительные затраты времени на изучение проектной и справочной информации, непосредственно на проектирование и оформление комплекта конструкторской документации; 2) учитываются только общие вопросы базирования заготовок с профильными посадочными поверхностями; 3) не учитываются особенности проектирования и технологических процессов изготовления базовых деталей СП, что приводит к снижению качественного уровня конструкции СТО; 4) отсутствуют математические модели для решения прямой и обратной задач автоматического проектирования СП на основе моделирования размерных, точностных, силовых и жесткостных характеристик (структурный синтез конструкции СП), а также определения значения целевой функции с учётом конструкторских, технологических, производственных и экономических ограничений (параметрический синтез конструкции СП); 5) проектирование СП выполняется без применения методов автоматического формирования параметрических трёхмерных геометрических моделей СП и формирования комплекта конструкторской документации СП (сборочные и детализовочные чертежи, спецификации и т.п.). Во всех опубликованных работах преобладают рутинные функции для проектирования и оформления комплекта конструкторской документации СП, осуществляемые с помощью базовой функциональности ПО САД-систем и БД типовых конструктивных элементов; 6) высокая вероятность появления ошибок при значительных затратах времени на проектирование СП; 7) отсутствие программного взаимодействия на уровне наборов данных и управления с интегрированными автоматизированными системами (ИАИС) *Stalker PLM*[2] и *ERP(Enterprise Resource Planning)*-системами в едином информационном пространстве (ЕИП) на основе электронной структуры изделия.

Таким образом, актуальной является проблема создания и экспериментальной апробации многоуровневой интегрированной информационно-управляющей системы нового поколения – системы автоматического проектирования (САПР), предназначенной для повышения качества и существенного (до 75%) сокращения сроков проектирования специальных СП, предназначенных для механической обработки ДСЕ высокотехнологической продукции в условиях позаказного авиационного и машиностроительного производства.

Цель. Разработка моделей и методов создания САПР для проектирования специальных СП, предназначенных для механической обработки ДСЕ высокотехнологической продукции, включая программное взаимодействие на уровне наборов данных и управления в ЕИП с ИАИС и *ERP*-системой предприятия.

Теоретическая часть. Разработка ПО САПР для проектирования специальных СП осуществлялась на основе методологии, подробно описанной в монографии [2].

Функциональная модель САПР. Объектно-ориентированная функциональная модель САПР разработана с применением методологии *Rational Unified Process (RUP)* и платформенно-независимого объектно-ориентированного языка *UML (Unified Modeling Language)* [3]. Этапы разработки объектно-ориентированной ФМ САПР [1, 2]: бизнес-моделирование; определение функ-



циональных и нефункциональных требований; анализ и проектирование; реализация; тестирование; развертывание. Каждый этап включал выполнение задач для достижения конечной цели функционального моделирования – разработка ПО САПР для проектирования СП. Реализация вышеуказанных этапов подробно рассмотрена в работе [1]. ФМ является основой для создания информационной и математической моделей, а также базовых информационных технологий САПР.

Информационная и математическая модели САПР. Основой информационной модели САПР является диаграмма классов [2], в которой каждый класс представляет собой информационное представление объектов математических моделей САПР.

Математическое обеспечение САПР включает в себя реализацию:

1) прямой и обратной задач автоматического проектирования специальных СП (структурный синтез конструкции СП) на основе разработанных математических моделей и алгоритмов расчетов размерных, точностных [4], силовых и жесткостных характеристик СП (с применением метода конечных элементов - МКЭ);

2) параметрического синтеза конструкции специального СП на основе предлагаемого обобщенного критерия оптимальности, учитывающего различные частные конструкторские, технологические, производственные и экономические критерии оптимальности;

3) автоматического формирования параметрических трёхмерных геометрических моделей и комплекта конструкторской документации для специального СП на основе применения API (*Application Programming Interface*)-функций CAD-систем и БД параметрических конструктивных элементов СП и стандартных изделий;

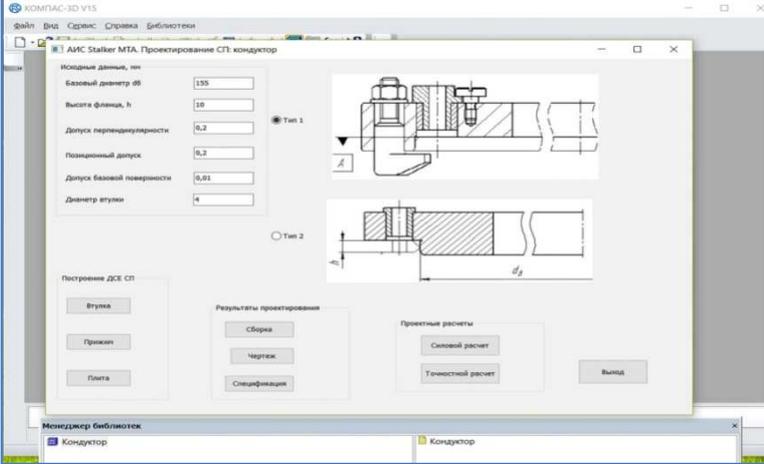
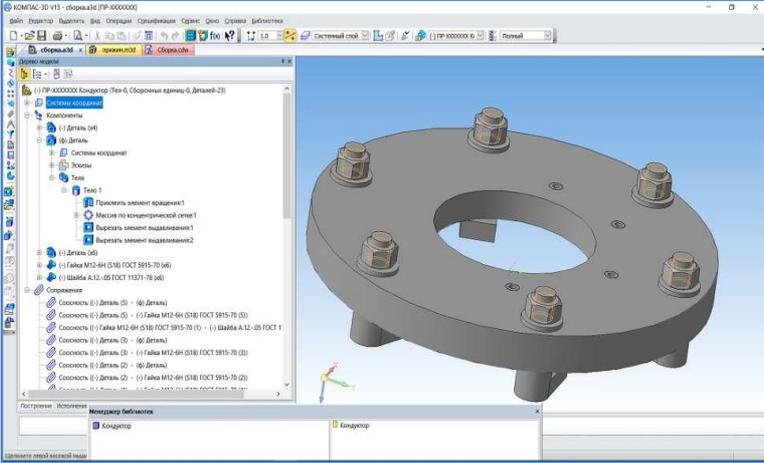
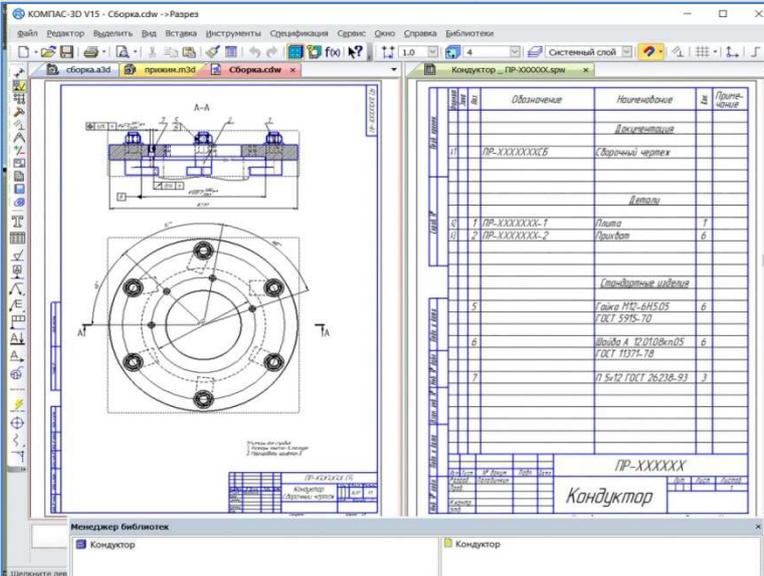
4) прямого и обратного программного интерфейса предлагаемой САПР СП с ИАИС и ERP-системой в ЕИП предприятия на основе электронной структуры изделия.

Базовые информационные технологии САПР. Предложенные модели, методы и обобщённый критерий оптимальности использовались при создании ПО САПР для проектирования специальных СП. На этом этапе методологии [2] разработано ПО САПР *Stalker MTA*, включая использование возможностей менеджера библиотек и API-функций CAD-системы КОМПАС-3D [5].

Рассмотрим пример автоматического проектирования специального СП «Кондуктор», предназначенного для механической обработки детали типа «Корпус» на вертикально-сверлильном станке с помощью ПО САПР *Stalker MTA* (табл. 1).



Таблица 1 – Базовые информационные технологии ПО САПР *Stalker MTA*

№ п.п.	Описание базовой информационной технологии ПО САПР	Реализация базовой информационной технологии ПО САПР
1.	Интеграция ПО САПР <i>Stalker MTA</i> и ПО CAD-системы <i>КОМПАС-3D</i> [5] на уровне наборов данных и управления.	
2.	Структурный синтез конструкций специальных СП: 2.1. Размерные, точностные, силовые и жесткостные (с помощью МКЭ [5]) расчёты СП; 2.2. Автоматическое построение параметрических трёхмерных геометрических моделей ДСЕ СП.	
3.	Параметрический синтез конструкций специальных СП.	Расчет обобщенного критерия оптимальности, учитывающего разнородные частные конструкторские, технологические, производственные и экономические критерии оптимальности.
4.	Автоматическое построение сборочного чертежа специального СП и формирование его спецификации в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД).	



В работе [1] подробно описана реализация программного взаимодействия на уровне управления и наборов данных между ИАИС *Stalker PLM* и *ERP*-системой предприятия для расчета параметров предварительной, плановой и фактической себестоимостей в условиях позаказного изготовления высокотехнологической продукции.

Заключение. На основе предложенных моделей и методов авторами разработано и экспериментально апробировано ПО САПР *Stalker MTA*, отличающиеся реализацией автоматического проектирования специальных конструкций СП на стадии технической подготовки производства ДСЕ высокотехнологической продукции и информационным взаимодействием с ИАИС *Stalker PLM* и *ERP*-системой в едином информационном пространстве авиационного и машиностроительного предприятия [2].

Литература

1. Кульга К.С., Половинкин А.В. Автоматизация проектирования станочных приспособлений // СТИН. – 2015. – №10, С. 4-9.
2. Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным и машиностроительным производством / Кульга К. С., Кривошеев И. А. – М. : Машиностроение. – 2011. – 377 с.
3. Рамбо Дж. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка / Рамбо Дж. – 2-е изд. – СПб. : Питер. – 2007. – 544 с.;
4. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Под ред. Вардашкина Б. Н. – М. : Машиностроение. – 1984. – 430 с.
5. Компания АСКОН [Электронный ресурс] // Комплексные решения для машиностроения. – Режим доступа: <http://www.ascon.ru> – Проверено 12.02.2017.

В.А. Трусов, В.В. Трусов, Л.А. Авдоница, А.Е. Вершинин

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ АСУ ТП И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТА

(Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия)

Главной задачей этой подсистемы является увеличение производительности труда, улучшение качества обработанных деталей и увеличение объема выпускаемой продукции. В выборе ее математической логики нужно: 1 – создавать математические модели (ММ) управления технологическими процессами; 2 – при построении ММ использовать такие методы, как отброс грубых измерений, восстановления недостающих значений, поверку однородности дисперсий, анализ данных управления по дисперсии, построение и анализ регрессионной модели, создание разнообразных ММ и оформление их в виде массива.



В рассматриваемой подсистеме АСУ ТП ММ представляет собой совокупность уравнений, условий и алгоритмических правил, позволяющих выявить взаимосвязи между факторами, определяющими поведение объекта управления (ОУ), и представить их в количественной форме.

Построение ММ – это способ получения информации используемой для управления технологическими процессами (ТП). При разработке подсистемы первоочередной является задача идентификации, состоящая в построении ММ ОУ.

Выходную переменную обозначим через y , контролируемые факторы через x и z , тогда имеем

$$M[y(x)] = \varphi[x, \beta], \quad (1)$$

где M – символ математического ожидания;

$\varphi[x, \beta]$ – функция отклика,

β – неизвестный параметр.

Тогда в соответствии с (1) $\varphi[x, \beta]$ есть ММ, исследуемых ТП.

Как правило, связи между входными и выходными параметрами описываются полиномами, в котором коэффициенты находятся по статистическим опытным данным о состоянии системы в различные моменты функционирования. При этом возможны два варианта эксперимента:

- пассивное наблюдение;
- активный эксперимент со вводом искусственных возмущений.

Обычно считают, что наилучшая аппроксимация функции отклика есть интегральное уравнение 2-го порядка.

Для обработки экспериментов рассматривают факторное пространство. При выборе области проведения экспериментов необходимо оценить границы определения факторов. Процесс выбора состоит из двух этапов:

- выбора основного уровня;
- выбора интервалов варьирования.

Под интервалом варьирования фактора подразумевается число, прибавление которого к основному уровню дает верхний уровень, а вычитание, нижний уровень фактора.

Для простоты записи данных эксперимента и обработки полученных значений принимаем, что значение верхнего уровня равно $+1$, нижнего -1 , основного 0 . Исходные данные эксперимента записываются в виде таблицы, в которой каждая строчка соответствует различным опытам, а столбцы – значениям факторов.

Для обработки данных эксперимента с целью получения математической модели (ММ) можно использовать различные методы распознавания:

- статистические методы распознавания;
- метод статистических решений;
- метод разделения в пространстве признаков;
- метрические методы распознавания;
- логические методы распознавания;



- распознавание кривых.

Кратко сущность перечисленных методов выглядит следующим образом:

1. Статистические методы распознавания:

- метод Байеса;
- метод последовательного анализа.

Метод Байеса основан на использовании формулы Байеса для диагноза D_i и простого признака K_j :

$$P(D_i / K_j) = P(D_i) \cdot \frac{P(K_j / D_i)}{P(K_j)}, \quad (2)$$

где $P(D_i / K_j)$ – условная вероятность диагноза D_i при условии наличия признака K_j ;

$P(D_i)$ – безусловная вероятность диагноза D_i ;

$P(K_j / D_i)$ – условная вероятность признака K_j при условии диагноза D_i ;

$P(K_j)$ – безусловная вероятность признака K_j .

Оценка вероятности диагноза $\hat{P}(D_i)$ определяемая по статистическим (опытным) данным, т.е. априорная вероятность диагноза определяется по следующей формуле:

$$\hat{P}(D_i) = \frac{N_i}{N}, \quad (3)$$

где N_i – часть элементов, имеющая состояние D_i ;

N – количество всех элементов в системе.

В то же время, оценка условной вероятности:

$$\hat{P}(K_j / D_i) = \frac{N_{ij}}{N_i}, \quad (4)$$

где N_{ij} – часть элементов, у которых имеется признак K_j ;

N_i – часть элементов.

Если из общего числа N элементов признак K_j был обнаружен у N_j элементов, то

$$\hat{P}(K_j) = \frac{N_j}{N}, \quad (5)$$

В равенстве (2) $P(D_i / K_j)$ – вероятность диагноза D_i после того, как стало известно наличие у элемента признака K_j (апостериорная вероятность диагноза).

В методе последовательного анализа составляется отношение (6) (для независимых признаков).

$$\frac{P(D_2 / K^*)}{P(D_1 / K^*)} > 1, \quad (6)$$

где $P(D_1 / K^*)$, $P(D_2 / K^*)$ – условные вероятности диагнозов D_1 и D_2 и признака K^* , если (6) выполняется, то $K^* \in D_2$. В методе последовательного анализа рассматриваемое отношение условных вероятностей признаков (отношение прав-



доподобия) составляются не сразу, а в последовательном порядке; поэтому, требуется меньшее число обследований.

2. Методы статических решений. Эти методы относятся к статистическим, однако, они отличаются от вышеизложенных правилами принятия решений. В этих методах решающее правило выбирается исходя из некоторых условий оптимального, например, условия минимума риска. Первоначально они применялись в математической статистике.

Как методы проверки статистических гипотез, они нашли применение в радиотехнике, радиолокации, общей теории связи и т.д.

3. Методы разделения в пространстве признаков. Эти методы основаны на гипотезе компактности, в соответствии с которой точки, отображающие одно и то же состояние (диагноз), группируются в одной области пространства признаков.

К ним относятся линейные методы разделения, методы потенциальных функций и метод стохастической аппроксимации.

4. Метрические методы распознавания. В этих методах делается предположение, что изображения объектов одного класса (образа) более близки друг другу, чем изображения разных классов. Метрические методы основаны на количественной оценке этой близости. В качестве изображения объекта принимается точка в пространстве признаков, мерой близости считается расстояние между точками.

В качестве мер расстояния используются:

1. Расстояние по Хеммингу;
2. Обобщенное расстояние;
3. Диагностическая мера расстояния;
4. Метрика в изотропном пространстве признаков.
5. Логические методы распознавания.

Методы основаны на понятиях математической логики (булевы переменные).

6. Распознавание кривых.

Используются следующие методы:

- обнаружение неслучайных отклонений по методу средних;
- оценка неслучайных отклонений по контрольным уровням;
- оценка текущего значения параметра;
- метод признаков;
- формирование признаков по ортогональным функциям;
- формирование признаков по методу элементов;
- распознавание кривых по комплексу признаков;
- сглаживание кривых.

Каждый элемент содержит элемент неопределенности из-за ограниченности материала, а повторение опытов не даст полностью совпадающих результатов, потому что всегда существует ошибка воспроизводимости. Для характеристики изменчивости используют чаще всего дисперсию (D) и стандарт (σ).



Для того, чтобы исключить брак исходных данных используется критерий Стьюдента.

Поэтому разработана программа дисперсионного анализа. Сначала проводится регрессионный анализ данных, т.е. анализируется ММ ТП.

Составление алгоритмов для решения задач АСУ ТП не формализовано. Разработка алгоритма предполагает прохождение следующих трех этапов работы:

- доказательство возможности или невозможности построения искомого алгоритма;
- выполнение преобразований алгоритма под решаемую задачу;
- оценка потребного машинного времени.

Для проверки технологических операций на точность все структурные подразделения предприятия выполняют работы, связанные с оценкой технологических операций на точность, причем осуществляется как теоретический расчет, так и эксперимент по измерениям изготовленных деталей.

Существуют и разрабатываются методики проверки основных неисправностей по группам станков, создаются новые технологические процессы (ТП) на базе действующих ТП.

Сотрудники подразделений технологического управления ведут работы, связанные с соблюдением ТП и заполняют карты учета параметров деталей.

Ремонтные службы совместно с отделом труда и зарплаты (ОТ и З) заполняют извещения для создания массивов нормативов ремонта оборудования.

Особую роль в комплексе работ по управлению точностью обработки деталей играет автоматизация управления с применением компьютеров[1].

Литература

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы/ Олифер В.Г., Олифер Н.А. - Спб: С. Петербург, 2001. - 672 с.

Т.Х. Лосева

АНАЛИЗ КЛАССА СЛОЖНОСТИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЙ

(Уфимский государственный авиационный
технический университет)

Авиационный двигатель, основная часть силовой установки авиационного летательного аппарата. Самолет с турбореактивным двигателем впервые поднялся в воздух в 1939 году[1].

Основными элементами турбореактивного двигателя являются:

- вентилятор;
- компрессор;
- камера сгорания;



- турбина;
- сопло.

При эксплуатации авиационных двигателей возникает потребность в ремонте их отдельных деталей.

Во время ремонта деталей и сборочных единиц (ДСЕ) оформляются карты отклонений в работе двигателей [2].

Проанализировав карты отклонений в работе двигателей были выведены гарантийные сроки ремонта, представленные в таблице 1, отражающие класс сложности в зависимости от потраченного на ремонт времени.

Таблица 1. Класс сложности ремонтных работ авиационных двигателей

Класс сложности	Влияние на сборку	Время ремонта, в часах
С	Не задерживает сборку готовой продукции	20-50
В	Незначительная задержка сборки	51-110
А	Задержка сборки	111-200

Группа «С» представляет класс сложности, при котором ремонтные работы не смещают срок сборки готовой продукции.

Группа «В» соответствует ремонтным работам, связанным с незначительной задержкой сроков сборки продукции, при этом задержка укладывается в сроки гарантийного ремонта.

Группа «А» соответствует значительному отклонению по времени от установленных гарантийных сроков, приводящему к задержке сборки готовой продукции.

При анализе карт отклонений ремонта двигателей выявлены наиболее характерные дефекты:

- мультипликатор (изменение цвета корпуса);
- межроторный подшипник (повышенная вибрация);
- маслосистема (обрыв хомута крепления маслобака, отложение закоксованного масла на деталях трансмиссии, повышенный расход масла, течь масла из соплового аппарата турбины, давление из реактивного сопла);
- газосборник (разрушение фланца жарового патрубка);
- технологическое сопло (разрушение сопла);
- ротор турбины (разрушение лопаток турбины 1ой ступени, разрушение лопаток турбины 2ой ступени, обрыв лопатки турбины 1й ступени ротора, обрыв лопатки турбины 2ой ступени ротора);
- передняя опора (радиальный люфт подшипника в свободном состоянии);
- сопло реактивное (разрыв задней бобышки на корпусе реактивного сопла);
- палец (износ);
- втулка (износ);



- камера сгорания (значительный износ сфер);
- промежуточная опора (разрушение подшипника);
- турбина высокого давления (повышенное биение по диаметру наружной обоймы межроторного подшипника турбина высокого давления);
- реактивное сопло (сквозная трещина по сварному шву между корпусом реактивного сопла и втулкой обтекателя, сквозная трещина по сварному шву фланца крепления обтекателя);
- газогенератор (следы коррозии со стороны корытца всех рабочих лопаток);
- камера сгорания газогенератора (трещина в районе жаровой трубы);
- компрессор (обрыв уголка лопатки 3й ступени РКНД);

Анализ времени, затрачиваемого на устранение дефектов конкретных двигателей и определение класса сложности ремонтных работ, представлены на рисунке 1

№ карты отклон	дата проявления	двигатель	отказавшая система	наименование дефекта	время на устр	класс
4/556.35	25.06.2011	D436TP	камера сгорания	значительный износ сфер	160	A
5/556.35	26.08.2012	P95Ш	маслосистема	отложение закоксованного масла на деталях трансмис	86	B
6/556.35	01.02.2013	P25 - 300	маслосистема газогенератора	повышенный расход масла	120	C
7/556.35	08.09.2011	P13 - 300	компрессор	обрыв уголка лопатки 3ей ступени РКНД	100	B
8/556.35	30.11.2013	P29BC-300	газогенератор	следы коррозии	140	C
9/556.35	26.12.2014	АЛ-31Ф	втулка	износ	35	C
10/556.35	27.05.2012	P95Ш	межроторный подшипник	повышенная вибрация	90	B
11/556.35	26.06.2014	P95Ш	компрессор	обрыв уголка лопатки 3ей ступени РКНД	100	B
12/556.35	29.07.2015	D436TP	маслосистема газогенератора	повышенный расход масла	120	C
13/556.35	13.04.2013	P195	технологическое сопло	разрушение сопла	150	A
14/556.35	15.09.2012	P95Ш	ротор турбины	разрушение лопаток турбины 2ой ступени	115	A
15/556.35	09.09.2015	АЛ-41Ф-1С	масляная система	дымление из реактивного сопла	140	A
16/556.35	23.07.2012	АЛ-31Ф	сопло реактивное	взрыв задней болышки на корпусе реактивного сопла	80	B
17/556.35	19.03.2011	P195	втулка	износ	35	C
18/556.35	01.02.2013	P29BC-300	реактивное сопло	сквозная трещина по сварному шву (втул. обтекателя)	160	C
19/556.35	11.08.2014	P13 - 300	камера сгорания	трещины в районе жаровой трубы	168	C
20/556.35	30.11.2011	P195	масляная система	течь масла из соплового аппарата турбины	83	B
21/556.35	09.09.2012	P25 - 300	ротор турбины	разрушение лопаток турбины 1ой ступени	115	A
22/556.35	31.05.2014	D436TP	газосборник	разрушение фланца жарового патрубк	90	B
23/556.35	18.10.2012	P29BC-300	реактивное сопло	сквозная трещина по сварному шву (креп. обтекателя)	160	C
24/556.35	20.11.2014	АЛ-31Ф	газогенератор	следы коррозии	140	C
25/556.35	05.03.2011	P195	камера сгорания	трещины в районе жаровой трубы	168	C
26/556.35	11.05.2012	АЛ-41Ф-1С	маслосистема газогенератора	повышенный расход масла	120	C
27/556.35	07.07.2011	P25 - 300	компрессор	обрыв уголка лопатки 3ей ступени РКНД	100	B
28/556.35	09.09.2015	P13 - 300	ротор турбины	разрушение лопаток турбины 2ой ступени	115	A
29/556.35	17.06.2013	P95Ш	ротор турбины 2ой ступени	обрыв лопатки 2ой ступени ротора	148	C
30/556.35	19.03.2011	АЛ-31Ф	промежуточная опора	разрушение подшипника	90	B
31/556.35	13.08.2014	P13 - 300	палец	износ	30	C
32/556.35	19.03.2011	D436TP	масляная система	течь масла из соплового аппарата турбины	83	B
33/556.35	26.06.2014	P195	межроторный подшипник	повышенная вибрация	90	B
34/556.35	09.09.2015	P13 - 300	мультипликатор	изменение цвета корпуса	50	C
35/556.35	22.11.2011	D436TP	маслосистема	обрыв хомута крепления маслобака	73	B
36/556.35	11.12.2011	P195	маслосистема	отложение закоксованного масла на деталях трансмис	86	B
37/556.35	20.12.2013	АЛ-41Ф-1С	маслосистема	дымление из реактивного сопла	140	A

Рис.1. Зависимость класса сложности ремонтных работ от затраченного времени

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что около половины (46,5 %) дефектов двигателей приходится на класс сложности С, не задерживающий сборку готовой продукции. Около трети (32,1%) дефектов требуют более длительного ремонта по классу сложности В. На сложный ремонт класса А, который приводит к задержке сборки двигателя и по времени занимает более 8 суток, приходится 21,4 % от всех дефектов.

Литература

1. Иванов В. В. Принцип работы двигателя самолета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://samoleting.ru/raznoe/princip-raboty-dvigatelya-samoleta.html>. (18.01.2017)



2. Система менеджмента качества об устранении дефектов, отказов и неисправностей. Стандарт предприятия [Текст]: СТП 07540.19.001-2010. – Введ. 2011-02-01. – М.: Изд-во стандартов, 2010. 20 с.: ил. (18.01.2017)

Н.В. Лысова, С.В. Никулин, А.Д. Семенов

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДИСПЕРСИИ ВЕСА БУМАЖНОГО ПОЛОТНА

(Пензенский государственный университет, ОАО «Маяк»)

В настоящее время целлюлозно-бумажная промышленность является одной из ведущих динамично развивающихся отраслей в нашей стране. Задача дальнейшего развития этой отрасли промышленности связана с повышением эффективности бумажного производства и качества готовой продукции при экономном и рациональном использовании сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов. Однако без современных средств автоматизации и управления защита решение этой задачи затруднительно.

Известно [1], что качество изготавливаемой бумаги в значительной степени зависит от точного поддержания соотношения скоростей поступления бумажной массы на сетку и скорости самой сетки, которого невозможно добиться без автоматического управления.

Для автоматического регулирования неравномерности просвета было предложено определять неравномерность просвета бумажного полотна по среднеквадратичному отклонению его веса, измеряемого с помощью сканирующего устройства, а регулирование неравномерности просвета осуществлять путём изменения давления воздушной подушки в напорном устройстве [2].

На рисунке 2 приведены экспериментальные осциллограммы изменения напора, массы бумажного полотна и расчётные значения его среднеквадратичного отклонения.

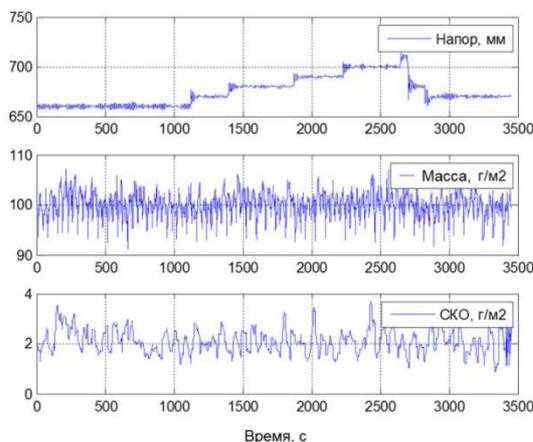


Рисунок 2 – Экспериментальные и расчётные осциллограммы изменения напора, массы бумажного полотна и его среднеквадратичного отклонения



Первые две осциллограммы были получены экспериментально. Расчёт осциллограммы среднеквадратичного отклонения массы (СКО) проводился по рекуррентной оценке математического ожидания и дисперсии.

После обработки экспериментальных данных, представленных на рисунке 2, была получена экстремальная зависимость между напором напускного устройства и среднеквадратичным отклонением массы, представленная на рисунке 3.

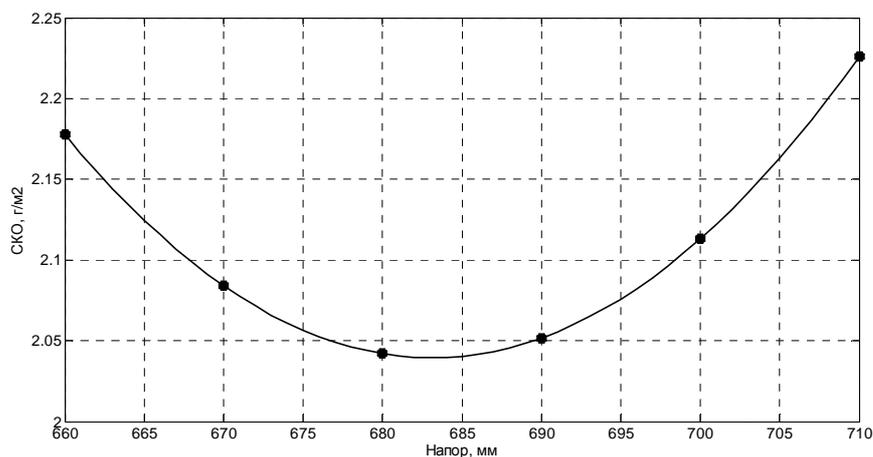


Рисунок 3 – Экстремальная зависимость СКО от напора

Полученная зависимость подтверждает экстремальное соотношение между коэффициентом напуска и равномерностью просвета бумаги (рис.1). Оперативное вычисление данной зависимости по измеряемым параметрам технологического процесса производства бумаги позволяет реализовать комбинированную экстремальную систему регулирования неравномерности просвета бумажного полотна. В данной системе одновременно осуществляется стабилизация массы бумажного полотна и экстремальное регулирование его СКО.

Анализ экстремальной зависимости среднеквадратичного отклонения массы бумажного полотна от напора напускного устройства позволяет утверждать, что использование традиционных методов поиска экстремума, используемых в экстремальных системах, для рассматриваемого случая невозможно из-за высокого уровня помех, значительно превышающих полезный сигнал.

В [3] был предложен помехозащищённый алгоритм, основанный на использовании методов синхронного детектирования и синхронного накопления. Для проверки работоспособности предложенного алгоритма была разработана Simulink – модель системы экстремального регулирования неравномерности просвета бумажного полотна в DSP System Toolbox.

На рисунке приняты следующие обозначения: Sine Wave – генератор модулирующего гармонического сигнала, Constant – блок задания начального значения напора, Extreme object – экстремальный объект, Buffer – синхронный накопитель, Magnitude FFT – блок преобразования Фурье, Extreme regulator – экстремальный регулятор, реализующий шаговый алгоритм поиска экстремума.

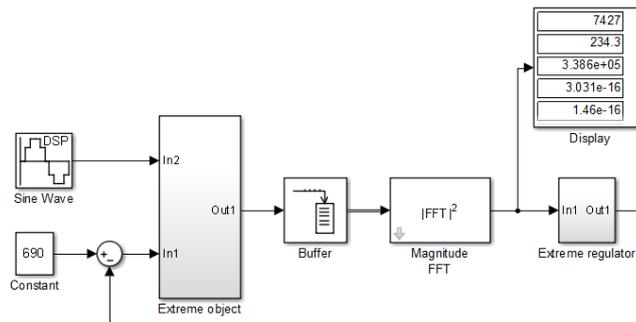


Рисунок 4 - Simulink – модель системы экстремального регулирования неравномерности просвета бумажного полотна

Модель формирования веса бумажного полотна представлена на рис. 5.

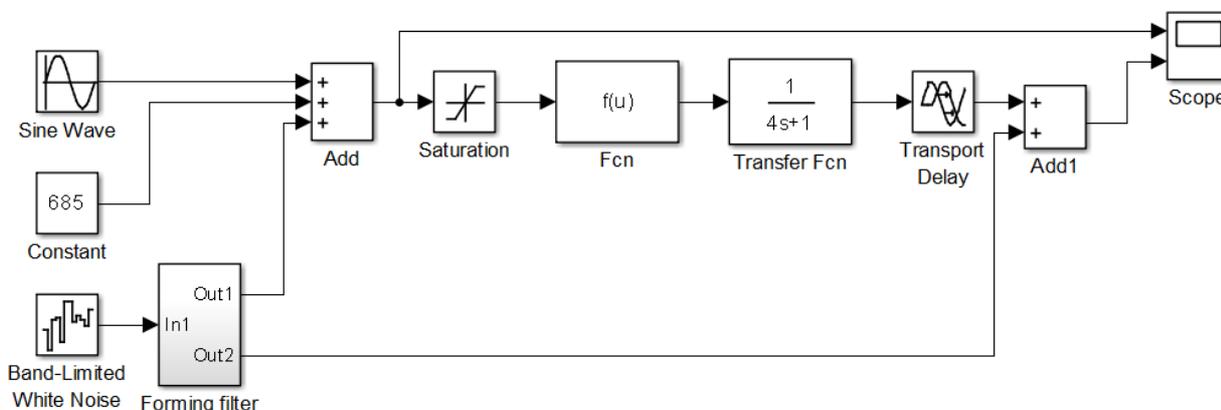
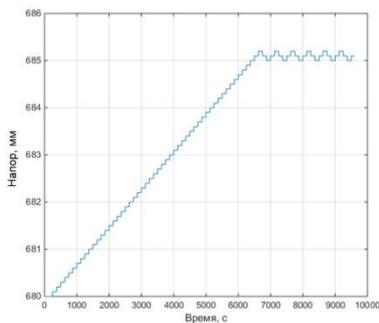


Рисунок 5 – Simulink – модель формирования веса бумажного полотна

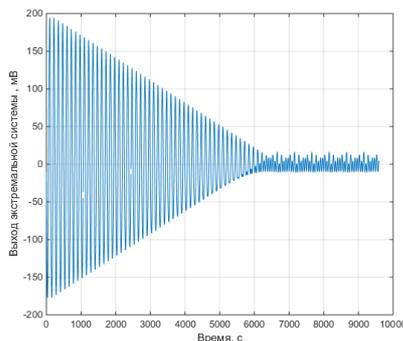
Данная модель является моделью инерционного экстремального объекта и включает в себя следующие блоки: Sine Wave – генератор модулирующего гармонического сигнала, Constant – блок задания начального значения напора, Band-Limited White Noise – генератор белого шума, Forming filter– формирующий фильтр, Add, Add1 – сумматоры, Saturation – ограничитель, Fcn – функциональный преобразователь, реализующий экстремальную зависимость (рис. 3), Transfer Fcn – передаточная функция объекта, Transport Delay – транспортное запаздывание.

Результаты моделирования экстремальной системы приведены на рисунках 6 и 7. Работа схемы поясняется осциллограммами нахождения экстремума при движении к нему справа (рис. 6 и 7).

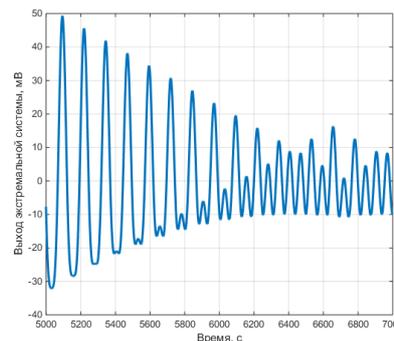
На осциллограмме (рисунок 6-7 в) чётко видно, что при движении к экстремуму постепенно появляется вторая гармоника в выходном сигнале экстремальной системы.



а) изменение напора

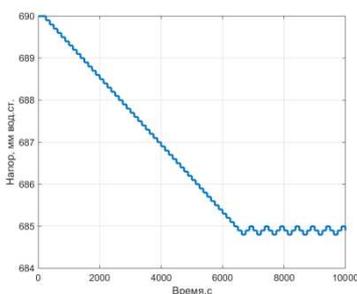


б) изменение выходного сигнала

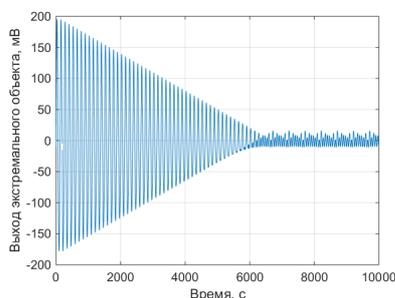


в) фрагмент изменения выходного сигнала при достижении экстремума

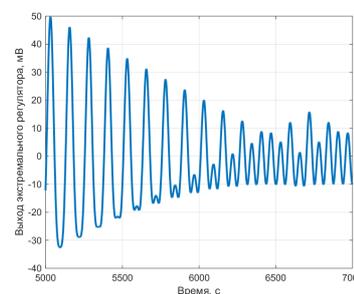
Рисунок 6 – Осциллограммы поиска экстремума



а) изменение напора



б) изменение выходного сигнала



в) фрагмент изменения выходного сигнала

Рисунок 7 – Осциллограммы поиска экстремума

Выводы

1. Разработана модель системы экстремального регулирования дисперсии веса бумажного полотна с использованием приложения DSP System Toolbox, включающая в себя модель инерционного экстремального объекта и экстремальный регулятор с шаговым алгоритмом настройки.
2. Проведено моделирование системы в режимах поиска экстремума при действии сильных возмущений.
3. Доказано, что в точке экстремума амплитуда второй гармоники максимальна.

Литература

1. Johan Guilichsen. Papermaking Part 1, Stock Preparation and Wet End. Helsinki, 2000.-120p.
2. Никулин, С.В. Выделение продольной и поперечной составляющих толщины листового материала / С.В. Никулин, А.Д. Семенов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – №02. – С. 173-176.
3. Никулин, С.В. Экстремальное управление инерционным объектом с запаздыванием в условиях сильных помех / О.В. Авдеева, Д.В. Артамонов, С.В. Никулин, А.Д. Семенов // Известия высших учебных заведений поволжский регион. Технические науки. – 2014.– №3.– С.54-64



В.В. Любимов, Е.В. Куркина

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТИ ЗАХВАТА В РЕЗОНАНС АСИММЕТРИЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ В АТМОСФЕРЕ МАРСА

(Самарский университет)

Постановка задачи. Рассматривается задача о неуправляемом спуске космических аппаратов с малой аэродинамической и малой инерционной асимметриями в атмосфере Марса. Следует отметить, что присутствие с малой аэродинамической и инерционной асимметрий может явиться причиной реализации длительного главного резонанса и привести к нештатному увеличению угла атаки. Следовательно, возникает практическая необходимость в расчете вероятности захвата в главный резонанс при входе в атмосферу космического аппарата с малой инерционной и малой аэродинамической асимметриями. Применение метода малого параметра позволяет получить оценку вероятности захвата динамической системы в главный резонанс при атмосферном спуске на Марс космических аппаратов в случае малых углов атаки. Анализ оценки вероятности захвата в резонанс при спуске космического аппарата с малой массовой и аэродинамической асимметриями в атмосфере Марса производился в статье [1]. Цель этой работы состоит в получении результатов численного анализа вероятности захвата в главный резонанс для космических аппаратов с малой инерционной и аэродинамической асимметрий при различных сочетаниях осевых моментов инерции. Предположим, что космические аппараты конической формы, имеют следующие общие параметры и начальные условия движения: масса равна 550кг, высота конуса равна $l=2$ м, скорость входа в атмосферу Марса равна $V(0)=3800$ м/с, начальная высота полета $H(0)=120$ км, угол наклона траектории $\vartheta(0)=-0,02$ рад.

Математическая модель движения. При численном моделировании применяются приближенные квазилинейные уравнения движения космических аппаратов с малой инерционной и аэродинамической асимметриями [2]:

$$\frac{d\omega_x}{dt} = \varepsilon \frac{m^A \omega_{1,2}^2 \alpha^2}{I_x} \sin(2\theta + 2\theta_2), \quad (1)$$

$$\frac{d\alpha}{dt} = \mp \varepsilon \frac{m^A \omega_{1,2} \alpha}{2\omega_a} [2\omega_x - \omega_{1,2}] \sin(2\theta + 2\theta_2) \mp \varepsilon \frac{m^A}{2\omega_a} \cos(\theta + \theta_1) - \varepsilon \frac{\omega \alpha}{2\omega_a^2} \frac{d\omega}{dt}, \quad (2)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega_x - \omega_{1,2} \pm \varepsilon \frac{m^A}{2\alpha\omega_a} \sin(\theta + \theta_1) \pm$$



$$\pm \varepsilon \frac{m^{\Delta} \omega_{1,2}}{2\omega_a} [2\omega_x - \omega_{1,2}] \cos(2\theta + 2\theta_2), \quad (3)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \varepsilon \frac{\omega}{2q} \frac{dq}{dt}. \quad (4)$$

Здесь ε – малый безразмерный параметр, ω_x – угловая скорость космического аппарата относительно оси симметрии, $OXYZ$ - связанная система координат, α – угол атаки, θ – быстрая фаза, $\omega = \sqrt{-m_{zn}^{\alpha} qsl / I}$, $m^A, m^{\Delta}, \theta_1, \theta_2$ – параметры, характеризующие величину и взаимное расположение аэродинамической и инерционной асимметрий, $m^A = \sqrt{(m_1^A)^2 + (m_2^A)^2}$, $m^{\Delta} = \sqrt{(\bar{I}_{yz})^2 + (\Delta\bar{I})^2}$, $m_1^A = -\frac{\omega^2}{m_{zn}} m_{y0}^{\phi} - \bar{I}_{xz} \omega_x^2$, $m_2^A = -\frac{\omega^2}{m_{zn}} m_{z0}^{\phi} + \bar{I}_{xy} \omega_x^2$, $\cos 2\theta_2 = -\frac{\Delta\bar{I}}{m^{\Delta}}$, $\sin 2\theta_2 = -\frac{\bar{I}_{yz}}{m^{\Delta}}$, $m_{y0}^{\phi}, m_{z0}^{\phi}, m_{zn}$ – известные коэффициенты разложения аэродинамических характеристик в степенной ряд по углу атаки, q – скоростной напор, s – площадь ми-делева сечения, $\omega_a = \sqrt{\bar{I}_x \omega_x^2 / 4 + \omega^2}$, $\omega_x - \omega_{1,2}$ – резонансная соотношение частот, I_x, I_y, I_z – осевые моменты инерции аппарата, $\bar{I}_x = I_x / I$, $I = (I_y + I_z) / 2$, I_{xy}, I_{yz}, I_{xz} – центробежные моменты инерции аппарата, $\bar{I}_{xy} = I_{xy} / I$, $\bar{I}_{xz} = I_{xz} / I$, $\Delta\bar{I} = I_z - I_y / I$, $\omega_{1,2} = \frac{\bar{I}_x \omega_x}{2} \pm \omega_a$. Здесь $\omega_{1,2} = \omega_1$ и знак «+» выбираются при $\omega_x > 0$. Если $\omega_x < 0$, то выбираются $\omega_{1,2} = \omega_2$ и знак «-». Главный резонанс в системе (1)-(4) возможен при выполнении равенства $\omega_x - \omega_{1,2} \approx 0$.

Оценка вероятности захвата. Известно [3], что при малых углах атаки α и малом крутящем моменте a вероятность захвата в главный резонанс можно оценить следующим образом:

$$Pr = \frac{2\Phi}{\pi a + \Phi}, \text{ если } \Phi < \pi|a| \quad (5)$$

$$\text{где } \Phi = \pm \frac{2\pi \sqrt{1 - \bar{I}_x}}{\sqrt{\bar{I}_x} (2 - \bar{I}_x)^{3/2}} \omega^2 \sqrt{m^{\Delta} m^A} \cos(\theta_1 - \theta_2) + \\ + \frac{4\alpha}{\sqrt{\bar{I}_x} \sqrt{2 - \bar{I}_x}} \frac{d\omega}{dt} \sqrt{m^{\Delta}} \left(1 - \frac{2(1 - \bar{I}_x)}{(2 - \bar{I}_x)^{3/2}} \right), \quad a = \mp \frac{2(1 - \bar{I}_x)^{1/2}}{2 - \bar{I}_x} \frac{d\omega}{dt}.$$

Численное моделирование. Производилось численное моделирование вероятности захвата в резонанс при различных значениях отношения моментов инерции \bar{I}_x . В процессе численного моделирования вероятности захвата применялась оценка (5). На рисунке 1 показаны результаты расчета частной произ-



водной вероятности захвата в главный резонанс $\frac{\partial \text{Pr}}{\partial \bar{I}_x}$, полученные при различных значениях отношения моментов инерции \bar{I}_x .

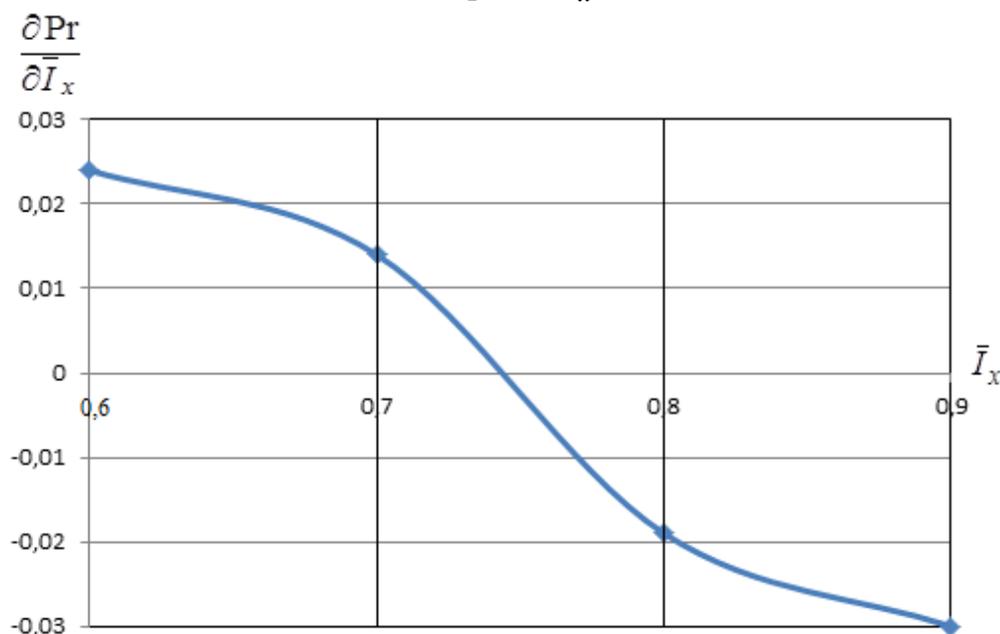


Рисунок 1 – Зависимость производной вероятности захвата в резонанс $\frac{\partial \text{Pr}}{\partial \bar{I}_x}$ от отношения моментов инерции \bar{I}_x

Выводы. Из результатов численного моделирования, содержащихся на рисунке 1 следует, что на практически значимом интервале значений отношения моментов инерции \bar{I}_x имеется два интервала. На интервале $\bar{I}_x \in [0.6, 0.75)$ частная производная $\frac{\partial \text{Pr}}{\partial \bar{I}_x}$ положительна. Таким образом, на указанном интервале вероятность захвата в главный резонанс Pr увеличивается с увеличением отношения моментов инерции \bar{I}_x . Напротив, на интервале $\bar{I}_x \in (0.75, 0.9]$ частная производная $\frac{\partial \text{Pr}}{\partial \bar{I}_x}$ отрицательна. В этом случае вероятность захвата Pr уменьшается с увеличением отношения моментов инерции \bar{I}_x . При $\bar{I}_x \approx 0.75$ вероятность захвата Pr достигает своего максимального значения.

Литература

1. Любимов, В.В. Оценка вероятности захвата в резонанс асимметричного космического аппарата при управляемом спуске в атмосфере Марса [Текст] / В.В. Любимов, Е.В. Куркина // Естественные и технические науки.- М: Спутник+. 2015. №11(89). С. 363-369.
2. Любимов, В.В. Внешняя устойчивость резонансов в динамике полета космических аппаратов с малой асимметрией [Текст] / В.В. Любимов // Самара, Издательство СНЦ РАН. 2013. 276 с.



3. Любимов, В.В. Оценка вероятности захвата в резонанс при движении динамически несимметричного твердого тела в атмосфере [Текст] / В.В. Любимов // Вестник Самарского государственного технического ун-та. Серия физико-математические науки. 2007. № 2. С.110-115.

В.А. Трусов, А.Е. Вершинин, Л.А. Авдоница, В.В. Трусов

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХПРОЦЕССОВ АВТОМАТНО–МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

(Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия)

Известно, что наибольшее распространение в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП) получили следующие методы регулирования: 1) пропорциональный; 2) интегральный; 3) пропорциональный–интегральный; 4) пропорционально–интегрально–дифференциальный и их цифровые аналоги. В АСУ ТП формируется согласно закону регулирования сигнал ε пропорционально ошибке в этих системах. При применении информационных критериев для решения задач регулирования необходимо:

- 1) выбрать информационно–статистический критерий регулирования;
- 2) проанализировать существующие ошибки, возникающие при функционировании АСУ ТП;
- 3) разработать информационно–статистический (ИС) критерий регулирования, основанный на мере информации, свободной от недостатков, присущих современным мерам информации.

Важную роль играет вопрос о корректности постановки задачи. Задача считается поставленной корректно, если ее решение существует единственно и устойчиво относительно малых вариаций исходных данных. Эти задачи решались в работах А.Н. Тихонова, А.М. Лаврентьева, В.В. Солодовникова, В.Л. Ленского и других [1].

Предлагается рассмотреть метод регуляризации, когда на вход системы поступают случайный сигнал и помеха, причем задан допустимый уровень среднеквадратичной ошибки (СКО) этого сигнала, т.е.

$$\bar{\varepsilon}^2 = \sigma_0^2, \quad (1)$$

больший минимально возможного для этой системы. Имеется функционал $I[K(t)]$, определенный для рассматриваемого класса переходных функций $K(t)$. Требуется найти импульсную переходную функцию $K(t)$, минимизирующую функционал $I[K(t)]$ и обеспечивающую заданный допустимый уровень ошибки (1). Таким образом, нужно найти минимум функционала (1), т.е.

$$\min I = \lambda I[k(t)] + \bar{\varepsilon}^2, \quad (2)$$

где λ – множитель Лагранжа.



Если задача минимизации функционала оказывается корректной, то функционал $I[K(t)]$ называется регуляризирующим, а сама задача называется регуляризацией исходной вариационной задачи. Покажем теперь информационное содержание проблемы регуляризации. Рассмотрим метод регуляризации на простом примере.

Пусть на вход системы поступает полезный случайный сигнал $x(t)$ с наложенной на него помехой $n(t)$, так что входной сигнал $\varphi(t)$ есть

$$\varphi(t) = x(t) + n(t), \quad (3)$$

Пусть сигналы $x(t)$ и $n(t)$ являются стационарными, случайными и гауссовскими взаимно некоррелированными процессами с известными корреляционными функциями $R_x(t)$, $R_n(t)$ и равными нулю математическими ожиданиями.

Оптимальная характеристика $K(t)$ должна с минимальным СКО воспроизводить на выходе полезный сигнал, поступающий на вход.

В качестве регулирующего функционала возьмем выражение

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} K^2(t) dt. \quad (4)$$

Задача оптимизации сводится тогда к минимизации функционала

$$I = \lambda \int_{-\infty}^{\infty} K^2(t) dt + \bar{\varepsilon}^2, \quad (5)$$

$$\text{где } \bar{\varepsilon}^2 = R_m(0) + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} R_e(t-\tau) \cdot K(t)K(\tau) dt d\tau - 2 \int_{-\infty}^{\infty} R_m(t)K(t) dt$$

– средний квадрат случайной ошибки;

$$R_\varphi(t) = R_m(t) + R_n(t);$$

λ – множитель Лагранжа.

Необходимым и достаточным условием минимума является интегральное уравнение 2-го рода

$$\lambda K(t) + \int_{-\infty}^{\infty} R_\varphi(t-\tau)K(\tau) d\tau = R_m(t). \quad (6)$$

Решением этого уравнения в частотной области можно представить в виде

$$\varphi(j\omega) = \frac{S_m(\omega)}{S_m(\omega) + S_n(\omega) + \lambda}. \quad (7)$$

Полученное решение (7) удовлетворяет условиям корректности по А.И. Тихонову и численное решение их проще.

Уменьшение динамической точности в процессе регуляризации (7)

$$\sigma_0^2 > \bar{\varepsilon}_{\min}^2, \quad (8)$$

приводит к соответствующему изменению информационных характеристик: увеличивается пропускная способность, уменьшается количество информации от ошибки, увеличивается полоса пропускания.

Следовательно, метод регуляции позволяет упростить задачу физической реализации системы.



Такие методы, использующие идеи регуляризации нашли широкое применение. К основе информационного подхода к управлению лежит стремление учесть специфику работы системы, а именно возникновение динамических погрешностей из-за ограниченности ресурсов.

При этом допускается ошибка (и ее не делают) достаточно малой, что позволяет значительно упростить задачи проектирования АСУ ТП.

При проектировании АСУ ТП различных типов, в том числе и автоматномеханического производства (АСУ ТП АМП) необходимо помимо процесса обработки данных решать и задачу регулирования процессов.

При создании АСУ ТП АМП необходимо проанализировать существующие методы статистического регулирования (СР) процессов обработки деталей. При применении СР существуют следующие методы:

1. Неточность регулировок уровня настройки; форма проявления – изменение параметров распределения вероятностей ошибок регулировки, оцениваемое на основании выборочной проверки по математико – статистическим методам;
2. Ускоренное нарушение уровня настройки; форма проявления – увеличение по абсолютной величине параметров управления, с помощью которого можно аппроксимировать изменение уровня настройки сравнительно с исходным уровнем, также оценивается выборочной проверкой его математико – статистическим методом;
3. Увеличение рассеивания признака качества; форма проявления – увеличение стандарта мгновенного распределения x , по различиям между наблюдательными значениями признаками качества x ;
4. Возрастание интенсивности внешних факторов, смещающих уровень настройки; форма проявления – резкое смещение уровня настройки из-за изменения размера физико-механических характеристик заготовок.

Методы статистического контроля, осуществляющего статистическое регулирование могут быть различными [2].

- 1) Метод расслоения (стратификации);
- 2) Метод диаграмм Парето;
- 3) Диаграмма «причина-результаты»;
- 4) Метод контрольного листка;
- 5) Метод гистограмм;
- 6) Метод контрольных карт;
- 7) Метод поля корреляции (диаграмм рассеяния)

Эти семь методов статистического контроля называют циклом Деминга.

В результате проведенного анализа предлагается выбрать информационно-статистический метод регулирования обработки деталей.

Литература

1. Компьютер и задачи выбора/ Гордеев Э.Н.[и др]. - М. «Наука», 1989,- 206 с.
- 2.Контроль качества с помощью персональных компьютеров/ Макино Т. [и др]. – М. Машиностроение, 1991.–224 с.



Л.В. Липилина

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ТЕЛЕТРАФИКА НА ОСНОВЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ГИПЕРЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫМИ ВХОДНЫМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ

(Поволжский государственный
университет телекоммуникаций и информатики)

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы моделирования трафика с использованием моделей массового обслуживания с гиперэкспоненциальными входными распределениями типа $H_2/H_2/1$, $H_2/M/1$. Проведен обзор достижений в области исследований СМО $G/G/1$ на примере систем СМО с гиперэкспоненциальным законом распределения, а также построения механизма аппроксимации произвольных законов распределений (G) гиперэкспоненциальным распределением.

Ключевые слова. Системы массового обслуживания, гиперэкспоненциальный закон распределения, загрузка сети, среднее время ожидания в очереди.

Введение

В условиях бурного развития информационных технологий на первое место выносится вопрос оценки производительности сети. Возможность интеграции сервисов и повышения качества их предоставления в сети опирается на ее производительность. Однако методам оценки параметров производительности сетей уделяется недостаточное внимание.

В современной научной литературе довольно редко встречаются задачи анализа производительности сетей и, видимо, это связано с отсутствием единой методики для их анализа. Результаты современной теории массового обслуживания ограничены моделями $M/D/1$, $M/M/1$, $M/M/M$, $M/G/1$.

Реальные же трафики в современных компьютерных и телекоммуникационных сетях адекватно не могут быть описаны в рамках указанных моделей, в частности из-за не пуассоновских входных потоков. Для этого необходимо использовать СМО типа $G/G/1$ $G/G/m$, для расчета характеристик которых, аналитические результаты в конечной форме для практического применения не известны.

Описание подхода и анализ исследований

Так как гиперэкспоненциальный закон распределения второго порядка H_2 , с функцией плотности $f(t) = p\lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + (1-p)\lambda_2 e^{-\lambda_2 t}$, содержит три параметра ($0 < p < 1$, $\lambda_1, \lambda_2 > 0$), он позволяет аппроксимировать произвольные входные распределения с весовым хвостом на уровне трех первых моментов. Также этот закон распределения вероятностей случайной величины, имеющий коэффициент вариации, больший единицы и потому востребованный в теории массового обслуживания.

В работе [1] была поставлена задача исследования времени ожидания для СМО $G/G/1$ на примере системы $H_2/H_2/1$, а также построения механизма ап-



проксимации произвольных законов распределений (G) гиперэкспоненциальным распределением.

Для этого был разработан описанный в работе [2] программный механизм аппроксимации произвольных законов распределений гиперэкспоненциальным как на уровне двух первых моментов, так и на уровне трех первых моментов [3].

В работе [1] проведены вычислительные эксперименты над временем ожидания. При этом использован достаточно широкий диапазон изменения параметров трафика, а именно: загрузки системы ρ от 0,1 до 0,9, а коэффициентов вариаций интервалов поступления и времени обслуживания c_λ, c_μ от 2 до 10. Выходными характеристиками являлись: среднее время ожидания \bar{W} и дисперсия времени ожидания.

Анализ результатов экспериментов в этой работе подтверждает квадратичную зависимость времени ожидания и от коэффициентов вариаций интервалов поступления и времени обслуживания. Кроме того, согласно результатам исследования время ожидания резко возрастает с ростом коэффициента загрузки ρ . Относительно моментов высших порядков, исследуемое время ожидания рассматривается при нагрузке ρ от 0,1 до 0,9, при коэффициентах вариаций (c_λ, c_μ) от 2 до 6 с шагом 2 и изменении коэффициентов асимметрии $(A_{s\lambda}, A_{s\mu})$ от 4 до 15. Анализ варьируемых данных показывает, что с ростом коэффициентов асимметрий при одной и той же нагрузке, время ожидания уменьшается.

В работе [4] также рассматривается СМО с гиперэкспоненциальным распределением, а также исследуется влияние третьего момента на среднее время ожидания. Анализ полученных результатов свидетельствует о значимом влиянии третьего момента интервалов времени между заявками в потоке, задаваемого в виде коэффициента асимметрии, на среднее время ожидания заявок в системе, причем с увеличением коэффициента асимметрии среднее время ожидания заявок уменьшается. Эта зависимость особенно сильно проявляется при малых загрузках системы и уменьшается с ее увеличением.

Результаты исследований в данной работе показали, что при значениях загрузки 0,1 времена ожидания при разных коэффициентах асимметрии различаются в несколько раз, а при нагрузке 0,99 эта разница составляет несколько процентов. В области значений загрузки от 0,3 до 0,7, наиболее характерной для компьютерных сетей, эта разница достаточно значительна и составляет десятки и сотни процентов, причем растет с увеличением коэффициента вариации интервалов времени между заявками в потоке.

В работе [5] также ставился вопрос аппроксимации гиперэкспоненциальным законом распределения. В ходе исследования были найдены начальные моменты второго и третьего порядка при различных значениях коэффициента загрузки от 0 до 1 с шагом 0,10. Результаты исследования доказывают точность аппроксимации на уровне трех первых моментов в сравнении с аппроксимацией на уровне двух.



В работе [6] исследуется несколько подходов к моделированию трафика. Сравнительный анализ вероятности задержки в процентном соотношении показывает значительное преимущество метода аппроксимации гиперэкспоненциальным законом распределения на уровне трех моментов.

В работе [7] рассмотрено влияние третьего момента гиперэкспоненциального и гипоекспоненциального распределений времени обслуживания на характеристики системы. Здесь показано, что для входного потока с гиперэкспоненциальным законом H_2 с одним и тем же вторым моментом можно получить разные значения для третьего момента входного потока, то есть распределение интервалов между заявками τ обладает асимметричным законом. Причем, чем больше значение второго момента, тем больше значение третьего момента и их различие.

Данные результаты также согласуются с работой [8], в которой представлено существенное влияние третьего момента (коэффициента асимметрии) интервалов времени между пакетами потока на среднее время ожидания заявок в системе. Как показано в работе [9], с увеличением значения третьего момента среднее время ожидания заявок уменьшается, при этом такая зависимость особенно сильно проявляется при малых нагрузках системы и уменьшается с ее увеличением. Кроме того, полученные в исследованиях автора результаты также хорошо согласуются с результатами двухмоментной аппроксимации [10].

Заключение

В докладе проведен анализ исследований в работах, где автором ставилась задача исследования СМО $G/G/1$ на примере систем с гиперэкспоненциальным входным законом распределения, а также построения механизма аппроксимации произвольных законов распределений (G) с тяжелыми хвостами гиперэкспоненциальным распределением. Гиперэкспоненциальный закон распределения может быть использован для аппроксимации произвольных распределений в случае коэффициента вариации большего 1. Тот факт, что распределение H_2 является трехпараметрическим дает возможность аппроксимации как на уровне двух первых моментов, так и на уровне трех первых моментов. Результаты анализа современных исследований доказывают необходимость выполнения аппроксимации распределения задержки для расчета джиттера с учетом третьего момента в связи с существенным влиянием третьего момента распределения (коэффициента асимметрии) интервалов времени между пакетами потока на среднее время ожидания заявок в системе.

Литература

1. Тарасов В.Н., Липилина Л.В., Карташевский И.В. Исследование задержки в системе $G/G/1$ // Инфокоммуникационные технологии – 2015. - №2. – С.153-158.
2. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф., Липилина Л.В. Автоматизация расчета характеристик систем массового обслуживания для широкого диапазона изменения их параметров // Информационные технологии – 2016. -№12.-С.952-957.
3. Тарасов В.Н., Липилина Л.В. Программный комплекс расчета характеристик систем массового обслуживания типа $H_2/H_2/1$, $H_2/M/1$ и $M/M/1$ с за-



паздыванием во времени // Св-во о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2016612657 от 03.03.2016.

4. Муравьева-Витковская Л.А. Оценка параметров трафика на качество функционирования компьютерной сети с использованием СМО-моделей // ИММОД, 2009. – С.178 -181.

5. Joseph Abate, Ward Whitt. Transient behavior of the M/M/1 queue. Queueing systems 2, 1987. -С 41-65.

6. Geet Jan Franx, Ger Koole, Auke Pot. Approximating multi-skill blocking systems by HyperExponential Decomposition // Perfomance evaluation, 2006. -С 799-824.

7. Нгуен Д.Т. Методы и средства исследования распределенных сетей передачи данных с неоднородным трафиком на основе неэкспоненциальных моделей. Диссертация к.т.н. по спец. 05.13.13. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009.

8. Муравьева-Витковская Л.А. Анализ влияния характера информационных потоков на качество функционирования телекоммуникационной сети // Научно-технический вестник СПб ГИТМО (ТУ). Вып. 6. Информационные, вычислительные и управляющие системы -СПб: СПб ГИТМО(ТУ), 2002. – С. 27-30.

9. Макаренко С.И, Сидорчук В.П., Краснокунский А.В. Методика оценки времени задержки пакета в сети воздушной радиосвязи в условиях нестациональности входного трафика // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2007. Т. 10, № 6. – С.70-74.

10. Кругликов В.К., Тарасов В.Н. Анализ и расчет сетей массового обслуживания методом двумерной диффузионной аппроксимации // Изв. АН СССР Автоматика и телемеханика, 1983, №8. - С.74-83.

С.В. Лукачев, С.С. Каюков, В.В. Бирюк

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ТОПЛИВОПОДАЧИ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ЭНЕРГОУСТАНОВОК

(Самарский университет)

Для тепловых двигателей и энергоустановок летательных аппаратов характерна постановка задач по формированию импульсов впрыска топлива с различными параметрами. Традиционный подход при расчете систем топливоподачи заключается в решении систем уравнений динамики иглы и баланса расхода [1], что является трудоемким вариантом при наличии множества исходных данных. Альтернативой для выполнения расчетов является использование пакетов таких как PTC MathCad, Matlab Simulink. Однако при решении задач связанных с поиском оптимальных параметров проектируемых элементов СТП в данных пакетах сложно реализовать одновременное вычисление одной модели с разным набором комбинаций проектных параметров. Одним из расчетных комплексов в котором возможно осуществить вычисление нескольких



вариантов является ПК ВПРЫСК (МГТУ им. Н.Э. Баумана). Но на рынке предлагаемых пакетов выделяется Siemens LMS Imagine.Lab Amesim [2], основное преимущество которого заключается в принципе быстрого формирования расчетной модели. Расчетная модель компонуется из готовых подмоделей библиотек (гидравлика, механика и т.п.) [3]. Пример структуры подмоделей приведен на рисунке 1.

Данный пакет был использован для исследования распылителя с мало-дифференциальной иглой форсунки СТП [4]. Облик модели представлен на рисунке 2.

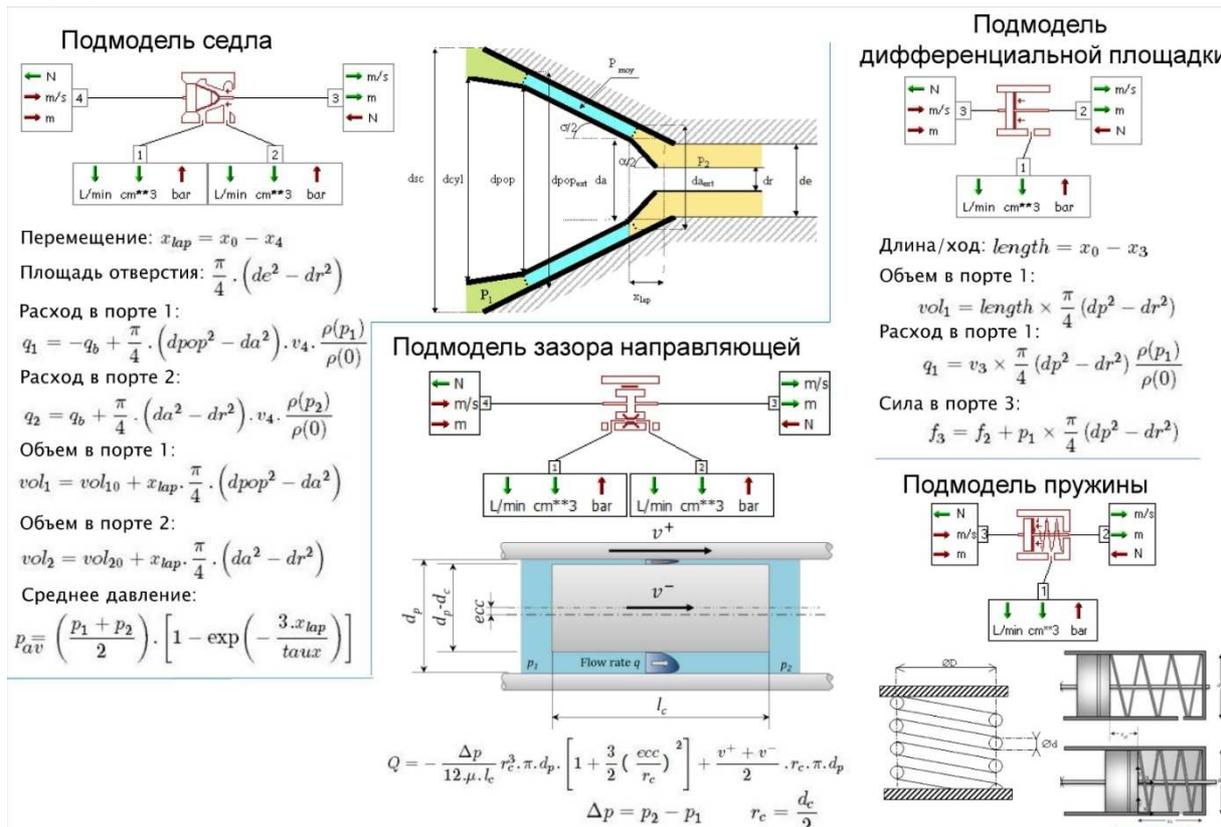


Рисунок 1 – Структура подмоделей в LMS Imagine.Lab Amesim

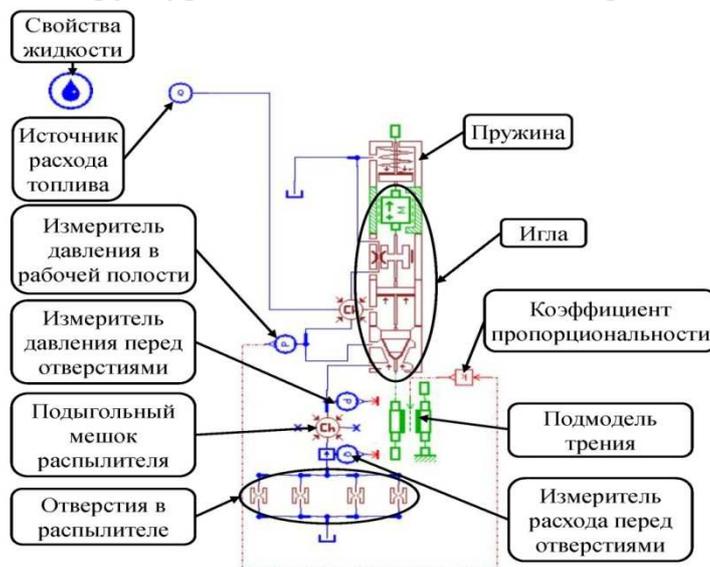


Рисунок 2 – Модель распылителя в LMS Imagine.Lab Amesim



Расчеты вариантов моделей, представляющих собой последовательность шагов по преобразованию серийного распылителя в быстродействующий распылитель с малодифференциальной иглой проводились для пяти значений закона топливоподачи. Для обеспечения возможности сравнения вариантов методика моделирования была дополнена в части оценки качества процесса топливоподачи по результатам моделирования динамики иглы без непосредственного моделирования процессов формирования двухфазных потоков [5]. Методика предполагает включение в модель распылителя блока (рисунок 3) предварительного анализа качества процесса топливоподачи.

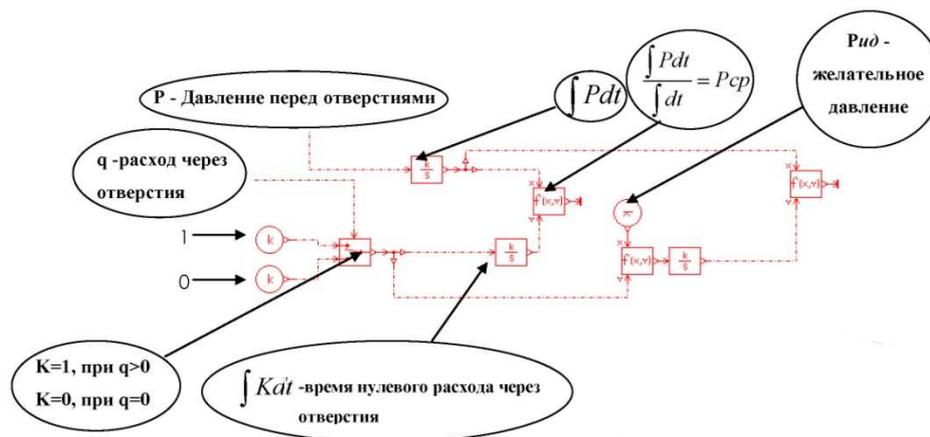
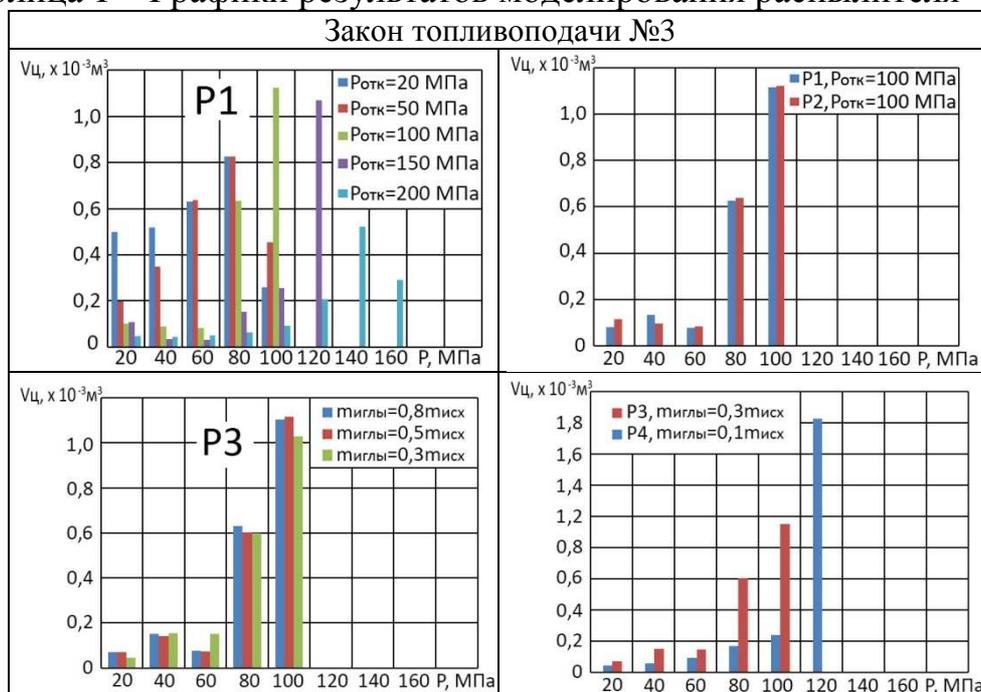


Рисунок 3 – Схема блока вычисления среднего давления перед отверстиями распылителя

Таблица 1 – Графики результатов моделирования распылителя



В результате для моделей были получены распределения цикловой дозы по спектру давлений и изменения величин среднего давления перед отверстиями распылителя. На основании чего были подтверждены преимущества быстродействующего распылителя с малодифференциальной иглой, у которого наблюдается закономерность распыления основной части цикловой дозы на



больших давлениях. В таблице 1 представлены результаты при моделировании с одним из законов топливоподачи.

Таким образом разработанная методика моделирования распылителя закрытого типа в программном пакете LMS Imagine.Lab AMESim обеспечивает возможность одновременного расчета нескольких конфигураций распылителя, а также произвести предварительную оценку качества процесса топливоподачи без непосредственного трудоёмкого трехмерного моделирования процесса формирования двухфазных потоков. Благодаря данной методике следующий глобальный этап проектирования СТП заключающийся в выявлении прогнозируемого поведения факела распыла топлива в программных пакетах вычислительной гидрогазодинамики (CFD) в трехмерной постановке возможно выполнить с меньшими затратами по времени создания вариантов моделей и вычислительным ресурсам.

Литература

1. Лышевский, А.С. Системы питания дизелей [Текст]: учеб. пособие / А.С. Лышевский. – М.: Машиностроение, 1981. – 216 с.
2. LMS Imagine.Lab Amesim. LMS Amesim 14 Tutorial guide [Text], 2015. – 181 p.
3. Гимадиев, А.Г. LMS Imagine.Lab AMESim как эффективное средство моделирования динамических процессов в мехатронных системах [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / А.Г. Гимадиев, П.И. Грешняков, А.Ф. Синяков - Электрон. текстовые и граф. дан. (4,8 Мбайт). – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
4. Каюков, С.С. Методика прогнозирования качества распыления топлива по результатам расчёта динамики элементов систем топливоподачи на основе CALS/ИПИ технологий [Текст] / В.В. Бирюк, С.С. Каюков, А.В. Белоусов, Р.Э. Галлямов // Двигателестроение –2015. – № 2 (260). – С. 15–19.
5. Каюков, С.С. Пути повышения быстродействия форсунок для двигателей внутреннего сгорания (Ways of speed increase for internal combustion engine fuel injectors) / В.В. Бирюк, С.С. Каюков, В.А. Звягинцев, Ю.Д. Лысенко // Research Journal of Applied Sciences 9 (11), – 2014. - С. 721-724.

О.И. Малыхина

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА MATHCAD ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

(Самарский национальный исследовательский университет)

В настоящее время для проведения расчетов на прочность конструкций, подвергаемых различным видам внешних воздействий, золотым стандартом в аэрокосмической отрасли является применение программы инженерного анализа конструкций MSC/Nastran. Использование данной программы в значитель-



ной степени позволяет решить проблему совместимости динамических моделей составных частей конструкции и синтеза единой модели изделия.

Существующие пре- и постпроцессоры (MSC/Patran, Femap и др.) прекрасно справляются с задачей подготовки расчетной модели конструкции, а также с задачей наглядного графического отображения результатов. Однако, в процессе проектировании ракетной техники, возникает необходимость выпуска документации, содержащей результаты расчетов в табличном виде, в формате, определенном нормативной документацией. С этой целью, а также с целью анализа корректности полученных результатов, ставится задача произвольной обработки массивов цифровых данных, полученных в результате расчета. Обработка данных может включать необходимые математические преобразования, изменение форматов и последовательности отображаемых значений, моментальное построение графиков требуемых временных зависимостей, а также эпюр силовых факторов. Ключевым этапом рассматриваемой проблемы является выбор данных, относящихся к отдельным элементам, а также группам элементов модели (сечениям конструкции). Рассматриваемые вопросы, по сути, относятся к области постпроцессорной узкоспециализированной обработки данных, полученных в результате работы программного комплекса MSC/Nastran.

Подлежащие обработке результаты расчета представляют собой набор текстовых файлов, содержание которых предварительно определяется пользователем. Однако расположение данных внутри файлов ограничено набором стандартных форматов вывода, которые возможно задать до начала расчета. Обычно содержимое файлов представляет собой чередование текстовых и цифровых массивов данных. При этом каждый отдельный текстовый массив содержит в себе информацию, необходимую для идентификации следующего за ним массива цифровых данных.

По этой причине, с одной стороны необходимо избавиться от строк, содержащих текст, для возможности дальнейшей обработки массивов с помощью математических операций, а с другой, необходимо сохранить связь данных, заложенных в текстовых массивах с соответствующими им цифровыми массивами. В самом начале файла содержится ряд текстовых строк, содержащих некоторую вводную информацию. Эти текстовые строки практического значения не имеют и должны быть удалены, предпочтительнее всего в автоматическом режиме.

Вся задача по обработке данных распадается на следующие подзадачи: считывание массива исходных данных из текстового файла, структурирование исходного массива данных, это математическая обработка данных, построение графиков и контроль результатов, формирование необходимых результирующих файлов.

С целью структурирования исходного массива данных, первоначально необходимо провести процедуру подсчета данных, заключающуюся в подсчете числа строк содержащих цифровые данные и отдельно числа строк содержащих текстовые данные, а также числа массивов каждого вида.



После проведения процедуры подсчета, организуются циклы присваивания значений элементов массивов. В результате данной процедуры на первом этапе мы получаем два однородных массива данных, один из которых содержит только числовые значения, второй только текстовые данные. Путем дальнейших преобразований мы получаем набора матриц, каждая из которых содержит данные одного типа (относящиеся к одному элементу). В результате дальнейших преобразований массива текстовых данных, выделения из него числовых значений и преобразования текстового формата в числовой, мы получаем отдельный набор числовых матриц. Эти матрицы содержат номера элементов конечно-элементной модели и некоторую сопутствующую информацию. При этом номер матрицы, содержащей описательную информацию, и номер матрицы, содержащей соответствующие результаты расчетов, совпадают.

Затем организуется обращение к нужному массиву данных по номеру элемента конечно-элементной модели, к которому эти данные относятся. Данная возможность используется в дальнейшем для построения необходимых временных зависимостей, эпюр силовых факторов и анализа результатов.

После описанных выше процедур математическая обработка полученных числовых данных не представляет особых трудностей и может проводиться с использованием всех стандартных матричных операции выбранного математического пакета, а если требуется – с помощью организации циклов и математических операций с отдельными элементами массивов.

Для апробации представленной методики разработан ряд программных блоков в математическом пакете MathCad. Выбор данного программного продукта связан, прежде всего, с его большой популярностью, простотой использования, наглядностью отображения вводимых формул и исходных данных, доступностью анализа промежуточных и итоговых результатов вычислений, а также возможность удобного обмена данными с табличным редактором Excel.

Было проведено преобразование данных результатов расчета внутренних силовых факторов полезного груза при эксплуатации в составе ракеты-носителя для 10 различных расчетных случаев.

Размер одного входящего файла результатов расчета программы MSC/Nastran, который подлежал обработке, составлял 18 МБ, он содержал 234 тысячи строк. После преобразования было получено 52 структурированных массива числовых данных, каждый из которых содержал 6 столбцов и 750 строк. Всего было обработано по 10 подобных файлов для каждого расчетного случая. Была организована автоматическая выдача результатов обработки в табличный редактор Excel, а после в текстовый редактор Word, также в автоматическом режиме, для формирования материалов итогового отчета в требуемом формате.

Литература

1. MSC.visualNASTRAN для Windows / С. П. Рычков. – М.: НТПресс, 2004. – 552 с.
2. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows / Д. Г. Шимкович. – М.: Изд-во «ДМК-Пресс», 2001. – 446 с.



3. MATHCAD-2000. Введение в компьютерную математику / О. А. Сдвижков. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2002. – 204 с.

4. Математическое моделирование в MathCad / М. Г. Семененко. – М.: Изд. «Альтекс-А», 2003. – 206 с.

Ю.П. Муха, О. А. Авдеюк, И.Ю. Королева

АКТУАЛЬНОСТЬ СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ С РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ СТРУКТУРОЙ

(Волгоградский государственный технический университет)

В настоящее время очень большое значение получили проблемы синтеза сложных информационно-насыщенных систем. Особенно таких, которые отличаются большим структурным и технологическим разнообразием, а также значительным территориальным распределением. К таким системам относятся, в первую очередь, атомные электрические станции (АЭС). Очевидно, что эффективное решение упомянутых проблем синтеза требует разработки соответствующих моделей, и прежде всего, информационно-технологических.

При этом основными целями являются:

1. Формирование Информационной Модели атомной станции, включающей передачу информации, накопленной на стадиях проектирования, строительства и ввода для целей эксплуатации и обслуживания АЭС, объединенной общей методологией и архитектурой решения на различных стадиях жизненного цикла АЭС.

2. Организация непрерывных процессов управления конфигурацией АЭС.

3. Типизация процессов управления эксплуатацией АЭС, формирование единого отраслевого типового решения для всех действующих и строящихся АЭС.

Например, опыт эксплуатации АЭС с серийным реактором ВВЭР-1000 выявил необходимость, а также широкие возможности совершенствования информационной поддержки оперативного и управляющего персонала. В связи с этим практический и научный интерес представляет совершенствование представления информации о технологическом процессе от штатных для ВВЭР-1000 систем. В том числе и вопросы безопасности. Для получения обобщенной информации с целью мониторинга безопасности АЭС особый интерес представляет:

– Возможность объединения информации, характеризующей состояние энергоблока от различных штатных для ВВЭР-1000 систем (ИВС, СВРК, АКНП, АСКРО) и её представление с помощью современных средств визуализации.

– Создание архива технологической информации от основных штатных систем и инструмента анализа событий на энергоблоке.



– Использование ЛВС АЭС в качестве основы для передачи технологической информации.

– Возможность создания мобильных рабочих мест для обеспечения контроля за состоянием энергоблока со стороны руководства АЭС.

Изложенное определяет разработку, создание и внедрение программно-технического комплекса мониторинга безопасности (ПТКМБ), обобщающего информацию о состоянии безопасности от разных систем АЭС и представляющего её в соответствии с принципами эшелонированной защиты, как актуальную проблему, устранение которой направлено на обеспечение надежной и безопасной работы АЭС.

Для изложения идеологии развивающихся систем в качестве объекта исследования приняты процессы развития программно-технического комплекса мониторинга безопасности (ПТКМБ) Ростовской АЭС.

Основной целью исследования является разработка метода синтеза оптимальной структуры развивающегося ПТКМБ. Для этой цели в процессе синтеза необходимо решать следующие задачи:

1. Проведение анализа информационного пространства, описывающего технологические процессы АЭС.

2. Рассмотрение и критика существующих решений в области передачи и представления технологической информации АЭС.

3. Определение условий развития и критериев оптимальности развития сложной системы (ПТКМБ).

4. Получение графового представления структуры ПТКМБ на каждом из этапов развития.

5. Формирование уравнений развития ПТКМБ.

6. Детализация процессов передачи и представления данных в условиях обеспечения динамического стабильности ПТКМБ в виде системы уравнений преобразования информации.

7. Получение компонентов структурных уравнений преобразования информации, являющихся источниками погрешностей в работе ПТКМБ.

В качестве основных методов исследования целесообразно использовать алгебраическая теория синтеза сложных систем, алгоритмические основы измерений, теория графов.

Отметим, что научная новизна предложенного метода состоит в том, что:

1. Дано определение процесса развития ПТКМБ АЭС как процесса присоединения к его исходной структуре новых структурных компонентов, отражающих аппаратные и алгоритмические изменения.

2. Впервые составлена модель развития ПТКМБ как сложной системы и сформулированы критерии устойчивости процесса развития: алгоритмический, структурный и информационный.

3. Разработана структура ПТКМБ АЭС, существенно отличающегося от подобных систем возможностью наращивания функциональности и состава технических средств.



4. Впервые предложена методика оценка устойчивости развития ПТКМБ при реализации новых функций и при изменении состава технических средств.

5. Определены компоненты алгоритмической подсистемы комплекса для оценки вклада каждого из них в полную методическую погрешность сложной информационно-измерительной системы (ПТКМБ).

Практическая ценность разработанного метода заключается в том, что предложенные приемы проектирования сложной развивающейся информационной системы и критерии оценки оптимума процессов развития позволяют наращивать функциональные возможности реализованного на Ростовской АЭС ПТКМБ, а также обеспечивают возможность его применения на других АЭС, в том числе – с принципиально разными энергоблоками (например, Калининская, Нововоронежская АЭС).

Таким образом, программно-технический комплекс мониторинга безопасности - развивающаяся система, развитие которой обеспечивается процессом изменения алгоритмической части измерительной системы. При этом процесс развития алгоритмической подсистемы ПТКМБ содержит функциональную, структурную и информационную компоненты, а эффективность процесса развития оценивается критериями оптимума развития в форме алгоритмической, структурной и информационной устойчивости.

Литература

1. Муха, Ю.П. Критерии оптимизации развивающихся систем мониторинга / Ю.П. Муха, П.В. Поваров // Изв. ВолгГТУ. Серия "Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь". Вып. 5 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 6. - С. 56-61.

2. Муха, Ю.П. Метод проектирования развивающейся структуры сложной системы мониторинга / Ю.П. Муха, П.В. Поваров // Изв. ВолгГТУ. Серия "Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь". Вып. 5 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 6. - С. 69-76.

3. Муха, Ю.П. Синтез структуры развивающихся телекоммуникационных сетей / Ю.П. Муха, И.Ю. Королева, П.В. Поваров // Глобальная ядерная безопасность. - 2015. - № 4. - С. 63-70.

4. Муха, Ю.П. Алгебраическая теория синтеза сложных систем : монография / Ю.П. Муха, О.А. Авдеюк, И.Ю. Королева; ВолгГТУ. - Волгоград : РПК «Политехник», 2003. - 320 с.

5. Муха, Ю.П. Информационно-измерительные системы с адаптивными преобразованиями. Управление гибкостью функционирования : монография / Ю.П. Муха, О.А. Авдеюк, И.Ю. Королева; ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - 303 с.

6. Муха, Ю.П. Теория и практика синтеза управляющего и информационного обеспечения измерительно-вычислительных систем : монография / Ю.П. Муха, О.А. Авдеюк, В.М. Антонович; ВолгГТУ. - Волгоград : РПК «Политехник», 2004. - 220 с.



Р.Н. Мушарапов, С.В. Смирнова, Э.В. Атаманов

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЕГО РОЛЬ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им.
А.Н. Туполева-КАИ)

Бурный темп развития информационных технологий, связанных со способами и методами применения средств вычислительной техники в различных сферах науки и технике, привел к необходимости выполнения работ различной сложности и направленности в кратчайшие сроки с максимальным результатом. Поэтому при исследовании, разработке и создании различных устройств, применяются компьютерные технологии. Использование многих компьютерных технологий рассматривается как имитация функционирования сложных процессов или объектов. В этом случае устройство или процесс рассматривается как система. Функционирование большинства сложных систем практически невозможно описать аналитически с точностью, необходимой для решения поставленной задачи, для этого используются имитационные модели.

На сегодняшний день имитационное моделирование является одним из самых мощных и универсальных инструментов исследования и оценки поведения реальных систем, которые зависят от воздействия случайных факторов. К таким системам можно отнести летательный аппарат, рынок, дорожное, морское, воздушное движение и пр. Методы имитационного моделирования позволяют собирать необходимую информацию о поведении системы путем создания её виртуальной модели. Затем полученная информация используется для проектирования самой системы.

Поскольку основой имитационного моделирования является метод статических испытаний, наибольший эффект от его применения достигается при исследовании сложных систем, на функционирование которых существенное влияние оказывают случайные факторы [1].

Область применения имитационного моделирования практически не имеет ограничений, будучи универсальным методом научного исследования, имитационные модели могут применяться в самых различных сферах науки и техники.

Можно выделить следующие основные приложения имитационного моделирования в науке и технике [1, 2]:

- если не существует законченной постановки задачи на исследование и идет процесс познания объекта моделирования;
- если характер протекающих в системе процессов не позволяет описать эти процессы в аналитической форме;
- при моделировании сложных технических процессов, используемых в различных производствах;
- при моделировании функционирования изделий и промышленного оборудования различного назначения;



- при проектировании автоматических и автоматизированных линий, роботизированных и конвейерных производств;
- при анализе и оптимизации автоматизированных систем управления, проектирования, информационной поддержки жизненного цикла изделий и комплекса их обеспечений;
- при проектировании и анализе организационно-технической деятельности сложных производственных систем;
- при разработке проектов создания систем массового обслуживания;
- при анализе и планировании организационно-экономических процессов предприятия.

Говоря об использовании имитационного моделирования, нужно учитывать факт его целесообразности применения в той или иной предметной области. Так как имитационное моделирование обладает рядом недостатков, такими как [2]:

- имитационное моделирование весьма дорогостоящий процесс, требующий существенных затрат времени и сил, в некоторых случаях привлечения высококвалифицированных специалистов;
- в процессе моделирования не представляется возможным получить точный результат; при этом оценка точности может быть выполнена путем анализа чувствительности модели к изменению определенных параметров;
- имитационное моделирование в действительности не отражает полного положения вещей; этот факт необходимо учитывать при анализе исследуемого объекта или процесса.

В самом общем случае, вне зависимости от типа моделей (непрерывные и дискретные, детерминированные и стохастические и т.д.), процесс имитационного моделирования предусматривает следующие основные этапы [2]:

- концептуальное моделирование (описание) системы, обеспечивающее выявление ее структуры, т.е. состава, расположения и взаимной связи элементов, составляющих систему, а также выделение особенностей поведения системы в целом;
- разработка или выбор математической модели для описания поведения каждого элементарного блока системы;
- программирование, представляющее собой описание структуры и поведения системы на специализированном языке моделирования с применением средств автоматизации моделирования;
- проведение серии вычислительных экспериментов с компьютерной программой, собственно и представляющей собой имитационную модель;
- обработка и интерпретация численных результатов моделирования.

В заключение, использование имитационного моделирования позволят рассматривать процессы, происходящие в системе на любом уровне детализации, вводить практически любой алгоритм поведения системы. Благодаря чему, на основе полученных данных, можно проводить оптимизацию параметров системы в режиме реального времени.



Литература

1. Гультяев А.К., MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде WINDOWS / Практическое пособие. Изд-во: Наука, 1990. – 285 с.
2. Черепашков А.А., Носов Н.В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – Волгоград: Издательский Дом «Ин-Фолио», 2009. – 640 с: илл.
3. Духанов, А. В. Имитационное моделирование сложных систем: курс лекций / А. В. Духанов, О. Н. Медведева; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 115 с.

Д.Ф. Муфаззалов, В.С. Фетисов

ДИСПЕТЧИРОВАНИЕ ПОЛЕТОВ ГРУППЫ МУЛЬТИКОПТЕРОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Все большее применение для выполнения различных задач находят малые беспилотные летательные аппараты вертолетного типа – мультикоптеры. Наиболее типичные задачи для них: мониторинг стационарного локализованного объекта с применением видеокамер и различных датчиков; доставка заказчикам небольших; химическая обработка сельскохозяйственных участков, военные задачи по уничтожению наземных целей и т.д. Однако мультикоптеры, которые, как правило, являются электрическими аппаратами с питанием от перезаряжаемых аккумуляторов, способны находится в полете 30-40 минут, не более. Поэтому для качественного обслуживания объекта в общем случае необходимо использовать группу аппаратов, способных при необходимости заменять друг друга, и которые через определенное время полета должны уходить на специальную сервисную площадку для зарядки (замены) аккумулятора [1].

Система управления такой группой мультикоптеров должна обеспечивать рациональное расписание полетов между сервисными станциями и объектами, а также их правильное обслуживание на сервисных станциях. Предположительно сервисные станции должны работать автоматически и кроме функции подзарядки питания в общем случае они могут выполнять операции погрузки-выгрузки контейнеров, пополнения химреактивами, боеприпасами и т.д. Координирование полетов осуществляется наземной станцией, представляющей собой информационно-измерительную и управляющую систему, работающую на основе оперативной информации, получаемой с каждого борта по радиоканалам. Расписание (последовательность вылетов) должно быть оптимальным в определенном смысле. Критерий оптимальности может быть комплексированным. Задача усложняется тем, что параметры мультикоптеров (такие как энергоемкость бортового аккумулятора, аэродинамические параметры и связанные



с ними энергетические и временные затраты) в общем случае различны. Они изменяются во времени и зависят от различных внешних факторов, в первую очередь от погодных условий. Даже если используются аппараты одного типа, в процессе их эксплуатации накапливаются различия в энергоемкости аккумуляторов, что обязательно нужно учитывать при формировании расписания вылетов, т.к. в связи с индивидуальными изменениями энергоемкости различными будут и интервалы времени, затрачиваемые на полет до объекта и обратно, возможное время дежурства и время зарядки на сервисной станции. Таким образом, адаптивное выстраивание оптимального расписания полетов – это комбинаторная задача. Как известно, для решения такого рода задач можно успешно применять генетические алгоритмы [2].

Все многообразие сервисных задач, выполняемых мультикоптерами, можно свести к следующим 4 обобщенным случаям (во всех случаях используется множество мультикоптеров, распределенных по зарядным станциям или сосредоточенных на одной):

- 1) Один объект обслуживания, одна зарядная станция;
- 2) Множество объектов обслуживания, одна зарядная станция;
- 3) Один объект обслуживания, множество зарядных станций;
- 4) Множество объектов обслуживания, множество зарядных станций.

Для иллюстрации применения генетических алгоритмов в управлении полетами группы аппаратов остановимся на первом случае. Задача оптимизации расписания полетов решалась для группы из N мультикоптеров, которые должны выполнять дежурство (видеомониторинг) над объектом, находящимся на расстоянии S от сервисной станции в течение времени T . Обслуживание аппаратов на сервисной станции сводится к зарядке аккумулятора. При контроле этого процесса определяется реальное значение энергоемкости аккумулятора C . В общем случае количество используемых аппаратов N может быть больше или меньше минимально необходимого количества N_n , обеспечивающего непрерывное дежурство над объектом. В наших исследованиях N выбиралось несколько большим N_n , но и в этом случае при неудачном выборе последовательности вылетов возможны перерывы в мониторинге объекта.

Цикл работы одного i -го мультикоптера выглядит следующим образом:

- τ_{Fi} (Forward) – время на перелет от зарядной станции до объекта;
- τ_{Oi} (Object) – время дежурства на объекте;
- τ_{Bi} (Backward) – время на перелет от объекта до зарядной станции;
- τ_{Ci} (Charging) – время зарядки аккумулятора.

Аппарат не может вылететь с зарядной станции до окончания цикла зарядки. Во время дежурства какого-либо аппарата на объекте τ_{O1} следующий должен вылететь ему на смену заранее, с учетом времени полета τ_{F2} , таким образом, чтобы по возможности не образовывался перерыв в мониторинге объекта (рис.2).

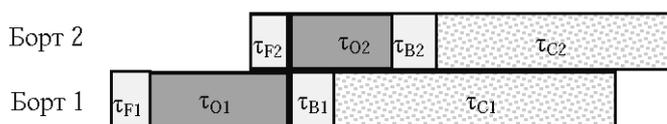


Рис.2. Схема сопряжения двух соседних вылетов

Аппараты и соответствующие им рабочие циклы пронумерованы. Комбинации подбираются случайным образом, но должно выполняться условие полной зарядки любого аппарата до его вылета. Если к моменту смены дежурства полностью заряженных аппаратов нет, то образуется пауза, связанная с ожиданием завершения процесса зарядки аппарата, наиболее близкого к его окончанию. В зависимости от варианта расписания суммарное время перерывов мониторинга τ_G за период T может быть различным.

Было предложено полученные комбинации – последовательности, составленные из номеров аппаратов, рассматривать в качестве хромосом для реализации генетического алгоритма, который позволяет достаточно быстро находить оптимальную комбинацию вылетов для текущей ситуации. Т.е. в нашем случае применяется небинарный алфавит: удобнее кодировать гены натуральными числами из конечного ряда, представляющего собой номера аппаратов. В качестве функции пригодности рассматривалось суммарное время перерывов мониторинга τ_G .

Наборы временных параметров τ_{Fi} , τ_{Oi} , τ_{Bi} , τ_{Ci} рассчитываются для каждого периода T по моделям, разработанным и корректируемым исходя из следующих зависимостей:

- 1) времена полета τ_{Fi} , τ_{Bi} , а также время дежурства τ_{Oi} зависят от энергоемкости аккумулятора C , аэродинамических параметров аппарата, расположения объекта относительно зарядной станции, скорости и направления ветра;
- 2) время зарядки аккумулятора аппарата τ_{Ci} на зарядной станции зависит от энергоемкости аккумулятора C . Предположительно ток зарядки выбирается всегда номинальным, и процесс зарядки не форсируется;
- 3) энергоемкость аккумулятора C сложным образом зависит от всей предыстории его работы (количества циклов заряда-разряда, токов заряда и разряда, условий работы и хранения), а также текущей температуры. Определение реальной энергоемкости производится в каждом цикле зарядки каждого аппарата. Этот параметр передается в систему управления для коррекции полетных моделей.

Таким образом, задача выстраивания оптимального расписания полетов в виде конечной последовательности номеров летательных аппаратов решается с помощью генетического алгоритма, в котором обычные операции отбора, скрещивания и мутации хромосом дополнены операцией проверки очередного добавляемого в выстраиваемую хромосому гена (номера аппарата) на завершенность процесса зарядки.

Описанный алгоритм был реализован в специально разработанной про-



грамме, которая позволяет выбирать лучшую хромосому (последовательность номеров аппаратов). Для сравнения в программу заложен также тривиальный алгоритм сплошного перебора вариантов.

Вычислительный эксперимент, результаты которого представлены в табл.1, был проведен для следующих исходных данных и параметрах алгоритма: количество аппаратов – 5 (их временные параметры τ_{Fi} , τ_{Oi} , τ_{Bi} , τ_{Ci} были назначены сходными с таковыми для реально существующих мультикоптеров); длина хромосом варьировалась от 5 до 7 генов; размер популяции составлял 5 хромосом.

Таблица. 1. Результаты вычислительного эксперимента

Длина хромосомы	Алгоритм оптимизации	Время вычисления	Наилучшая хромосома
5	Сплошной перебор	0,12 с	45132
		0,12 с	45132
	Генетический алгоритм	6,5 с	15234
		14,1 с	45132
6	Сплошной перебор	27 с	542132
		49 с	542132
	Генетический алгоритм	5,2 с	542132
		11,3 с	124351
7	Сплошной перебор	2 ч 37 м	3512435
		Более 3 ч	3512435
	Генетический алгоритм	27 с	3512435
		31 с	3512345

Как видим, по времени вычисления генетический алгоритм сравним со сплошным перебором только при небольшой длине хромосом, а уже при длине хромосомы в 7 генов он радикально быстрее. Для более длинных хромосом длительность сплошного перебора оценить уже невозможно, а длительность генетического алгоритма меняется незначительно.

Генетический алгоритм, адаптированный для оптимизации полетов мультикоптеров с зарядной станции на объект дежурства и обратно, вполне пригоден для практического применения. В некоторых случаях результат поиска отличается от наилучшего решения (см. крайнюю правую колонку табл.1), что говорит о необходимости более тщательной настройки параметров алгоритма (выбор точки деления хромосом при скрещивании, вероятности мутации и др.).



Литература

1. Fetisov V., Dmitriyev O., Neugodnikova L., Bersenyov S., Sakayev I. Continuous monitoring of terrestrial objects by means of duty group of multicopters // Proceedings of XX IMEKO World Congress "Metrology for Green Growth", 9-14 Sept. 2012, Busan, Republic of Korea. P.86.

2. Батищев Д.И., Неймарк Е.А., Старостин Н.В. Применение генетических алгоритмов к решению задач дискретной оптимизации: учебное пособие. Нижний Новгород: НГУ, 2007. – 85 с. <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2007/15.pdf>

Д.А. Николаева

ОЦЕНИВАНИЕ ОШИБКИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА ПРИ НАЛИЧИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДАТЧИКОВ

(Самарский государственный университет путей сообщений)

В настоящее время роботы-манипуляторы являются неотъемлемой частью в промышленном производстве, т.к. обусловлены качественными показателями. Основной задачей манипуляционных роботов является перемещение в пространстве предметов с целью выполнения определенных производственных задач. Промышленный робот может работать в круглосуточном режиме без потери качества выполняемых работ, что не присуще человеку, так же оптимальное использование производственных площадей, позволяет снижать затраты на аренду. Точность работы без влияния человеческого фактора позволяет снизить процент брака продукции. Все эти условия способствуют окупаемости купленной робототехники за короткий промежуток времени, и, как следствие, последующее увеличение прибыли.

В работе рассматривается робот - манипулятор, предназначенный для транспортировки заготовок шаровых мельниц. Технологическая схема робота – манипулятора представлена на рисунке 1.

Робот-манипулятор состоит из четырех подвижных звеньев: звено 1, звено 2, звено 3 и звено 4. Звено 1 – захватное устройство. Состоит из цилиндра, головки поршня и штока. Звено 2 – подвижное механическое звено, движение которого осуществляется в плоскости ОУ. Оно содержит два гидравлических привода, которые осуществляют поднятие/опускание звена 1, углом не более 90 градусов. Звенья 1 и 2 соединены между собой подвижными пластинами. Звено 3 – подвижное механическое звено, которое осуществляет вращательное движение по оси У. Оно содержит два гидравлических привода, которые осуществляют поднятие/опускание звена 1 и 2, углом не более 120 градусов. Звенья 3 и 2 соединены также как и звенья 1 и 2 подвижными пластинами. Звено 4 – подвижное механическое звено (платформа), которое осуществляет поворот робота-манипулятора на угол 330 градусов.

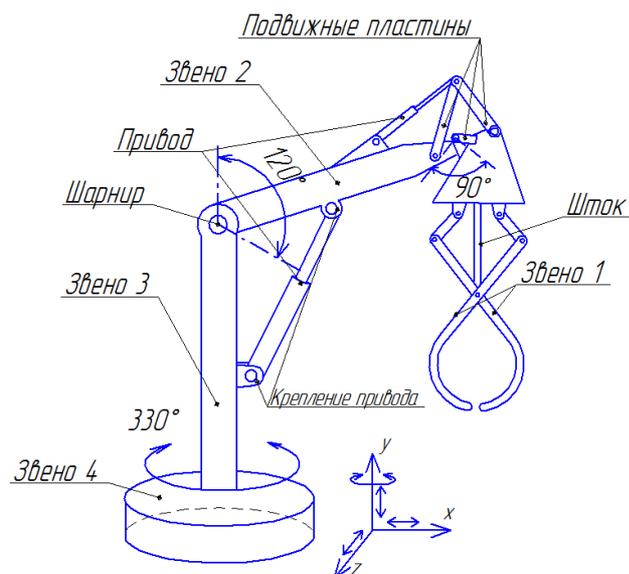


Рисунок 1 - Технологическая схема робота – манипулятора

Робот - манипулятор должен четко выполнять поставленные задачи, для этого следует учесть погрешность используемых датчиков, так как любое отклонение может привести к нарушению цикла работы конструкции. Решив прямую задачу кинематики, получили матрицы преобразования для звеньев.

Матрица преобразования для сочленения 1:

$$T_i^{(1)} = \begin{pmatrix} \cos \theta_i^{(1)} & 0 & \sin \theta_i^{(1)} & 0 \\ \sin \theta_i^{(1)} & 0 & -\cos \theta_i^{(1)} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Матрица преобразования для сочленения 2:

$$T_i^{(2)} = \begin{pmatrix} \cos \theta_i^{(2)} & -\sin \theta_i^{(2)} & 0 & 3.54 \cos \theta_i^{(2)} \\ \sin \theta_i^{(2)} & \cos \theta_i^{(2)} & 0 & 3.54 \sin \theta_i^{(2)} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Матрица преобразования для сочленения 3:

$$T_i^{(3)} = \begin{pmatrix} \cos \theta_i^{(3)} & 0 & \sin \theta_i^{(3)} & 0 \\ \sin \theta_i^{(3)} & 0 & -\cos \theta_i^{(3)} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Перемножив полученные матрицы, получим координаты схвата без учета помех:



$$T_i = \begin{pmatrix} C_i^{(1)} C_i^{(2)} C_i^{(3)} - C_i^{(1)} S_i^{(2)} S_i^{(3)} & S_i^{(2)} & C_i^{(1)} C_i^{(2)} S_i^{(3)} - C_i^{(1)} S_i^{(2)} C_i^{(3)} & 3.54 C_i^{(1)} C_i^{(1)} \\ S_i^{(1)} C_i^{(2)} C_i^{(3)} - S_i^{(1)} S_i^{(2)} S_i^{(3)} & -C_i^{(2)} & S_i^{(1)} C_i^{(2)} S_i^{(3)} + S_i^{(1)} S_i^{(2)} C_i^{(3)} & 3.54 C_i^{(2)} S_i^{(1)} \\ C_i^{(2)} S_i^{(3)} + S_i^{(2)} C_i^{(3)} & 0 & S_i^{(2)} S_i^{(3)} + C_i^{(2)} C_i^{(3)} & 3.54 S_i^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где $C_i^{(k)} = \cos(\theta_i^{(k)})$, $S_i^{(k)} = \sin(\theta_i^{(k)})$, $k=1,3$.

При наличии погрешностей в датчиков значения углов будут наблюдаться с погрешностью:

$$\tilde{\theta}_i^{(k)} = \theta_i^{(k)} + \xi_i^{(k)},$$

где $\xi_i^{(k)}$ -помеха наблюдения с $E(\xi_i^{(k)}) = 0$, $E(\xi_i^{(k)})^2 = \sigma_k^2$, E - оператор математического ожидания.

Разложим функции $\cos(\theta_i^{(k)})$, $\sin(\theta_i^{(k)})$ в ряд Тейлора и линеаризуем, полученные уравнения, тогда ошибка будет иметь:

$$\tilde{T}_i - T_i = \begin{pmatrix} A_i^{(11)} & A_i^{(12)} & A_i^{(13)} & A_i^{(14)} \\ A_i^{(21)} & A_i^{(22)} & A_i^{(23)} & A_i^{(24)} \\ A_i^{(31)} & 0 & A_i^{(33)} & A_i^{(34)} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} A_i^{(mk)} = & a_i^{(mk1)} \xi_i^{(1)} + a_i^{(mk2)} \xi_i^{(2)} + a_i^{(mk3)} \xi_i^{(3)} + a_i^{(mk4)} (\theta_i^{(1)} \xi_i^{(2)} + \theta_i^{(2)} \xi_i^{(1)} + \xi_i^{(1)} \xi_i^{(2)}) + \\ & + a_i^{(mk5)} (\theta_i^{(1)} \xi_i^{(3)} + \theta_i^{(3)} \xi_i^{(1)} + \xi_i^{(1)} \xi_i^{(3)}) + a_i^{(mk6)} (\theta_i^{(2)} \xi_i^{(3)} + \theta_i^{(3)} \xi_i^{(2)} + \xi_i^{(2)} \xi_i^{(3)}) + \\ & + a_i^{(mk7)} (\theta_i^{(1)} \theta_i^{(2)} \xi_i^{(3)} + \theta_i^{(1)} \theta_i^{(3)} \xi_i^{(2)} + \theta_i^{(2)} \theta_i^{(3)} \xi_i^{(1)} + \theta_i^{(2)} \xi_i^{(3)} \xi_i^{(1)} + \theta_i^{(1)} \xi_i^{(3)} \xi_i^{(2)} + \theta_i^{(3)} \xi_i^{(1)} \xi_i^{(2)} + \\ & + \xi_i^{(1)} \xi_i^{(2)} \xi_i^{(3)}). \end{aligned}$$

На основе матрицы (2) в работе были получены выражения для дисперсий ошибок по координатам x, y, z в зависимости от углов поворота. Полученные результаты могут быть использованы при оценке ошибки позиционирования вызванной погрешностью датчиков, а также алгоритмов уточнения координат на основе нелинейного метода наименьших квадратов и его рекуррентных модификаций.

Литература

1. Кацюба О.А., Козлов Е.В. Оценивание параметров многосвязных линейных динамических систем разного порядка при наличии помех во входных и выходных сигналах в условиях априорной неопределенности// Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2010. № 1 (26). С. 52-59.



2. Ivanov D.V., Katsyuba O.A. Recurrent identification of autoregression in the presence of observation noises in output signal // International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON-2009; Proceedings International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON-2009. sponsors: Russian Found. Basic Res. RBFR proj. 09-07-06004, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Radar R and D. Tomsk, 2009. С. 79-82.

Ю.С. Порохненко, П.Н. Полежаев

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИМУЛЯТОРОВ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

(Оренбургский государственный университет)

В настоящее время всё больше развиваются технологии облачных систем, которые имеют особое значение для информационно-технологической сферы. Облачные вычисления – это модель, подразумевающая предоставление повсеместного сетевого доступа к ресурсам по требованию. Использование таких систем дает возможность снизить расходы на построение ЦОД, покупку серверного оборудования и программных продуктов. Учитывая постоянно растущий спрос на облачные системы, весьма актуальной проблемой является разработка эффективных алгоритмических решений по планированию виртуальных машин и программных сервисов внутри них, по их миграции между серверами. Для исследования их производительности и масштабируемости может быть использовано моделирование облачных вычислений, реализуемое с помощью подходящих инструментов.

Симуляция представляет собой подход, при котором смоделированный процесс выполняется в рамках модели вычислительной среды. Подобный метод позволяет многократно повторять испытания и достичь большого количества результатов на основе различных условий. В итоге можно оценить поведение системы в различных ситуациях. Примерами средств симуляции могут служить CloudSim [1], NetworkCloudSim [2], MDCSim [3], SPECI [4], iCanCloud [5], GreenCloud [6], DCSim [7].

В ходе исследования необходимо выбрать симулятор, который подходит для решения следующих задач в рамках проводимой НИР: разработка эффективных алгоритмов планирования виртуальных машин для ресурсных центров коллективного доступа, создание эффективных алгоритмов миграции виртуальных машин.

CloudSim представляет собой средство симуляции, которое поддерживает базовый набор функций облака, таких как очереди заданий/задач, обработки событий, создание облачных объектов, обеспечение связи между объектами и т.д. [1]. Данный набор библиотек позволяет тестировать приложения в повторяемой и контролируемой среде, настраивать приложения перед их развёртыванием в облаке, экспериментировать с различными значениями рабочей на-



грузки и производительности для разработки и тестирования методов выделения ресурсов для приложений.

Стоит выделить отдельно следующие дополнения симулятора: NetworkCloudSim, которое позволяет масштабировать сеть и обобщать модели приложения [1], и MDCSim, дающее пользователю возможность анализировать и прогнозировать параметры, которые связаны с аппаратной частью центров обработки данных (ЦОД) [1].

SPECI – инструмент моделирования с открытым исходным кодом, позволяющий исследовать поведение и масштабирование больших ЦОД [2]. Типичный процесс моделирования включает в себя три сценария. Первый генерирует набор файлов свойств, по одному для каждой комбинации параметров конфигурации, которые должны быть смоделированы. SPECI принимает такой файл в качестве входных данных, после чего выполняется моделирование (второй сценарий), и запись значений основных показателей в файл. Третий сценарий используется для пост-обработки после моделирования и для объединения содержимого множества выходных файлов в один, с помощью которого можно анализировать данные статистически, рассчитывать средние значения и доверительные интервалы, и, наконец, строить графики.

iCanCloud представляет собой платформу для моделирования и симуляции облачных вычислительных систем [3]. Основная функция iCanCloud – прогнозирование и нахождение компромисса между стоимостью и производительностью данного набора приложений, выполняемого на определенном оборудовании, с последующим предоставлением пользователям полезной информации о затратах.

GreenCloud – симулятор для моделирования энергетического обеспечения ЦОД облачных систем [4]. Данный сервис может использоваться для разработки новых решений мониторинга, перераспределения ресурсов, а также планирования и оптимизации рабочей нагрузки. Решение, управляемое через Horizon DaaS от VMware, упрощает развертывание и управление безопасной виртуальной средой рабочего стола. В настоящее время он имеет возможность сохранять только единую среду вместо нескольких отдельных рабочих станций. Основными преимуществами симулятора являются: быстрая адаптация новых пользователей, возможность сделать существующие компьютеры более эффективными, гибкость при переключении между мобильными устройствами и настольными компьютерами, продление срока службы существующих настольных аппаратных средств, соответствие требованиям безопасности, доступ с любого поддерживаемого устройства.

DCSim – симулятор виртуального центра обработки данных, используется для работы с IaaS-системами [5]. В DCSim центр обработки данных состоит из набора взаимосвязанных хостов, управляемых с помощью набора политик управления. Каждый хост состоит из менеджера ресурсов (занимается локальным распределением ресурсов), планировщика CPU (решает, как виртуальные машины будут работать), и модели питания (определяет, сколько энергии потребляется хостом в любой момент времени). DCSim поддерживает операции



управления виртуальной машиной, такие как живая миграция и репликация. Потребности в ресурсах для каждой виртуальной машины в DCSim определяются динамически с помощью приложения, которое изменяет уровень ресурсов.

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика симуляторов.

У каждого из симуляторов есть документация.

Таблица 1. Сравнительная характеристика симуляторов

Название	IaaS	SaaS	Документация	Виртуальная сеть	PaaS	GUI	Язык	Хранилища данных
CloudSim	+	+	+	+	+	Ограниченная	Java	+
SPECI	+	+	+	-	+	Ограниченная	Java	-
GreenCloud	+	+	+	+	-	Ограниченная	C++	+
iCanCloud	-	-	+	-	-	Полная	OMNet, C++, MLP	-
DCSim	+	-	+	-	-	Отсутствует	C++, XML	-
NetworkCloudSim	-	-	+	+	-	Отсутствует	Java	-
MDCSim	-	-	+	-	-	Отсутствует	C++, Java	-

CloudSim и SPECI поддерживают модель PaaS, они же, как и GreenCloud, поддерживают модель SaaS. iCanCloud – единственный симулятор, который имеет полноценный графический интерфейс, он же поддерживает большее количество языков программирования по сравнению с остальными сервисами. Симуляция виртуальной сети возможна с помощью CloudSim, GreenCloud и NetworkCloudSim. По результатам анализа можно сделать вывод, что CloudSim является самым многофункциональным симулятором, который подходит для решения поставленных задач по разработке эффективных алгоритмических решений для облачных систем.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект №16-29-09639), Президента Российской Федерации, стипендии для молодых ученых и аспирантов (СП-2179.2015.5).

Литература

1. Calheiros, R. CloudSim: a toolkit for modeling and simulation of cloud computing environments and evaluation of resource provisioning algorithms / Calheiros R. N., Ranjan R., Beloglazov A., De Rose C. A., Buyya R. // Software: Practice and Experience. – 2011. – Т. 41. – №. 1. – с. 23-50.



2. Sriram, I. SPECI, a simulation tool exploring cloud-scale data centres //IEEE International Conference on Cloud Computing. – Springer Berlin Heidelberg, 2009. – с. 381-392.

3. Núñez, A. iCanCloud: A flexible and scalable cloud infrastructure simulator / A. Núñez, J. Vázquez-Poletti, A. Caminero, G. Castañé, J. Carretero, I. Llorente //Journal of Grid Computing. – 2012. – Т. 10. – №. 1. – с. 185-209.

4. Liu, L. GreenCloud: a new architecture for green data center / L. Liu, H. Wang, X. Liu, X. Jin, W. He, Q. Wang, Y. Chen //Proceedings of the 6th international conference industry session on Autonomic computing and communications industry session. – ACM, 2009. – с. 29-38.

5. Tighe, M. DCSim: A data centre simulation tool for evaluating dynamic virtualized resource management / M. Tighe, G. Keller, M. Bauer, H. Lutfiyya // 8th international conference on network and service management (cnsm) and 2012 workshop on systems virtualization management (svm). – IEEE, 2012. – с. 385-392.

К.А. Протасов

ЖУРНАЛ КОНСТРУКТИВНЫХ ЗАМЕЧАНИЙ В РТС WINDCHILL С КОНТРОЛЕМ СРОКОВ ИСПОЛНЕНИЯ ЧЕРЕЗ СЭД DOCSVISION

(Акционерное общество «Ракетно-космический центр «Прогресс»)

В АО «РКЦ «Прогресс» единое конструкторско-технологическое информационное пространство построено с помощью PLM-системы (Product Lifecycle Management – Управление Жизненным Циклом Изделия) РТС Windchill (Parametric Technology Corporation – наименование компании-производителя Windchill, Creo, Mathcad, Arbortext и др.), в которой происходит управление всеми инженерными данными, разработанными в Creo, КОМПАС, Ansys, ЛОГОС, Лоцман, Вертикаль, АСУП и др. [1].



Рисунок 1 Задания на контроле на главной странице корпоративного портала АО «РКЦ «Прогресс»



Задания на контроле (3)

Задание: **OK** На особом контроле **!** Высокой важности **⌚** Периодическое **➡** Перенесено
Период: 20.01.2017 8:11:21
19.02.2017 23:59:59

Шифр	№ документа, дата	Пункт	Подпункт	Приложение	Раздел	Пункт приложения	Позиция	Срок исполнения	Контролер
66	№400/16-2 от 30.12.2016							Пн 23.01.2017	0891
Зарегистрировать договор с ООО НКФ Дельта-информ									
57	№951 от 20.07.2016	5	4					Пн 23.01.2017	0915
Провести полную годовую инвентаризацию расходов будущих периодов									
57	№745 от 09.08.2012	3						Ср 15.02.2017	0046
Предоставлять отчет и пояснительную записку о причинах отклонений фактических значений от плановых в о.2864, 2...									

Рисунок 2 Задания на контроле на корпоративном портале предприятия, страница «Подробнее»

Нетехнический документооборот организационно-распорядительных документов на предприятии осуществляется в СЭД (Системе Электронного Документооборота) Docsvision с контролем сроков исполнения через специальный модуль «УАКИД» (Учёт и Автоматизированный Контроль Исполнения Документов). Каждому пользователю, просматривающему корпоративный портал АО «РКЦ «Прогресс», «УАКИД» отображает только те задания, которые его подразделение должно выполнить к указанному сроку (рисунки 1, 2).

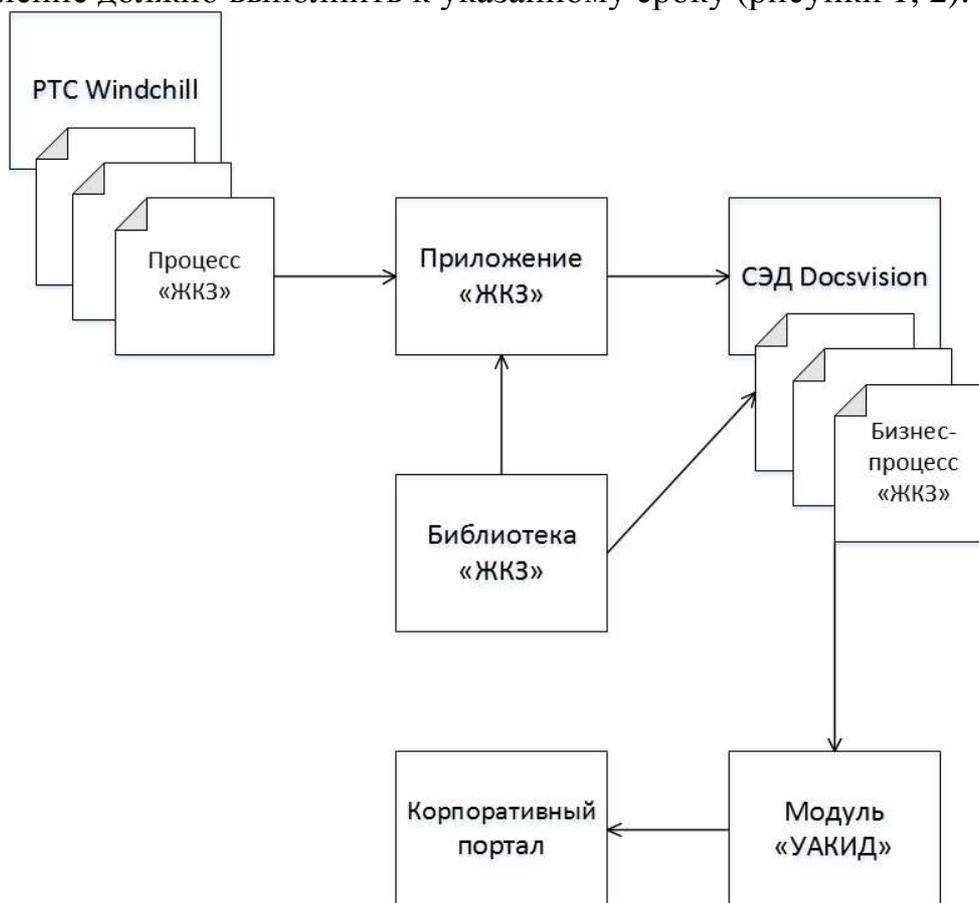


Рисунок 3 Блок-схема взаимодействия PTC Windchill и СЭД Docsvision в рамках проекта «ЖКЗ»



Естественным продолжением внедрения электронного документооборота на предприятии стал проект перехода от бумажной формы «Журнала конструктивных замечаний» (ЖКЗ – журнал для записи технологами цехов замечаний к изделиям с целью последующего их рассмотрения и устранения конструкторами-разработчиками) к ведению его в системе PTC Windchill на основе специально разработанного процесса «ЖКЗ», состоящего из стандартных компонентов Windchill и программных модулей на языке Java, с контролем сроков устранения замечаний через модуль «УАКИД» в СЭД Docsvision (рисунок 3).

В рамках проекта «ЖКЗ» были разработаны:

- процесс «ЖКЗ» в PTC Windchill;
- приложение «ЖКЗ» на C# для вызова его из процесса «ЖКЗ» в PTC Windchill с целью взаимодействия с СЭД Docsvision;
- dll-библиотека (dynamic link library – динамически подключаемая библиотека) «ЖКЗ» на C# для использования её приложением «ЖКЗ» и бизнес-процессом «ЖКЗ» в СЭД Docsvision;
- бизнес-процесс «ЖКЗ» в СЭД Docsvision для создания заданий по ЖКЗ и постановки их на контроль через «УАКИД» с отображением этих заданий на корпоративном портале предприятия;
- регистрационная карточка документа «ЖКЗ» в СЭД Docsvision.

Внедрение в АО «РКЦ «Прогресс» проекта по ведению ЖКЗ в электронном виде с «УАКИД» по срокам исполнения позволит

- усилить контроль качества продукции;
- автоматизированно управлять внесением изменений в конструкторскую документацию по выявленным замечаниям;
- сократить затраты на перемещения сотрудников между цехами и отделами предприятия;
- использовать существующий парк вычислительной техники и программного обеспечения без дополнительных затрат на их приобретение.

Литература

1. Канчер, Г.С. Необходимость внедрения нового подхода к выпуску эксплуатационной документации на предприятиях ракетно-космической промышленности [Текст] / Г. С. Канчер, О. В. Космодемьянская // Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космической техники» (IV Козловские чтения) (14-18 сентября 2015 года, г. Самара); под общ. ред. А.Н. Кирилина/СамНЦ РАН – Самара, 2015. – Т. 2. – С. 232–235. – Библиогр.: с. 234.



И.А. Прошин, В.С. Николаев, Е.Н. Салмов

МЕТОДИКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И КОМПЛЕКС ПРОГРАММ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

(Пензенский государственный технологический университет,
ООО «Маяктрансэнерго», г. Пенза)

Проведение научных исследований и выполнение комплексной оценки, как эффективности функционирования, так и моделирования технологических машин с использованием трансмиссионного или многодвигательного электропривода при различных режимах работы [1, 2] в условиях интегрированного комплекса сетевых автоматизированных лабораторий (ИКСАЛ) [3 – 5] обуславливает необходимость создания программных средств моделирования технологических машин, обеспечивающих возможность их комплексного исследования в динамических и статических режимах.

Данная работа направлена на создание методики научных исследований и комплекса программ компьютерно-имитационного моделирования ленточных машин в различных условиях функционирования и при разных способах организации привода в рамках ИКСАЛ.

В качестве критериев оценки приняты эффективность смешивания волокон, количество затрачиваемой энергии, коэффициент полезного действия, выравнивающая способность машины. Созданная методика исследований основана на выполнении множественных моделирований для различных типов электропривода, алгоритмов управления и режимов работы, реализуется на базе комплекса программ (рисунок 1) и включает в себя совокупность следующих этапов.

1. Задают параметры волокнистого материала на входе машины и целевые характеристики продукции.

2. Для каждого вала технологических узлов ленточной машины выбирают диапазон нагрузок, определяемый максимальным моментом инерции рабочих органов подсистем транспортировки, трансформации и укладки ленты.

3. Для каждой секции, исходя из предполагаемых условий эксплуатации, задают набор допустимых типов электродвигателей (ЭД) и вентильных преобразователей.

4. Выбирают критерий эффективности выбора режимов работы, алгоритма управления и типа системы управления.

5. Для заданной многосекционной электромеханической системы проводят моделирование динамических и статических режимов при вариации алгоритмов управления в различных режимах работы машины с трансмиссионным и многодвигательным электроприводом с расчётом полной и полезной мощности, КПД, параметров волокнистой массы.

6. Результаты моделирования, сведённые в матрицы, сохраняют в базу



данных и представляют в графическом виде с оценкой эффективности алгоритмов управления динамическими режимами по заданным критериям.

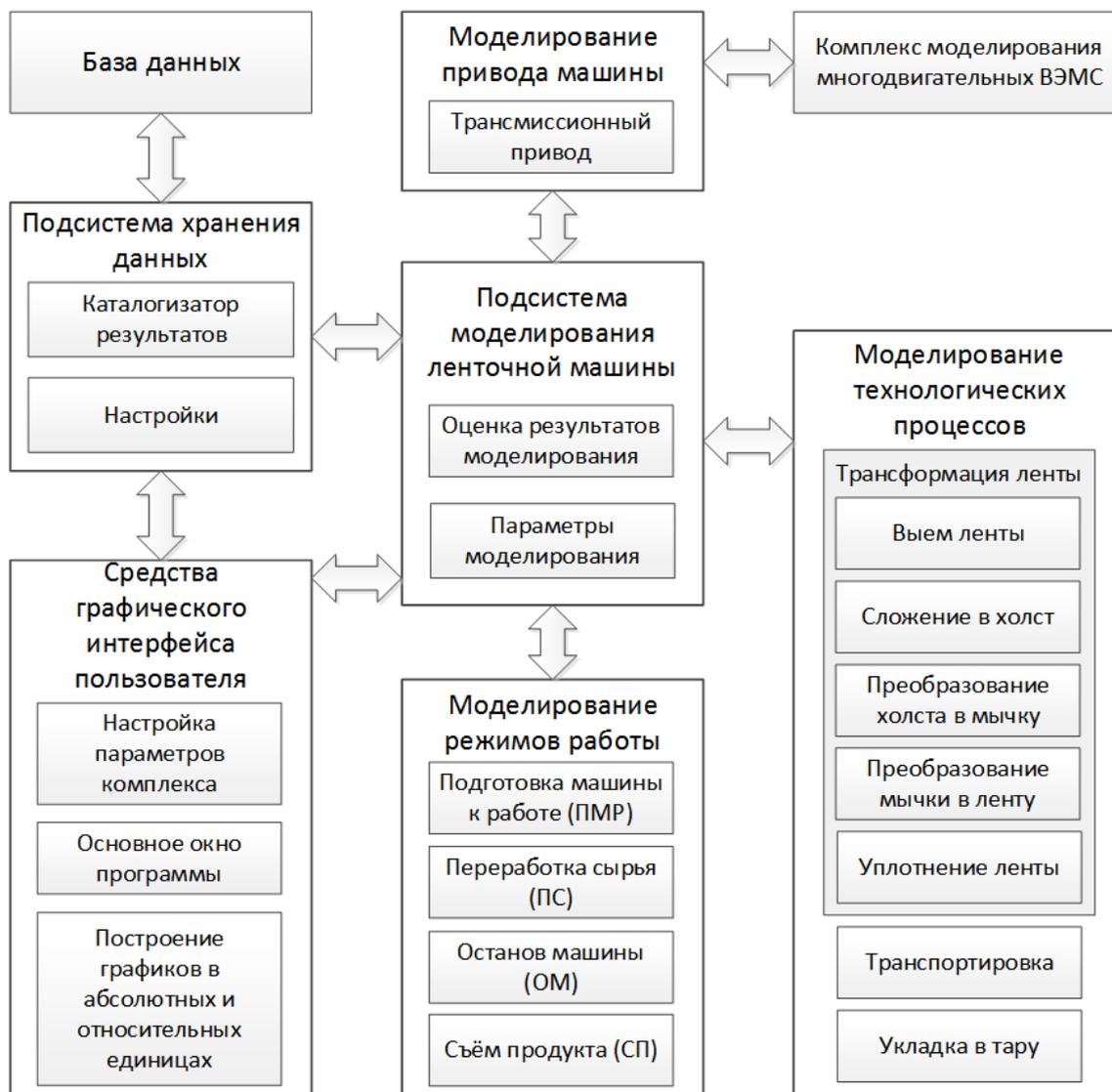


Рисунок 1 – Структура комплекса программ

Выполнение исследования на базе предлагаемой методики математического моделирования ленточных технологических машин обуславливает предъявляемые к комплексу программ следующие требования: моделирование в различных режимах работы ленточной машины; моделирование технологических процессов в пространстве параметров преобразуемой волокнистой массы; моделирование технологической машины при различных подходах в организации привода; рассмотрение ленточной машины как сосредоточенной системы; представление переменных в моделях в относительных единицах; графическая визуализация результатов моделирования; механизмы хранения и систематизации полученных данных; открытость для информационного обмена с другими программами; возможность наращивания функциональности; возможность дальнейшей обработки результатов исследований.



Структура комплекса программ (рисунок 1) включает в себя подсистемы: графического пользовательского интерфейса; хранения данных; моделирования ленточной машины; моделирования режимов работы; моделирования технологических процессов; моделирования приводов машины (взаимодействует с комплексом моделирования многодвигательных ВЭМС [6]).

Примеры моделирования представлены на рисунках 2 и 3. При этом на рисунках 2.в. и 2.г показана зависимость силы протаскивания от плотности волокнистой ленты $T_L = 3 \div 5$ г/м и диаметра калиброванного отверстия уплотнителя $D_{\text{вых}} = 2 \div 4$ мм, при длине калибровочных отверстия $x_1 = 8$ мм и $x_1 = 12$ мм соответственно.

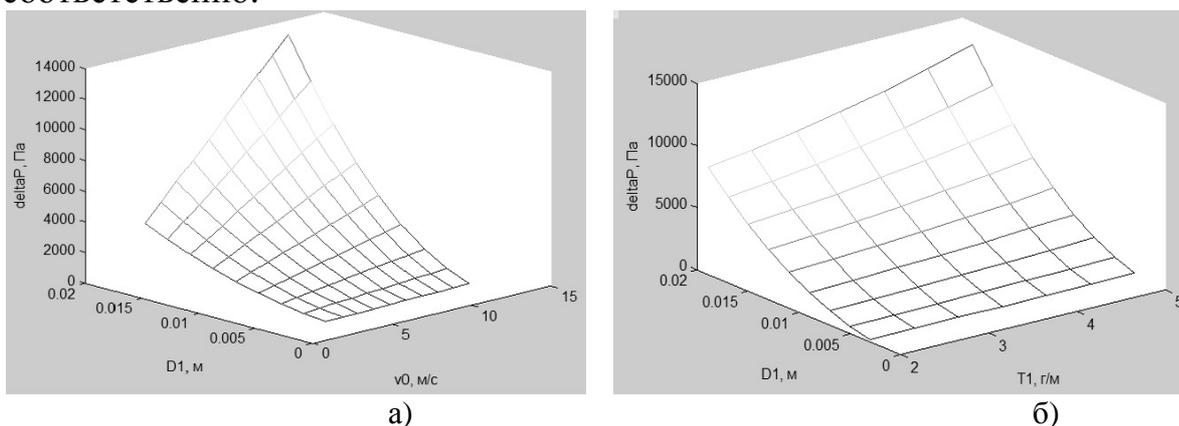


Рисунок 2 – Графики зависимости избыточного давления ΔP от диаметра ленты D_{ex} ($D1$), (в скобках показано обозначение на графике), и от:

- а) скорости движения ленты v_x ($v0$), при $T_L = 4$ г/м;
- б) плотности волокнистой ленты, $T_L(T_1)$, при $v_x = 10$ м/с

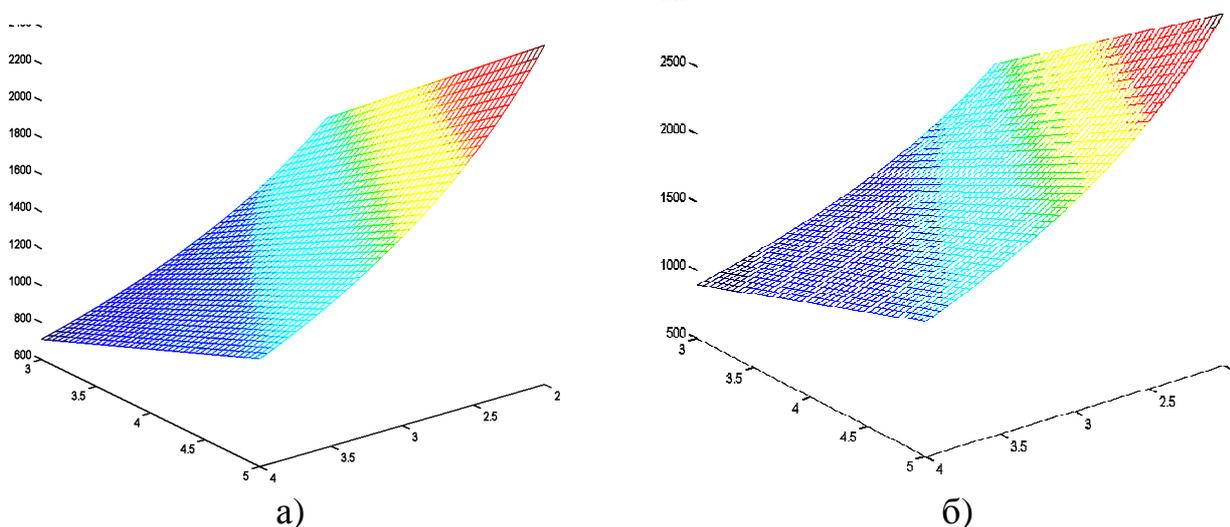


Рисунок 3 – Зависимость силы протаскивания от плотности волокнистой ленты

Разработанные методика и комплекс программ моделирования технологических процессов ленточных машин в динамических режимах объединяет исследования и оценку эффективности работы машины при организации электропривода в виде трансмиссионного или многодвигательного.



Литература

1. Николаев В.С., Волков В.В., Прошин И.А. Особенности имитационного моделирования технологической машины на примере ленточной машины для хлопка. Известия вузов «Технология текстильной промышленности». Иваново: Изд. Ивановского гос. Политехн. Университета, 2015, – № 1. – С.139-143.
2. Николаев В.С. Моделирование условий функционирования ленточной машины. Научно-методический журнал «XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс»: Научное периодическое издание. Серия: Технические науки. Пищевые производства. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., Выпуск № 06 (10), 2013, С. 94-98
3. Прошина Р.Д., Прошина Е.С., Салмов Е.Н. Интегрированный комплекс компьютерно-имитационного моделирования электромеханических систем. XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: периодическое научное издание. Пенза: Изд. Пенз. гос. технол. университета, 2013. – №12(16). – С. 95–101.
4. Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Интегрированный электромеханический комплекс // В мире научных открытий. – Красноярск, 2010.– № 4-8. – С. 27-30.
5. Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Программная платформа для построения интегрированного комплекса сетевых автоматизированных лабораторий (ИКСАЛ) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара, 2009.– Т.11. – № 5-2. – С. 531-536.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015614543. Программный комплекс моделирования многосвязного электропривода. Правообладатель: Салмов Е.Н. Авторы: Прошин И.А., Прошин Д.И., Салмов Е.Н. Заявка № 2015610651 от 10.02.2015 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 20.04.2015 г.

О.Б. Ратников

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(АО «Радиозавод», г. Пенза)

Для эффективного использования системы поддержки принятия решений (СППР) при функционировании организационно-технической системы специального назначения (ОТССН) необходимо иметь ее адекватную математическую модель [1]. В качестве начального этапа математического моделирования целесообразно провести теоретико-множественную формализацию ОТССН (рисунок).

На рисунке сплошными линиями обозначены прямые связи, а пунктирными линиями – обратные связи. Посредством прямых связей осуществляется



доставка информации управления, а посредством обратных связей – информации состояния.

Теоретико-множественное представление j -й ОТССН имеет следующий вид [2]:

$$S_j = U_{S_j} \cup P_{S_j} \cup R_{S_j} \cup O_{S_j}, \quad (1)$$

где S_j - ОТССН;

U_{S_j} - подсистема управления;

P_{S_j} - подсистема поражения;

R_{S_j} - подсистема разведки;

O_{S_j} - подсистема обеспечения.

Взаимодействие подсистемы управления с каждой из подсистем можно представить в виде ориентированных ациклических графов (отсутствие циклов по связям управления):

- $H_{S_j,PU} = \langle P_{S_j} \cup U_{S_j}, E_{PU} \rangle$ - граф взаимодействия подсистемы поражения с подсистемой управления с множеством дуг подчиненности $E_{PU} \subseteq (P_{S_j} \cup U_{S_j}) \times U_{S_j}$;

- $H_{S_j,RU} = \langle R_{S_j} \cup U_{S_j}, E_{RU} \rangle$ - граф взаимодействия подсистемы разведки с подсистемой управления с множеством дуг подчиненности $E_{RU} \subseteq (R_{S_j} \cup U_{S_j}) \times U_{S_j}$;

- $H_{S_j,OU} = \langle O_{S_j} \cup U_{S_j}, E_{OU} \rangle$ - граф взаимодействия подсистемы обеспечения с подсистемой управления с множеством дуг подчиненности $E_{OU} \subseteq (O_{S_j} \cup U_{S_j}) \times U_{S_j}$.

Подсистема управления представляет собой иерархию, т.е. является управляющей множеством элементов каждой из подсистем, если любой элемент из множества U_{S_j} имеет подчиненные элементы и найдется элемент, которому подчинены все элементы подсистем [3].

Множественное представление подсистемы управления имеет следующий вид:

$$U_{S_j} = \bigcup_{l=1}^{L_j} U_{IS_j}, \quad (2)$$

где U_{IS_j} - множество элементов l -го уровня подсистемы управления:

$$U_{IS_j} = \{u_{z_l}\}, \quad z = 1, \dots, Z_l,$$

где u_{z_l} - z -й элемент, представляющий собой структуру типа «активная звезда», l -го уровня подсистемы управления:

$$u_{z_l} = \{u_{zlm}\}, \quad m = 1, \dots, M_{z_l},$$

где u_{zlm} - m -й периферийный элемент, входящий в z l-ю структуру;

M_{z_l} - число периферийных элементов z l-ой структуры;

Z_l - число структурных элементов подсистемы управления на l -м уровне;

L_j - число уровней управления в подсистеме управления j -й ОТССН.

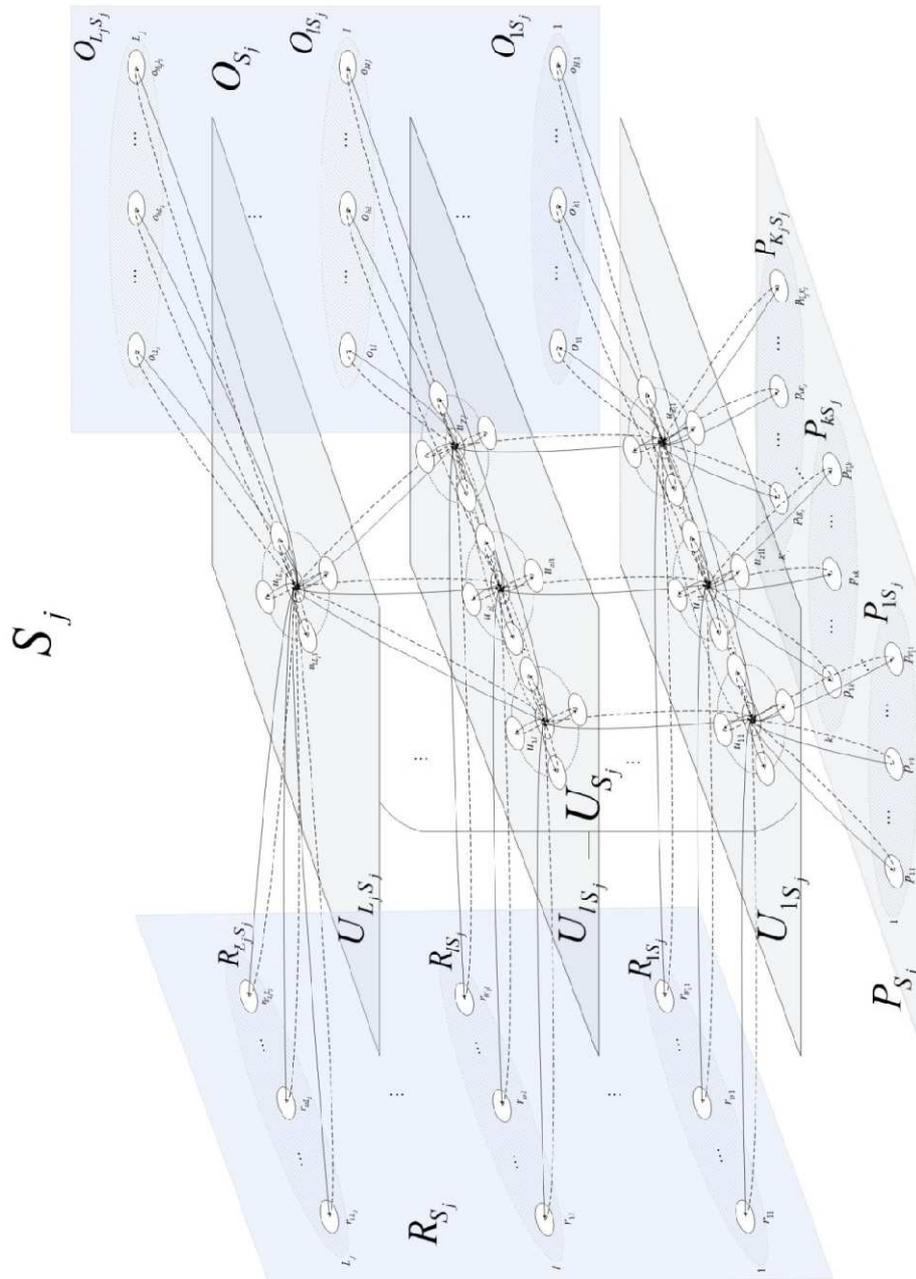


Рисунок – Формализация ОТССН



Уровни иерархической подсистемы управления j -й ОТССН находятся в соответствии друг с другом (см. рисунок). Множество композиций соответствий имеет следующий вид:

$$G_{S_j} = \bigcup_{l=1}^{L_j-1} [G_{(l+1)S_j} \circ G_{lS_j}], \quad (3)$$

где G_{lS_j} - соответствие элементов смежных уровней иерархии:

$$G_{lS_j} \subset U_{(l+1)S_j} \times U_{lS_j}.$$

Подсистема поражения является одноуровневой структурой и ее можно представить в следующем виде:

$$P_{S_j} = \bigcup_{k=1}^{K_j} P_{kS_j}, \quad (4)$$

где P_{kS_j} - множество элементов k -й группы подсистемы поражения:

$$P_{kS_j} = \{p_{vk}\}, \quad v = 1, \dots, V_k,$$

где p_{vk} - v -й элемент k -ой группы подсистемы поражения;

V_k - число элементов подсистемы поражения в k -ой группе;

K_j - число групп элементов поражения в подсистеме поражения j -й ОТССН.

Подсистема разведки является многоуровневой (число уровней в общем случае равно числу уровней иерархии подсистемы управления) и ее можно представить в следующем виде:

$$R_{S_j} = \bigcup_{l=1}^{L_j} R_{lS_j}, \quad (5)$$

где R_{lS_j} - множество элементов l -го уровня подсистемы разведки:

$$R_{lS_j} = \{r_{wl}\}, \quad w = 1, \dots, W_l,$$

где r_{wl} - w -й элемент l -го уровня подсистемы разведки;

W_l - число элементов подсистемы разведки на l -м уровне.

Подсистема обеспечения является многоуровневой (число уровней в общем случае равно числу уровней иерархии подсистемы управления) и ее можно представить в следующем виде:

$$O_{S_j} = \bigcup_{l=1}^{L_j} O_{lS_j}, \quad (6)$$

где O_{lS_j} - множество элементов l -го уровня подсистемы обеспечения:

$$O_{lS_j} = \{o_{hl}\}, \quad h = 1, \dots, H_l,$$

где o_{hl} - h -й элемент l -го уровня подсистемы обеспечения;

H_l - число элементов подсистемы обеспечения на l -м уровне.

Таким образом, теоретико-множественное представление ОТССН является начальным этапом разработки математической модели ее функционирования для эффективной реализации функций СППР.



Литература

1. Козлов, А.Ю. Информационная поддержка принятия решений при управлении организационно-технической системой [Текст] / Современные информационные технологии. Выпуск №10 // А.Ю. Козлов, Р.А. Стройков. – Пенза: ПГТА, 2009. – с. 84...85.
2. Ерусалимский, Я.М. Дискретная математика: теория, задачи, упражнения. 3-е издание [Текст]. – М.: Вузовская книга, 2000. – 280 с.
3. Губко, М.В. Математические модели оптимизации иерархических структур [Текст]. – М.: ЛЕНАНД, 2006. – 264 с.

Н.В. Решетникова, И.Г. Криволапчук

СИСТЕМА ТОРМОЖЕНИЯ С ОПТИМИЗАЦИЕЙ ОСВОБОЖДЕНИЯ ВПП

(Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения)

Высокая загруженность крупных аэропортов является одной из серьезных проблем современной гражданской авиации. Анализ трафика наиболее загруженных аэропортов[1] показывает, что достаточно часто их деятельность происходит с временными соотношениями близкими к минимально допустимым. В особенности это проявляется при выполнении посадочных операций, так как здесь взаимное влияние воздушного и наземного трафика выражено более сильно.

Согласно федеральными авиационными правилами США (документ Ю 7110.65) минимальный продольный интервал на посадочной прямой для воздушных судов (ВС) среднего класса установлен равным 3 nm (навигационным милям). Российские нормативные документы[2] устанавливают минимально допустимую дистанцию 5 км, что составляет примерно 2.7 nm. Во временном выражении интервал для диапазона скоростей захода на посадку 230÷270 км/ч составляет 65÷80 с. За это время ВС должно приземлиться, закончить торможение и освободить взлётно-посадочную полосу или уйти на минимально допустимую дистанцию от входного порога на момент прохода над ним следующего ВС. В случае невыполнения перечисленных условий посадка очередному борту будет запрещена. Очевидно, что для исключения сбоев на завершающем участке полёта необходимо каким-то образом оптимизировать движение ВС на этапе пробега и освобождения взлётно-посадочной полосы. Так как регламентирующие документы УВД не предполагают вмешательство диспетчера на этом этапе, решение проблемы возлагается на экипаж или системы управления ВС.

Рассмотрим часть инфраструктуры аэродрома, связанной с посадкой, пробегом и последующим рулением. Для региональных аэропортов со сравнительно низкой интенсивностью полётов характерна конфигурация, показанная на рис.1а. В этом варианте единственная взлетно-посадочная полоса (ВПП) соединяется одной-двумя рулёжными дорожками (РД) с перроном. Рулёжные до-



рожки также могут располагаться вблизи торцов ВПП, образуя петли для разворота ВС и для возможного ожидания освобождения ВПП. Отличительной чертой аэропортов с интенсивным движением является наличие так называемых магистральных рулѐжных дорожек (МРД), располагающихся параллельно ВПП и служащих для быстрого перемещения ВС (рис.1б). Если для обычных РД разрешенная скорость руления составляет 10-20 км/ч, то для магистральных РД разрешенная скорость руления составляет 50-60 км/ч. Магистральная дорожка соединена с ВПП рядом соединительных РД в местах наиболее вероятного окончания пробега. Часть РД выполняется в виде так называемых скоростных, давая возможность освободить ВПП на повышенной скорости.

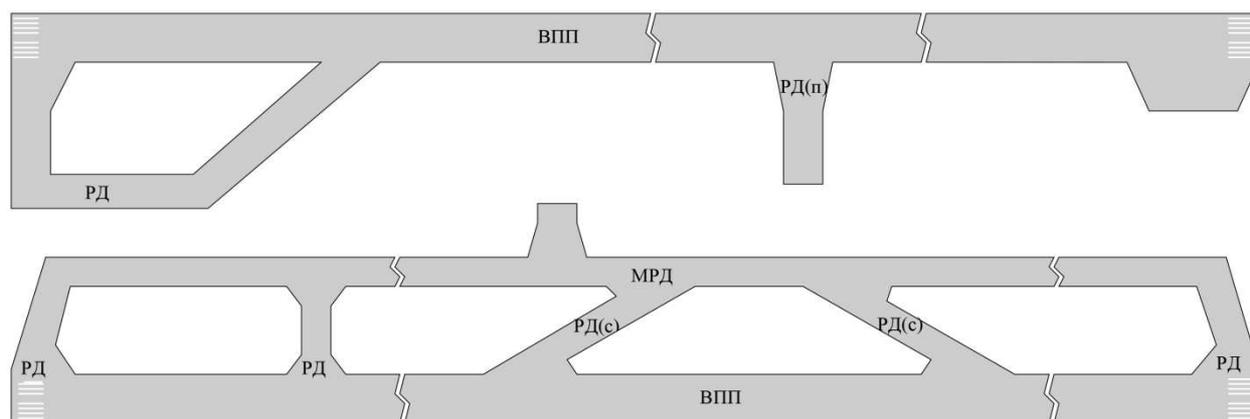


Рис. 1. Элементы инфраструктуры аэродрома

Таким образом, решение задачи по оптимизации движения ВС на пробеге может быть сведено к обеспечению возможности достижения требуемой скорости вблизи от точки соединения РД с ВПП. Наиболее распространенные в настоящий момент системы автоматического торможения не обеспечивают такой возможности. Алгоритм их работы сводится к поддержанию заданного фиксированного значения замедления для зарубежных систем[3] (3-4 ступени для ВС типа Boeing 737 или Airbus A320) или торможению с максимальным развиваемым замедлением при ограничении давления в тормозной магистрали для отечественных (2-3 уровня для ВС Ту-2х4 и Ту-334). Для получения нужного результата требуется система, реализующая торможение по некоторой программе, формируемой при посадке на конкретную ВПП. Создать такую программу – профиль торможения – возможно только на основе информации о положении ВС относительно выходов на РД. Следовательно, необходима интеграция системы управления торможением с основной системой самолѐтовождения[4,5]. Имеющаяся в этой системе навигационная база позволит получать информацию о расположении РД, а средства позиционирования – о положении ВС относительно этих дорожек.

Структура предлагаемой системы представлена на рис.2. На рисунке приняты следующие обозначения: САТ – селектор-датчик системы автоматического торможения, БУИ – блок управления и индикации, КСЭИС – индикатор комплексной системы электронной индикации и сигнализации, СГП – оборудо-



вание системы глобального позиционирования, ВСС – вычислительная система самолетовождения, БОС – блок оценки и селекции, БРКЗ – блок расчета и коррекции замедления, К – коммутатор задатчика замедления, БУТ/АБ – блок управления торможением и антиблокировочная система, КТ – колесные тормоза, ИОС – инерциальная опорная система.

Как видно из рисунка, система состоит из трёх функциональных секций: контура управления торможением с системой предотвращения блокировок колёс, вычислительной системы, формирующей программу торможения, и интерфейса с экипажем. Основное отличие от существующих систем состоит в интеграции системы торможения и ВСС.

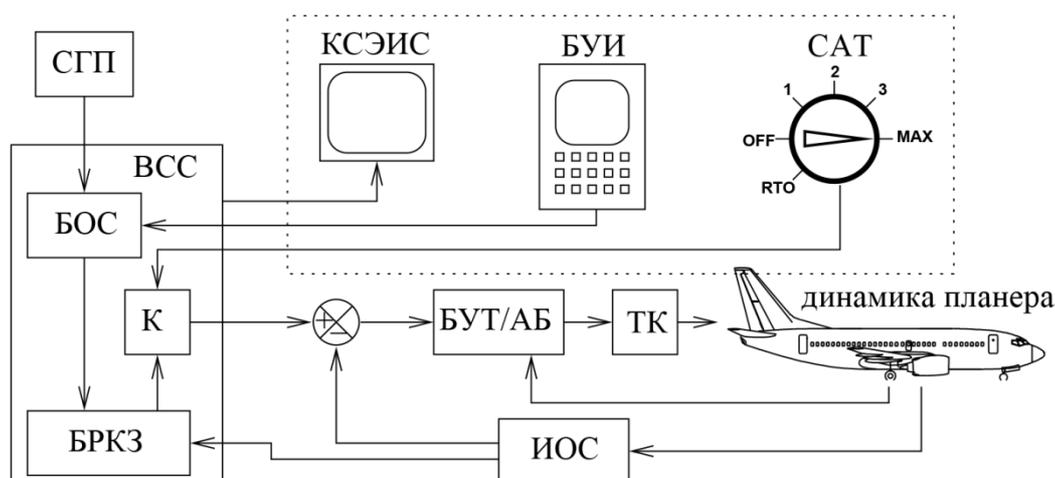


Рис. 2. Структура системы автоматического торможения

Для построения профиля торможения необходимо определить границы допустимых значений ускорения. При определении нижней границы будем рассматривать процесс торможения как равноускоренное (равнозамедленное) движение, используя базовые уравнения движения. Тогда величина минимального потребного ускорения будет определяться выражением

$$a_{\text{потрmin}} = -\frac{V_{HT}^2 - V_P^2}{2L_m},$$

где V_{HT} – скорость начала торможения, V_P – скорость руления, L_m – дистанция торможения, определяемая по координатам самолета, получаемым основным полетным компьютером от систем спутниковой и инерциальной навигации, и координатам точек начала руления из навигационной базы данных. В качестве верхней границы допустимых ускорений может быть принято минимальное из трёх значений: ускорение, определяемое задатчиком системы автоматического торможения; максимально допустимое ускорение по условиям комфорта пассажиров; максимальное располагаемое ускорение, определяемое погодными условиями и сцеплением колёс с ВПП.

Процесс расчета потребных ускорений и селекции рулѐжных дорожек, для которых возможно выполнить автоматическое торможение по заданным условиям, иллюстрирует рис.3. После приземления в точке “П” производится



оценка качества сцепления и величины развиваемого замедления. Данная оценка может быть получена по результатам обработки информации, получаемой в процессе приземления[6], или на основании информации АТИС, содержащей оценку коэффициента сцепления. Здесь же происходит выпуск аэродинамических средств торможения, способствующих более полному прижатию ВС к поверхности ВПП и начальному снижению скорости. При достижении скорости начала работы колёсных тормозов (точка “НТ”) - $V < 250$ км/ч, блоком БОС производится оценка положения ВС на ВПП относительно располагаемых или заданных целевых точек и предварительная селекция рулѐжных дорожек по списку, сформированному экипажем на пульте БУИ, или полному списку для используемой ВПП. В примере на рисунке для скоростной дорожки РД1 минимальное потребное ускорение (красная линия) оказывается больше, чем допустимый лимит (пунктирная линия). Для дорожки РД2 (зеленая линия) условие выполнимо, и для нее может быть построен профиль торможения с выходом на заданную рулѐжную скорость в точке входа в поворот на РД.

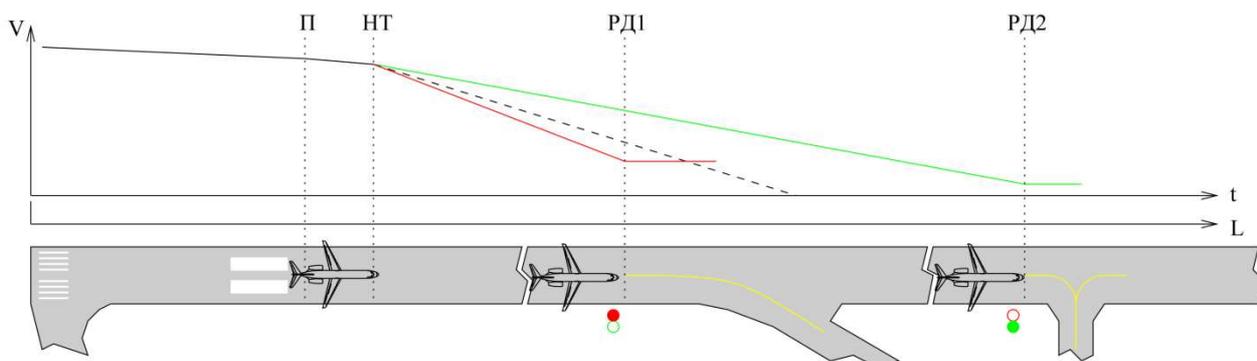


Рис. 3. Селекция РД по потребному замедлению

Для первой отобранной точки блоком БРКЗ формируется профиль торможения с учетом применения всех доступных средств, условно разделяемый на “быстрый” и “медленный” участки. На первом участке производится интенсивное снижение скорости до уровня ~ 100 км/ч, при котором происходит выключение реверсивных устройств авиадвигателей и перестает оказывать заметное влияние аэродинамика планера, включая и средства торможения (спойлеры). Второй участок предполагает плавное снижение замедления до нулевого уровня с достижением заданного значения рулѐжной скорости в целевой точке.

В процессе пробеге БРКЗ отслеживает следование ВС программе торможения, корректируя её при необходимости. Если обнаруживается невозможность выполнения текущей программы, происходит переход к следующей возможной точке освобождения ВПП с перерасчетом профиля торможения. Экипаж ВС сохраняет стандартную возможность перевода системы в “ручной” режим обжатием тормозных педалей.

При использовании на аэродромах с развитой инфраструктурой рулѐжных дорожек описываемая система позволяет не только повысить стабильность посадочного трафика за счет более эффективного торможения, но



и существенно сократить избыточный пробег, тем самым положительно влияя на экологическую обстановку, экономию топлива и ресурса авиадвигателей за счет исключения увеличения режимов для обеспечения последующего движения. На аэродромах, соответствующих структуре рис.1а, при благоприятном сочетании направления посадки и расположения перронной РД возможно существенное сокращение дистанции руления. Кроме того, система позволяет несколько повысить комфорт пассажиров за счет более плавного торможения и сократить нагрузку на экипаж в процессе пробега.

Литература

1. Airports Council International, <http://www.aci.aero/Data-Centre>
2. Федеральные авиационные правила “Организация воздушного движения в Российской Федерации”, 3-я редакция от 12.05.2014 г.
3. Brady Chris, The Boeing 737 Technical Guide. Tech Pilot Services Ltd., 2009.
4. Krivolapchuk I., The designing concept of a plane's braking control system. Proc 5th Int. Conf. Advanced Computer Systems. Szczecin, Poland, Nov 19-20, 1998, pp. 382-389.
5. Aircraft stop-to-position autobrake control system. US Patent № 5968106, Oct. 19, 1999.
6. Krivolapchuk I., Plane's braking system adaptation to the landing conditions. Proc 7th Int. Conf. Advanced Computer Systems. Szczecin, Poland, Oct 23-25, 2000, pp. 282-285.

Н.В. Рузанов, В.А. Печенин, М.А. Болотов, И.А. Грачев

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КООРДИНАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Контроль геометрических параметров деталей является необходимым условием для создания качественной продукции авиационной отрасли. Эффективность этапа контроля напрямую влияет на эффективность всего производственного цикла изготовления продукции – от производства составных узлов до конечной сборки готового изделия. Точность измерений и скорость их проведения являются одними из ключевых параметров контроля геометрической формы деталей. Для повышения данных параметров все большее применение находят координатно – измерительные машины (КИМ), которые позволяют достичь высокой точности измерения и зачастую способны автоматизировать процесс проведения измерения. В настоящее время наибольшее распространение получили координатно – измерительные машины контактного типа. Прин-



цип работы КИМ данного типа заключается в определении координат точки касания измерительного щупа и соответственно измеряемой поверхности.

Современные измерительные щуповые системы не позволяют точно определить точку на поверхности щупа, в которой произошло касание с измеряемой поверхностью. Для определения точки касания используются математические методики, основанные на обработке координат центра измерительного щупа, которые в свою очередь могут быть получены с определённой точностью. За последние десятилетия разработан большой набор методик, позволяющих обработать координаты центра измерительного щупа и получить низкую погрешность измерения при контроле простых геометрических форм - сферы, цилиндра, плоскости и т.п. Наряду с простыми поверхностями в авиационной отрасли все большее распространение получают детали, обладающие сложной поверхностью. Сложность математического описания таких поверхностей приводит к тому, что существующие методики компенсации могут давать большую погрешность измерения, поэтому использование данных методик требует более пристального внимания к достоверности результатов измерения. Современное программное обеспечение КИМ не позволяет оценить погрешность измерения, вызванную использованием методик компенсации, поэтому возникают вопросы о достоверности результатов измерения, полученных при использовании данных методик. В связи с этим актуальной задачей является разработка системы, позволяющей оценить погрешность измерения поверхностей со сложной формой при использовании различных методик компенсации центра измерительного щупа.

Первым шагом данной задачи является создание сложных поверхностей с заданными параметрами. Разные области сложной поверхности могут обладать различными геометрическими характеристиками и оказывать различное влияние на точность измерения. Для получения более полного представления о влиянии характеристик сложной поверхности на результаты моделирования необходимо иметь возможность создавать сложные поверхности, обладающие требуемыми параметрами и проводить моделирование процесса измерения созданных поверхностей.

Основным требованием к информационной системе является возможность оценки точности измерений, полученных при использовании методик компенсации, наиболее распространённых в существующем программном обеспечении координатно – измерительных машин.

Информационная система для моделирования координатных измерений сложных поверхностей была реализована в приложении UnEstimation, блок – схема информационной системы показана на рисунке 1.

В качестве начальных данных для моделирования процесса измерения выступают 3D модели номинальной и фактической поверхностей. Приложение позволяет импортировать 3D модели в формате IGES - трехмерный векторный формат графики, используемый многими распространёнными САД-системами. Приложение позволяет проводить измерение загруженной фактической модели



либо сгенерировать фактическую модель на основе номинальной модели по заданным параметрам.

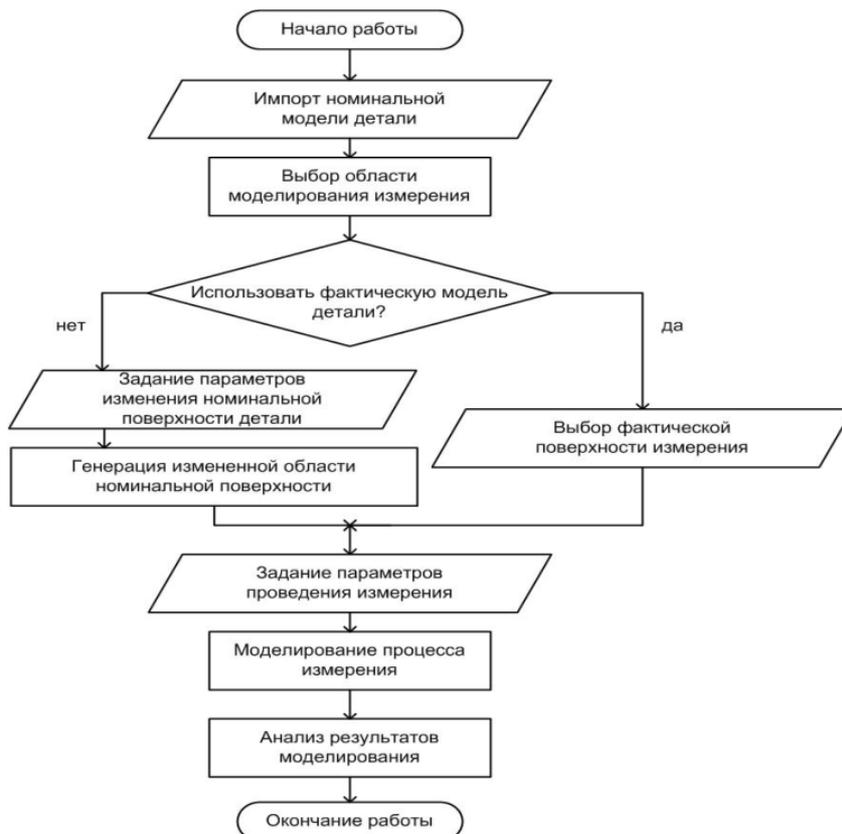


Рисунок 11 Блок схема информационной системы

Генерирование измеряемых поверхностей с различными параметрами используется для оценки влияния характеристик сложной поверхности на погрешность результатов измерения. Данная процедура производится по алгоритму, представленному на рисунке 2.



Рисунок 12 Алгоритм генерации сложной поверхности



После задания всех параметров измерения происходит численное моделирование процесса координатных измерений. Алгоритм численного моделирования представлен на рисунке 3.



Рисунок 13 Блок-схема процесса измерения сложной поверхности

В результате моделирования система получает данные о точках, указанных в таблице 1 и рис. 4:

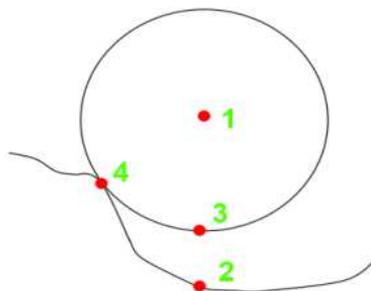


Рисунок 4 Точки, определенные в ходе численного моделирования

В качестве оценки неопределенностей измерения выступает функция (1):

$$\Delta = \sqrt{(x_{\phi} - x_{\kappa})^2 + (y_{\phi} - y_{\kappa})^2 + (z_{\phi} - z_{\kappa})^2}. \quad (1)$$



Таблица 1 - Точки, определенные в ходе численного моделирования

№	Обозначение	Описание
1	$(x_{ц}, y_{ц}, z_{ц})$	координаты центра измерительного щупа
2	$(x_{ф}, y_{ф}, z_{ф})$	фактическая точка измеряемой поверхности, которую планировалось измерить
3	$(x_{к}, y_{к}, z_{к})$	компенсированная точка измеренной поверхности
4	$(x_{фк}, y_{фк}, z_{фк})$	фактическая точка касания измеряемой поверхности и измерительного щупа
5	$(x_{ктр}, y_{ктр}, z_{ктр})$	контрольная точка номинальной поверхности, которую хотели определить на измеряемой поверхности

Использование приложения «UnEstimation» на модели реальной лопатки компрессора показало, что неопределенность результатов измерения данной детали существенно зависит от области измерения и погрешности изготовления лопатки компрессора. Для некоторых случаев величина погрешности может превышать допустимые значения неопределенностей измерений, что приводит к необходимости использования других методик компенсации, отличных от методики компенсации по нормали к номинальной поверхности. В данных случаях для получения более точных результатов измерения необходимо использовать методику компенсации по офсетной поверхности, построенной по центрам измерительного щупа.

Литература

1. Trapet E. The virtual CMM concept [Текст]/E. Trapet, F. Waldele // Presented at the Eurocongreence Advanced Mathematical Tools in Metrology. Oxford, 1995.
2. Болотов М.А. Погрешности контактных измерительных средств станков с ЧПУ при контроле геометрических параметров изделий [Текст]/ М.А. Болотов, А.Н. Жидяев, О.С. Сурков // Вестник СГАУ. - 2012. №3 (34) Часть 2 с. 157-163
3. Моденов П.С. Сборник задач по аналитической геометрии [Текст]/ П.С. Моденов, А.С. Пархоменко - М.: Наука. 1976. с. 384
4. Измаилов А.Ф. Численные методы оптимизации [Текст]/ А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов - М.:ФИЗМАТЛИТ. 2005. с. 304
5. Rajamohan G. Effect of probe size and measurement strategies on assessment of freeform profile deviations using coordinate measuring machine [Текст]/ G. Rajamohan, M.S. Shunmugam, G.L. Samuel // Measurement, 2011, № 44, Pp. 832-841.



Г.А. Саитова, И.И. Сабитов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТКЛИКОВ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Для настройки параметров регулятора применяются как общие методы теории автоматического управления, такие как метод размещения полюсов, так и алгебраические методы. Все алгебраические методы настройки регуляторов основаны на аппроксимации динамики объекта моделью первого или второго порядка. Причиной применения данных методов является невозможность аналитического решения систем уравнений, которое необходимо при использовании моделей высокого порядка. Применение линейных регрессионных моделей не всегда дает адекватные и точные результаты. Для получения более точных результатов используются нелинейные регрессионные модели. Основная проблема нелинейного моделирования – выбор функций для описания модели, т.е. выбор совокупности простейших нелинейных функций, определяющих нелинейную регрессионную модель [1, 2]. В статье предлагается методика использования отклика искусственной нейронной сети (ИНС) для определения совокупности простейших нелинейных функций, описывающих нелинейную регрессионную модель для определения оптимальных коэффициентов пропорционально – интегрального (ПИ) регулятора для систем второго порядка.

Структура исследуемой системы

Рассмотрим систему автоматического управления, структурная схема которой представлена на рис. 1.

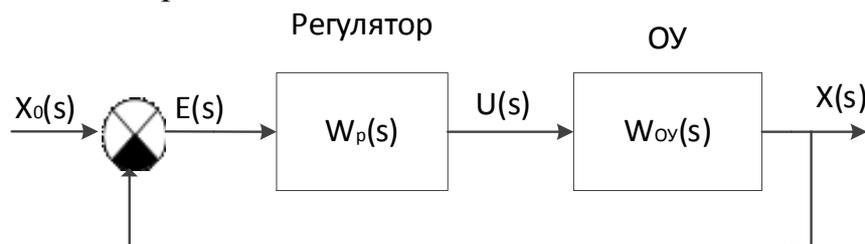


Рис. 1 – Структурная схема односвязной САУ

Данная система описывается уравнениями:

$$X(s) = U(s)W_{oy}(s); U(s) = W_p(s)E(s); E(s) = X_0(s) - X(s),$$

где $U(s)$, $X_0(s)$, $X(s)$ – соответственно управляющие, задающие и управляемые координаты, $W_p(s)$ – передаточная функция ПИ-регулятора, описываемая уравнением:

$$W_p(s) = \frac{K_{\text{И}}}{s} + K_{\text{П}}.$$

$W_{oy}(s)$ – передаточная функция объекта управления,

$$\text{описываемая уравнением: } W_{oy} = \frac{K}{(\tau_0 s^2 + \tau_1 s + 1)}.$$

Требуется разработать нелинейную регрессионную модель настройки коэффициентов ПИ регулятора с помощью откликов нейронной сети.



Построение регрессионной модели на основе анализа откликов искусственной нейронной сети

Данный алгоритм расчета коэффициентов основан на построении регрессионной модели на основе откликов обученной искусственной нейронной сети.

Передаточная функция замкнутой системы:

$$\Phi_{суст}(s) = \frac{KK_{и} \left(\frac{K_{п}}{K_{и}} s + 1 \right)}{\tau_0 s^3 + \tau_1 s^2 + (1 + KK_{п})s + KK_{и}}$$

Перейдем в частотную область путем замены $s=j\omega$. Мнимая и вещественная части частотной передаточной функции замкнутой системы $\Phi_{суст}(j\omega)$:

$$imag(\Phi_{суст}(j\omega)) = \frac{-KK_{и}\omega + (\tau_0 KK_{и} - \tau_1 KK_{п})\omega^3}{(KK_{и} - \tau_1 \omega^2)^2 + ((1 + KK_{п})\omega - \tau_0 \omega^3)^2}; \quad (1)$$

$$real(\Phi_{суст}(j\omega)) = \frac{K^2 K_{и}^2 + (K^2 K_{п}^2 + KK_{п} - \tau_1 KK_{и})\omega^2 + \tau_0 Kk}{(KK_{и} - \tau_1 \omega^2)^2 + ((1 + KK_{п})\omega - \tau_0 \omega^3)^2} \quad (2)$$

Функции (1) и (2) описывают годограф системы. Введем ограничение на не положительность (1): $imag(\Phi_{суст}(j\omega)) \leq 0$. Так как знаменатель (1) всегда является положительным, то необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие:

$$-KK_{и}\omega + (\tau_0 KK_{и} - \tau_1 KK_{п})\omega^3 \leq 0 \quad (3)$$

Введем соотношение между КП и КИ:

$$\tau_0 KK_{и} - \tau_1 KK_{п} = 0 \rightarrow K_{п} = \frac{\tau_0}{\tau_1} K_{и} \quad (4)$$

Тогда уравнение (1) преобразуется:

$$imag(\Phi_{суст}(j\omega)) = \frac{-KK_{и}\omega}{(KK_{и} - \tau_1 \omega^2)^2 + ((1 + \frac{\tau_0}{\tau_1} KK_{и})\omega - \tau_0 \omega^3)^2} \quad (5)$$

Аналитическое решение (5) относительно КИ достаточно сложно. Для упрощения анализа представим $K=1$. Для определения зависимости КИ =f(τ_0 , τ_1) синтезируем искусственную нейронную сеть (ИНС).

Синтез искусственной нейронной сети

Искусственная нейронная сеть строиться на основе многослойного персептрона. Входной слой ИНС состоит из 2 нейронов. Скрытый слой состоит из 9 нейронов. Выходной слой состоит из 1 нейрона. Архитектура ИНС представлена на рис. 2.

Для построения обучающей выборки моделировалась система с различными значениями параметров T_0 и T_1 , которые изменялись в диапазоне [1,10]. Входными сигналами в обучающей выборке являются значения T_0 и T_1 . Выходным сигналом является коэффициент $K_{и}$ ПИ-регулятора, обеспечивающий наименьшее время регулирования, не превышая заданное перерегулирование в 5%.

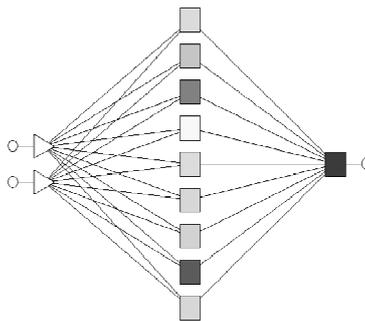


Рис. 2 – Архитектура искусственной нейронной сети

Для обучения нейронной сети используются методы детерминированного обучения с учителем: метод обратного распространения для первоначального схождения к вероятному минимуму ошибки и метод спуска по сопряженному градиенту для дальнейшего обучения НС. Так как, в общем случае, решается регрессионная задача, то данные методы позволяют быстро и эффективно обучить НС выдавать правильное отображение входного сигнала в выходной сигнал.

Анализ обученной нейронной сети

Так как НС является универсальным аппроксиматором, то на диапазоне обучающей выборки НС с заданной точностью аппроксимирует нелинейную зависимость выходного сигнала – коэффициента ПИ-регулятора, от входных сигналов – параметров T_0 и T_1 . Вид данных нелинейных зависимостей можно определить на основе откликов НС – графиков, представляющих собой изменение выходной переменной от выбранной входной переменной при неизменных остальных входных переменных. Данные отклики представляют собой простейшие нелинейные функции одной переменной вида $y = f(x)$, где $f(x)$ является некой простейшей нелинейной функцией.

График отклика $y = f_1(\tau_0)$ представлен на рис. 3.1. Аналитическое уравнение кривой: $f_1 = A_1\sqrt{\tau_0}$, где A_1 – некоторый коэффициент. График отклика $y = f_2(\tau_1)$ представлен на рис. 3.2. Аналитическое уравнение кривой: $f_2 = \frac{A_2}{\tau_1}$, где A_2 – некоторый коэффициент.

Так как нейрон, находящийся в выходном слое, описывается линейной активационной функцией, то регрессионная модель имеет следующий вид:

$$f = f_1 + f_2 = A_1\sqrt{\tau_0} + \frac{A_2}{\tau_1} + C \quad (6)$$

где C – некоторые коэффициенты регрессионной модели.

Для определения данных коэффициентов применяется метод Левенберга-Маркара. Таким образом, нелинейная регрессионная модель, описывающая зависимость $K_n = f(\tau_0, \tau_1)$, имеет вид:

$$f = f_1 + f_2 = 0,0194\sqrt{\tau_0} + \frac{0,8}{\tau_1} - 0,073 \quad (7)$$

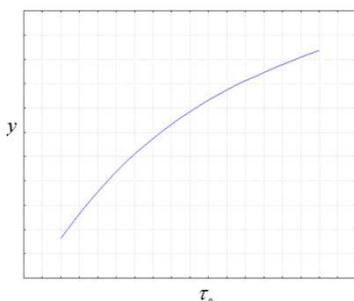


Рис. 3.1 – График отклика $y = f_1(\tau_0)$

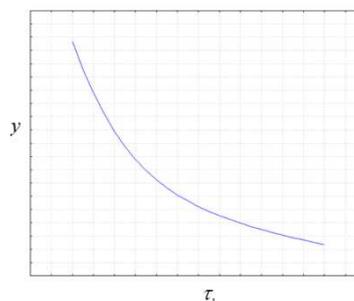


Рис. 3.2 – График отклика $y = f_2(\tau_1)$

Важными параметрами качества регрессионных моделей является стандартная ошибка оценки и значение R-квадрата. Стандартная ошибка оценки измеряет рассеяние наблюдаемых значений относительно линии регрессии. Стандартная ошибка оценки нелинейной регрессионной модели (7) – 0.007459576. Значение R-квадрат является индикатором степени подгонки модели к данным (значение R-квадрат близкое к 1 показывает, что модель объясняет почти всю изменчивость соответствующих переменных). Значение R-квадрат – 0.99077761. Стандартная ошибка достаточно мала, а значение R-квадрат близкое к 1 и регрессионная модель является адекватной.

Таким образом, для определения коэффициентов ПИ-регулятора применяется система уравнений (4) и (7):

$$K_{II} = 0,0194\sqrt{\tau_0} + \frac{0,8}{\tau_1} - 0,073 \quad (8)$$

$$K_{II} = \frac{\tau_0}{\tau_1} K_{II}$$

Так как, в общем случае, K не всегда равно 1, то (9) преобразуется:

$$K_{II} = \frac{0,0194\sqrt{\tau_0} + \frac{0,8}{\tau_1} - 0,073}{K} \quad (9)$$

$$K_{II} = \frac{\tau_0}{\tau_1} K K_{II}$$

Предложенная методика использования отклика НС для определения совокупности простейших нелинейных функций позволяет синтезировать нелинейную регрессионную модель для определения оптимальных коэффициентов ПИ-регулятора для систем второго порядка.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 15-08-01146-а)

Литература

1. Егупов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 3-х т. Т.2: Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. – 736 с.; ил.

2. Интеллектуальные системы управления и контроля газотурбинных двигателей / под ред. академика С.Н. Васильева. – М.: Машиностроение, 2008г. – 550 с.



М.С. Светлов¹, А.А. Львов², О.М. Балабан, Д.В. Кленов², М.К. Светлова²

МЕТОД ИСКЛЮЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ИНТЕРВАЛОВ В ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С COFDM

¹Институт проблем точной механики и управления РАН (г. Саратов);

²Саратовский государственный технический университет
имени Ю.А. Гагарина)

К настоящему времени в области построения и эксплуатации цифровых систем передачи информации (ЦСПИ), использующих сигнальную структуру COFDM, сделан существенный прорыв. В качестве примера можно привести системы цифрового телерадиовещания (СЦТРВ), в которых осуществлен переход от стандарта DVB-T к стандарту DVB-T2, являющемуся существенно модернизированной версией предшествующего стандарта. В частности, по мнению разработчиков усовершенствованного стандарта, основными его достоинствами являются улучшенные характеристики по помехоустойчивости. Однако, наряду со многими преимуществами, принципиальным недостатком таких систем с COFDM остается влияние на качество приема отраженных в канале связи (КС) сигналов – эхо-сигналов. Несмотря на наличие современных технологий, основным методом борьбы с отраженными сигналами является использование рабочих сигналов, в структуре которых предусмотрено наличие специфических защитных интервалов, что накладывает существенные ограничения на пропускную способность канала.

Для одночастотной сети (*SFN – Single Frequency Network*) типичным видом эхо-сигналов являются сигналы от соседних передатчиков, работающих на одной и той же частоте и передающих одновременно одинаковые символы COFDM. Эти эхо-сигналы не оказывают негативного влияния на прием информации при их поступлении в приемник в течение длительности (периода) защитного интервала. При этом, чем больше длительность защитных интервалов, тем больше допустимые расстояния между передатчиками информационной сети.

Отказ от использования защитных интервалов для борьбы с отраженными сигналами является наиболее перспективной задачей в области построения ЦСПИ, в частности СЦТРВ. Одним из вариантов решения этой задачи мог бы явиться метод синхронного детектирования, позволяющий детектировать отраженный сигнал, дошедший до приемника, путем измерения разности фаз между полезным и отраженным сигналом. Применение такого метода в ЦСПИ с COFDM позволило бы полностью отказаться от защитных интервалов в структуре рабочих сигналов и, следовательно, снять ограничения, накладываемые наличием защитных интервалов на пропускную способность КС.

Пусть полезный сигнал s_1 и отраженный сигнал s_2 описываются соотношениями:

$$s_1 = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1), \quad (1)$$



$$s_2 = A_2 \sin(\omega t + \varphi_2), \quad (2)$$

где A_1, A_2 и φ_1, φ_2 – амплитуды и фазы соответствующих сигналов; ω – частота передатчиков сети.

Разность фаз между полезным и отраженным сигналами определится как:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2. \quad (3)$$

Вычислим произведение s_{12} сигналов s_1 и s_2 с учетом формул (1) и (2):

$$s_{12} = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1) A_2 \sin(\omega t + \varphi_2) = \frac{1}{2} A_1 A_2 [\sin(\varphi_1 - \varphi_2) + \sin(2\omega t + \varphi_1 + \varphi_2)]. \quad (4)$$

В результате перемножения получен синус разности фаз и колебание на удвоенной частоте по сравнению с основной частотой сигналов. Метод синхронного детектирования предполагает для перемножения использовать два синусоидальных или косинусоидальных сигнала [2]. Такой подход не оптимален, т.к. в результате получается косинус разности фаз, что, в силу четности косинуса, не позволяет восстановить знак разности. Синус – функция нечетная, следовательно, знак разности не теряется.

Классическим методом избавления от колебания на удвоенной частоте является использование НЧ-фильтра [1, 2]. НЧ-фильтрация хорошо себя проявляет при аналоговой обработке. Для цифровой же обработки сигнала вместо НЧ-фильтра удобнее применить усреднение сигналов. Таким образом, может быть получено среднее значение s_{cp} произведения s_{12} полезного и отраженного сигналов:

$$s_{cp} = \frac{1}{2} A_1 A_2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) + \frac{1}{2\Delta t} A_1 A_2 \int_0^{\Delta t} \sin(2\omega t + \varphi_1 + \varphi_2) dt. \quad (5)$$

Так как для отрезка малой длительности Δt сигнала длительности T выполняется неравенство:

$$\Delta t \gg T, \quad (6)$$

следовательно:

$$\int_0^{\Delta t} \sin(2\omega t + \varphi_1 + \varphi_2) dt \approx \int_0^T \sin(2\omega t) dt = 0. \quad (7)$$

В соответствии с формулой (7) формула (5) примет вид:

$$s_{cp} \approx \frac{1}{2} A_1 A_2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2). \quad (8)$$

Таким образом, разность фаз $\Delta\varphi$ определится как:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \arcsin(2s_{cp}/A_1 A_2). \quad (9)$$

Это соотношение (9) позволяет восстановить разность фаз полезного и отраженного сигналов с учетом знака в диапазоне $\left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$.



Как следует из формулы (9), для определения разности фаз $\Delta\varphi$ необходимо знать амплитуды A_1 и A_2 . Вычисление амплитуд произвести не сложно: необходимо усреднить по модулю гармонический сигнал и затем умножить его на $\frac{\pi}{2}$:

$$s_{1\text{ср.мод.}} = \frac{A_1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} |s_1| dt = \frac{A_1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} |\sin(\omega t + \varphi_1)| dt ; \quad (10)$$

с учетом условия (6) получим:

$$s_{1\text{ср.мод.}} = \frac{A_1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} |\sin(\omega t + \varphi_1)| dt \approx \frac{2A_1}{T} \int_0^{T/2} \sin(\omega t) dt = \frac{2A_1}{T} \left(\frac{1}{\omega} \cos(0) - \frac{1}{\omega} \cos(\pi) \right) = \frac{2A_1}{\pi}. \quad (11)$$

Из формулы (11) следует, что амплитуда A_1 полезного сигнала определится как:

$$A_1 = \frac{\pi s_{1\text{ср.мод.}}}{2}. \quad (12)$$

Аналогично определяется и амплитуда A_2 отраженного сигнала:

$$A_2 = \frac{\pi s_{2\text{ср.мод.}}}{2}. \quad (13)$$

Соотношения (12) и (13), как и выражение (9), выполняются тем точнее, чем сильнее неравенство (6).

Подставляя в формулу (9) значения амплитуд сигналов из формул (12) и (13), вычислим значение разности фаз полезного и отраженного сигналов.

Оценка разности фаз по рассмотренному методу позволяет получить вполне приемлемые по точности результаты даже для сильно зашумленного сигнала, что является существенным преимуществом перед другими методами.

Таким образом, на основе приведенного метода можно построить ЦСПИ с COFDM, в частности СЦТРВ, исключив необходимость наличия в структуре COFDM сигнала защитного интервала, реализовав на стороне приемника вычисление разности фаз полезного и отраженного сигналов. Это, в свою очередь, ведет к значительному увеличению пропускной способности КС, что является крайне важным для ЦСПИ, в которых должен быть обеспечен режим трансляции большого массива данных.

Литература

1. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. Практический подход. М.: Вильямс, 2004. – 992 с.
2. Смирнов А.В. Основы цифрового телевидения. Учебное пособие. М.: «Горячая линия-Телеком», 2001. – 224 с.



М.С. Светлов¹, А.А. Львов², Д.В. Кленов², О.М. Балабан²

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА КОДА НА ОСНОВЕ КОДОВОГО СИГНАЛЬНОГО ПРИЗНАКА

(¹Институт проблем точной механики и управления РАН (г. Саратов);

²Саратовский государственный технический университет
имени Ю.А. Гагарина)

Рассмотрим обобщенный информационный канал (ИК) как совокупность устройств кодирования (КУ), декодирования (ДКУ) и канала связи (КС). Будем считать, что в КС действуют импульсные случайные помехи аддитивного характера большой интенсивности: $i_{pn} = f_{pn}/f_c \geq 3$ (i_{pn} – интенсивность случайной помехи; f_{pn} , f_c – частоты импульсной помехи и кода, соответственно). Одной из основных задач, решаемых при синтезе ИК, является обеспечение необходимого уровня помехоустойчивости. Некоторые практические примеры цифровых информационных систем с оценкой помехоустойчивости ИК, работающих в условиях действия помех большой интенсивности, рассмотрены в [1] и [2]. Количественно помехоустойчивость ИК характеризуется значениями вероятностей правильного (p_{cr}), ложного (p_{fr}) приёмов и защитного отказа (p_{pf}). Традиционно задача повышения помехоустойчивости решается за счет минимизации значения вероятности ложного приема. В идеальном случае это ведет к увеличению значения вероятности правильного приема. Однако в ряде случаев рост значения вероятности защитного отказа также допустим. Обычным способом решения данной задачи является применение корректирующих кодов [3], [4]. В случае действия помех большой интенсивности корректирующая способность таких кодов оказывается не достаточной для обеспечения требуемых показателей по информационной надежности. Поэтому предлагается в дополнение к стандартному каскадному кодированию, используемому в ИК, на последней ступени кодирования применять код с использованием кодового сигнального признака (КСП). Далее для определённости будем считать, что в ИК используется двухступенчатое кодирование с применением на первой ступени некоторого первичного (в общем случае корректирующего) кода (ПК), а на второй ступени – вторичного кода (ВК) с КСП (рис. 1).

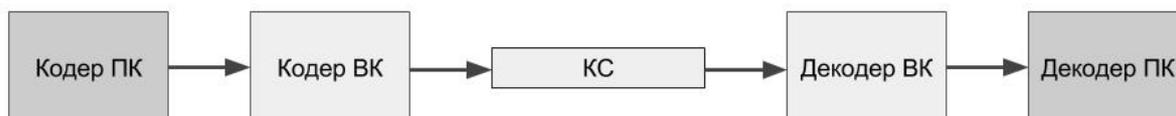


Рисунок 1: Структура ИК с использованием ПК и ВК

Как известно, сигнальный признак кода характеризует информационный параметр передаваемого по КС сигнала, определяет вид его модуляции и во многом – его свойства и особенности. В теории кодирования рассматривается шесть различных сигнальных признаков. Пять из них – амплитудный, времен-



ной, частотный, фазовый, полярный – являются первичными сигнальными признаками, а шестой – КСП считается вторичным (защитным) [5]. Принцип использования ВК с КСП состоит в том, что каждый символ ПК представляется в виде n -разрядного двоичного кодового слова (n -разрядной двоичной последовательности) с фиксированными межразрядными (межсимвольными) расстояниями (задержками). На физическом уровне (в КС) сигнал передатся как последовательность определенного количества рабочих импульсов, занимающих временные позиции, соответствующие по номерам единичным разрядным символам ВК и имеющих принципиально малые длительности τ . При этом первый рабочий импульс формируется с некоторой фиксированной начальной задержкой Δt_0 относительно поступления сигнала символа ПК на кодер ВК. Последующие рабочие импульсы формируются через интервалы времени, величины которых кратны некоторому значению времени задержки Δt . Как было показано в [5], для обеспечения высокого уровня помехоустойчивости значения величин задержек Δt_0 и Δt должны быть строго постоянными и одинаковыми для кодера и декодера кода с КСП. При этом должно выполняться условие: $\Delta t_0 \neq k\Delta t$, где $k \in \mathbb{N}$. В общем случае, формирование j -го рабочего импульса происходит в момент времени

$$T_j = \Delta t_0 + (j-1)\Delta t, \quad 1 \leq j \leq n \quad (1)$$

после поступления импульса ПК на КУ ВК. Формирование всех импульсов завершается за время $T_A = \Delta t_0 + (n-1)\Delta t$. Для корректной работы кодера должно выполняться неравенство $T_A \leq T_P$, где T_P – время передачи одного символа ПК.

Процедуры и алгоритмы кодирования и декодирования для кода с КСП хорошо известны. В частности, их подробное исследование приведено авторами в [1], а в [6] получены аналитические формулы. Одним из центральных элементов кода с КСП является набор кодовых слов, удовлетворяющих определенным требованиям. В предыдущих работах кодовые слова детально не изучались. В данной работе их свойства рассмотрены более подробно.

Будем считать, что в общем случае алфавит ПК является K -ичным, т.е. его символы могут быть пронумерованы от 1 до K , а их значения лежат в диапазоне $[0, K-1]$. Далее под фразой "символ i " будем иметь в виду символ с номером i и значением $i-1$. Поставим в соответствие каждому символу i ПК некоторое двоичное кодовое слово A_i . Таким образом, получим набор из K кодовых слов ВК: $A = \{A_i\}_{i \in [1, K]}$. Рассмотрим некоторые свойства этого набора.

1. Слово A_i имеет длину n , где $n \geq 5$.
2. Слово A_i содержит ровно m_1 единичных разрядов, при этом $3 \leq m_1 \leq n-2$, что, в свою очередь, означает, что позиции единичных символов в слове могут быть занумерованы и обозначены через μ_{iu} , где $1 \leq u \leq m_1$, $1 \leq \mu_{iu} \leq n$.
3. Слово A_i начинается и заканчивается единицей, иными словами, $\mu_{i1} = 1, \mu_{im_1} = n$. Данное свойство необходимо для обеспечения режима самосинхронизации [7].



Как правило, для повышения помехоустойчивости кода с КСП к набору A предъявляются дополнительные требования. Одним из таких требований может быть интервальное условие для набора кодовых слов. Для точной формулировки этого условия введем несколько определений.

Определение 1. Будем говорить, что каждое кодовое слово $A_i \in A$ порождает набор попарных разностей позиций $S_i = (\mu_{iv} - \mu_{iu})_{1 \leq u < v \leq m_1}$. В общем случае некоторые элементы в этом наборе могут повторяться.

Определение 2. Назовем набор кодовых слов A отвечающим интервальному условию, если верны два утверждения:

- Для каждого слова A_i его порожденный набор попарных разностей S_i не содержит повторяющихся элементов;
- $S_i \cap S_j = (n-1)$ при $i \neq j$.

Первое утверждение говорит о том, что в кодовом слове A_i отсутствуют одинаковые попарные разности позиций единиц. Второе утверждение устанавливает такое же ограничение на весь набор A , допуская лишь повторение разности позиций, созданной парой единиц (μ_{i1}, μ_{im_1}) каждого слова A_i .

Следствие 1. В наборе кодовых слов A все позиции единиц, кроме 1 и n , различны. Действительно, пусть есть две совпадающие позиции $\mu_{iu} = \mu_{jv} = \mu$, $i \neq j$. В этом случае $S_i \cap S_j = (\mu-1, n-\mu, n-1)$, что противоречит условию.

Следствие 2. Если набор кодовых слов A удовлетворяет интервальному условию, то в этом наборе достигается максимальное кодовое расстояние между словами. Действительно, т.к. все позиции единиц, кроме 1 и n , различны, то существует ровно $m_1 - 2$ позиций единиц, присутствующих только в одном кодовом слове. Следовательно, для набора A кодовое расстояние $d_{min} = 2(m_1 - 2)$. С другой стороны, в [3] и [8] было показано, что $2(m_1 - 2) = (d_{min})_{max}$, что в совокупности дает итоговое утверждение.

Таким образом, дополнительно потребовав выполнения интервального условия для набора кодовых слов A , можно улучшить корректирующую способность кода с КСП при заданных значениях n и m_1 .

При этом, что крайне важно для повышения пропускной способности КС, кодовые слова, синтезируемые на базе интервального принципа, обладают минимальной длиной.

Литература

1. Львов А.А. Повышение информационной надежности цифровых систем с QAM/COFDM модуляцией / А. А. Львов, М. С. Светлов, П. В. Мартынов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: "Математика. Механика. Информатика." - 2014. - Т. 14. - № 4. - Ч. 1. - С. 473-482.

2. Светлов М.С. Принципы обеспечения повышенной надежности дистанционного тестового контроля / М. С. Светлов, А. А. Львов, Д. В. Кленов // Материалы 13 международной конференции "Актуальные проблемы электронного приборостроения". - Саратов, 2016. - С. 403 - 408.



3. Peterson W.W. Error-correcting codes / W. W. Peterson, E. J. Weldon. - Cambridge, Massachusetts and London, England: The MIT Press Publ., 1972. - 593 с.
4. Golomb S.W. Digital Communications with Space Applications / S. W. Golomb. - New Jersey, Englewood Cliffs: Prentice-Hall Publ., 1964. - 272 с.
5. Юргенсон Р. И. Помехоустойчивость цифровых систем передачи телемеханической информации / Р. И. Юргенсон. - Л.: Энергия, 1971. - 250 с.
6. Svetlov M. S. Algorithms of Coding and Decoding for Code with Code Signal Feature / M. S. Svetlov, A. A. L'vov, D. V. Klenov, O. N. Dolinina // Proceedings of 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering. - St. Petersburg, 2017.
7. Львов А. А. Самосинхронизация в информационных каналах с помехами большой интенсивности / А. А. Львов, М. С. Светлов, П. В. Мартынов // Радиотехника. - 2015. - №7. - С. 18-21.
8. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication / C.E. Shannon // Bell System Technical Journal. — 1948. — Vol. 27. — P. 379—423.

M.S. Svetlov¹, A.A. L'vov², D.V. Klenov², A.H. Askarova², M.K. Svetlova²

INTER-SYMBOL INTERFERENCES PROTECTION IN SINGLE FREQUENCY NETWORKS

(¹Institute of Precision Mechanics and Control of RAS (Saratov);

²Yuri Gagarin State Technical University of Saratov)

In digital communication systems widely use an orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) modulation of signal. In OFDM signal the amplitude and phase of the subcarrier must remain constant over the period of the symbol in order for the subcarriers to maintain orthogonality. If they are not constant it means that the spectral shape of the subcarriers will not have the correct *sinc* shape, and thus the nulls will not be at the correct frequencies, resulting in Inter-Carrier Interference (ICI). At the symbol boundary the amplitude and phase change suddenly to the new value required for the next data symbol. In multipath environments inter-symbol interference (ISI) causes spreading of the energy between the symbols, resulting in transient changes in the amplitude and phase of the subcarrier at the start of the symbol. Therefore, one of the most important tasks is the task of countering the negative effects caused by inter-symbol interferences due to multiple reflections of the signal in the radio channel.

The length of these transient effects corresponds to the delay spread of the radio channel. The transient signal is a result of each multipath component arriving at slightly different times, changing the received subcarrier vector. Figure 1 shows this effect [1]. Adding a guard period allows time for the transient part of the signal to decay, so that the fast Fourier transform (FFT) is taken from a steady state portion of the symbol. This eliminates the effect of ISI provided that the guard period is longer



than the delay spread of the radio channel. The remaining effects caused by the multipath, such as amplitude scaling and phase rotation are corrected for by channel equalization [2].

The addition of guard period removes most of the effects of ISI; however in practice, multipath components tend to decay slowly with time, resulting in some ISI even when a relatively long guard period is used. Figure 1 shows the simulated performance of an OFDM system in the presence of static multipath. In this case the multipath impulse response followed an exponential decay with a time constant of 8 samples, resulting in root mean square (RMS) delay spread of 3.5 samples. Each sample in the impulse response was complex and Gaussian distributed. The RMS delay spread is a common parameter to estimate the spread of the multipath energy in time, and used to estimate the level of ISI in single carrier communications. A more appropriate measure is the time over which 99% of the total accumulated impulse energy arrived, which in this simulation was 16 samples. The results shown in Figure 1 plot the effective signal to noise ratio (SNR) of the demodulated OFDM signal as a function of the channel SNR. Effective SNR is used extensively though out this thesis as a measure of the performance of the communications link. It is a measure of the signal to noise ratio as seen by the OFDM receiver after demodulation, where the signal power is the magnitude of the wanted signal, and the noise is the combined error in the received signal due to all the detrimental effects in the system including channel noise, filtering, ISI, ICI, frequency errors, time offset errors, channel equalization errors, etc. The effective SNR provides a measure of the OFDM performance, independent of the modulation scheme. Traditionally the bit error rate (BER) is used to measure the performance of a link, however in this thesis OFDM is considered the work with a large number of modulation schemes making BER a poor method of measurement. The BER of any particular modulation scheme can be estimated from the effective SNR by finding the BER of the modulation scheme in an additive white Gaussian noise channel with a SNR equal to the effective SNR.

Figure 2 shows the effect of multipath on the OFDM transmission. Ideally the effective SNR should follow the channel SNR, however detrimental effects such as ISI lead to degraded performance. We can see from the results that as the length of the guard period is increased the maximum effective SNR improves. For example, the effective SNR of the OFDM signal only reaches a maximum of 15 dB when the guard period length is 4 samples in length, but reaches 25 dB when a guard period of 16 samples is used.

This is a result of more of the ISI energy being removed by the guard period. This shows that having a guard period (16 samples) that is more than four times the multipath RMS delay spread (3.5 samples) still results in significant ISI.

The low effective SNR for when the guard period was a similar length to the channel RMS delay spread is fine for robust modulation schemes such as BPSK and QPSK, but is insufficient for higher spectral efficiency modulation schemes such as 64-QAM and 256-QAM. Traditionally the RMS delay spread has been used as a measure of ISI and the allowable symbol rate in a multipath environment [3]. However if a higher spectral efficiency is required a more appropriate measure is needed.



To achieve very high spectral efficiencies an effective SNR of greater than 35 dB must be able to be reached [1]. In this case it required a guard period of at least 64 samples in length. This length of the guard period corresponds to the time it took for the impulse energy to decay to -35 dB. Thus if we require a SNR of 25 dB then we have a guard period that is at least long enough to remove all impulse reflections that are stronger than -25 dB.

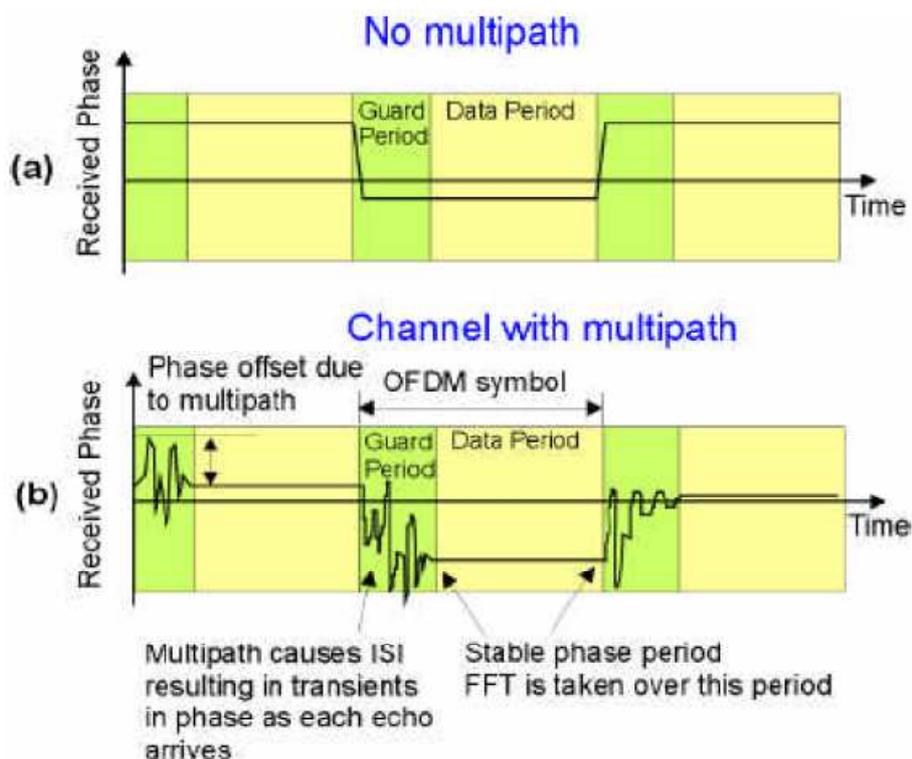


Figure 1. Function of the guard period for protecting against ISI.

The guard period protects against transient effects due to multipath, removing the effects of ISI, provided it is longer than the channel delay spread. This example shows the instantaneous phase of a single carrier for 3 symbols.

The last two results in the simulation show the performance when using a guard period of 64 samples, with an inverse fast Fourier transform (IFFT) size of 128, and 512. In the 128-point IFFT simulation, 80 subcarriers were used while in the 512-point simulation, 320 subcarriers were used, making the bandwidth of both systems the same. In order for the OFDM carriers to remain orthogonal to each other, the channel response must be approximately flat over the bandwidth of each subcarrier [1]. The simulation using 320 subcarriers divides the channel response using finer subcarriers, and hence the variation of the channel fading over their bandwidth of each subcarrier is more constant, improving the performance. The effective SNR for the 128 IFFT size is not limited by the guard period, but instead by poor channel equalization caused by an insufficient number of subcarriers. For OFDM to operate effectively, the frequency response must be approximately flat over the bandwidth of a subcarrier. If insufficient subcarriers are used then the frequency response changes too rapidly, leading to degraded performance.

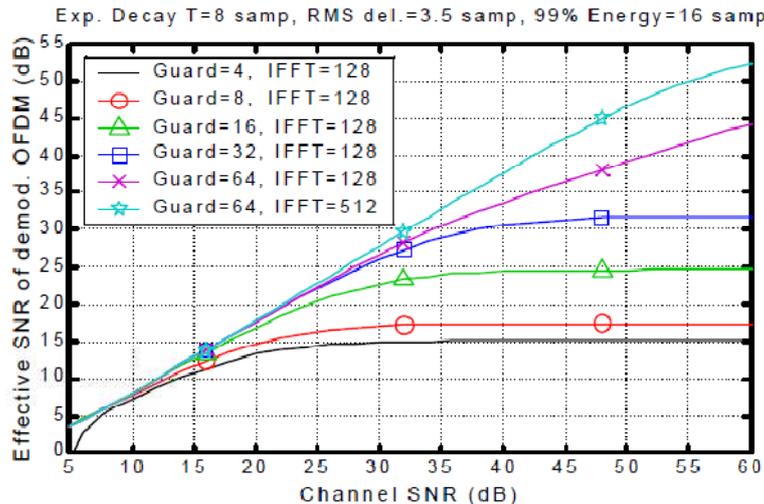


Figure 2. Effectiveness of adding a guard period for removal of ISI.

Adding a guard period lowers the symbol rate, however it does not affect the subcarrier spacing seen by the receiver. The subcarrier spacing is determined by the sample rate and the FFT size used to analyze the received signal [1].

$$\Delta f = \frac{F_s}{N_{FFT}}$$

In this equation Δf is the subcarrier spacing in Hz, F_s is the sample rate in Hz, and N_{FFT} is the size of the FFT. The guard period adds time overhead, decreasing the overall spectral efficiency of the system.

Thus, as shown by the results of the conducted computer simulation, the proposed options of using the guard periods in the structure of the OFDM channel signals enable you to effectively deal with the signal distortions caused by inter-symbol interference in radio channels in multiple uncontrolled reflections. In general, it is possible to provide higher noise immunity and reliability of the transmission in terms of reflection of signals in radio channels.

References

1. Morelos-Saragosa, R. The Art of Error Correcting Code / R. Morelos-Saragosa, transl. from English V.B. Afanasieva // M.: Tekhnosfera, 2005.–320 p.
2. Peskin, A. E. The Digital TV. From Theory to Practice. / A. E. Peskin, A.V. Smirnov. - M.: Hot Line -Telecom, 2005. – 349 p.
3. Shilejko, A.V. The Digital Models. Library of Automatic / A.V. Shilejko // M.: Energy, 1964.



ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СТРУКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

(Волгоградский государственный технический университет)

Стоит рассмотреть краткую историю развития программного обеспечения для проектирования и конструирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

Ещё с доисторических времён человек задумывался о сохранении информации об увиденных предметах с целью сохранения, дальнейшей передачи своим сородичам информации об увиденном. Так появилась сначала наскальная живопись, а потом, с развитием и совершенствованием человеческой деятельности, и письменность, более сжатая и абстрактная форма представления информации. Обработывая предметы материального мира в процессе своей жизни, человеку приходилось в той или иной форме параллельно обрабатывать и полученную в процессе информацию. Как правило, долгое время она была представлена в виде строк естественного языка, как в полном, так и в сокращённом виде, и в виде рисунков.

С усложнением объектов техносферы усложнялись и способы описания. Полное описание могло быть очень громоздким. Для уменьшения объёма требовалось вводить сокращения, условные обозначения, которые были бы одинаково восприняты специалистами, решающими похожие задачи. Появились предпосылки для возникновения сначала черчения, а потом и разнообразных стандартов конструкторской документации. Главная цель – максимально отобразить на двумерном листе бумаги трёхмерный предмет, указать материал и некоторые технологические операции. Некоторые чертежи были очень сложными, так как состояли из большого количества графических элементов. Для облегчения выполнения были разработаны трафареты и различные чертёжные приспособления, повышающие скорость ручного черчения и построения трёхмерных аксонометрических проекций. Позднее черчение разделилось строительное, картографию и ряд других, в которых так же схематично отображалась реальность в 2D-рисунке. С течением времени черчение все более тесно переплеталось с различными математическими и физическими расчетами и превратилось в проектирование.

Проектирование в целом есть не просто чертёж, а совокупность чертежей, расчетов и описаний, которые как можно более подробно раскрывают сущность замысла. Вся проектная деятельность заключается в последовательном выполнении определенных действий, направленных на реализацию замысла инженера-проектировщика, который исходит из задания заказчика.

Появление средств вычислительной техники (СВТ) произвело настоящую революцию в проектировании, аналогов которой в ближайшей исторической перспективе не предвидится. СВТ и электронные компоненты также необходи-



мо представлять в виде чертежей, схем, блочных диаграмм и т. д. Сложность растёт в геометрической прогрессии и вопросы разработки автоматизированных алгоритмов актуализируются.

В 70-х годах 20-го века стало понятно, что черчение можно автоматизировать с использованием СВТ. Сразу же началась активная работа по автоматизации процессов проектирования. Главные результаты, которых удалось добиться – это создание систем автоматизированного черчения.

В 80-х годах появились много различных программных продуктов и систем.

90-е годы принесли возможность не только создавать большие проекты, но и переносить их из одной системы в другую без потери данных.

В настоящее время существуют программные пакеты для конструирования радиоэлектронной аппаратуры. Речь идёт о программных пакетах для трассировки и компоновки печатных плат, как самых трудоёмких этапах проектирования РЭА. Но для структурного проектирования, если исходить из того, что в последующем возможен переход от структурной схемы в виде направленного графа или блочной диаграммы к схеме электрической принципиальной, очень мало, они не так распространены, зачастую носят специализированный характер.

С использованием использовать концепцию Open Source, можно разработать программное обеспечение под достаточно узкий круг задач.

Что же будет представлять собой концепция Open Source программного обеспечения для разработки узкоспециализированных задач?

Любая программная система для проектирования включает в себя:

1. Модуль описания данных для графа структуры ИИС.
2. Модуль описания данных для принципиальной схемы.
3. Графический редактор для создания, правки графов.
4. Графический редактор для создания, правки фрагментов принципиальных схем.
5. Модули, содержащие программную реализацию алгоритмов обработки направленных графов.
6. Модули, содержащие программную реализацию алгоритмов обработки принципиальных схем.
7. Модули для загрузки/сохранения файлов с описаниями направленных графов.
8. Модули для загрузки/сохранения файлов с описаниями принципиальных схем.
9. Вспомогательные модули для обработки массивов, записей, списков, вспомогательных классов и т. д.

Указанные программные модули могут распространяться свободно, чтобы конечный пользователь, которому необходима программная система, сам мог доработать указанный программный модуль или подключить свой, разработанный на языке высокого уровня (ЯВУ) для формирования нужного ему функционала. Недостатком такого подхода является необходимость базовых



знаний определённого языка программирования, на котором реализованы программные модули.

На каком ЯВУ реализовать эти программные модули? Это вопрос не такой простой, как может показаться с первого взгляда. Необходимо ли пакет программ для структурно-схемотехнического проектирования сложных ИИС (и им подобные программные системы) реализовывать в виде on-line приложений – это первый уточняющий вопрос. Если нет – нет смысла говорить об использовании ЯВУ для Web-технологий. ЯВУ должен отличаться лёгкостью изучения и простотой использования для реализации функций в смысле структурного проектирования ИИС. Кроме того, конструкции, исполненные на нём, он должен отличаться высокой наглядностью, содержать в себе динамические массивы (для реализации алгоритма БФР [5, 7]). Этим характеристикам отвечает Object Pascal.

Если произвести унификацию всех процедур и функций, использованных как при разработке программ [1-4], так и их расширений, можно получить такой список:

M_arr.pas	процедуры и функции для работы с динамическими строковыми массивами
M_Draw.pas	рисование графических примитивов
M_gline.pas	процедуры и функции для работы динамическим массивом двумерных координат, отождествляющим ортогональные ломаные линии.
M_mp.pas	позиционные функции для перебора вариантов
M_nk.pas	процедуры и функции для построения и редактирования изображений элементов принципиальной схемы.
M_pstrc.pas	процедуры и функции для обработки принципиальных схем
M_strukt.pas	процедуры и функции для преобразования направленных графов
M_zmm.pas	процедуры и функции для обработки динамических массивов прямоугольных координат
Stand_Types.pas	оригинальные процедуры и функции для обработки и преобразования данных, встроенных в Object Pascal

В [1-4] реализованы программы для работы со структурами ИИС, представленных в виде направленных графов. Они реализованы на ЯВУ Object Pascal.

Литература

1. Синтезатор структур измерительных систем из функционального уравнения: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. ВНИИЦ № 2007613258 Российская Федерация / Муха Ю. П., Секачёв В. А.; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 03.08.2007

2. Функциональный оптимизатор структур измерительных систем: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. ВНИИЦ № 2007613295 Российская Федерация / Муха Ю. П., Секачёв В. А.; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 03.08.2007



3. Редактор многоуровневых структур измерительных систем : свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. ВНИИЦ № 2007613260 Российская Федерация / Муха Ю. П., Секачев В. А.; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 03.08.2007

4. Секачев, В.А. Специализированный программный пакет для автоматизации проектирования измерительных систем [Текст] / В. А. Секачев // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003. – № 6. – С. 59-61.

5. Муха, Ю.П., Алгебраическая теория синтеза сложных систем [Текст] / Ю. П. Муха, О.А. Авдеюк, И.Ю. Королёва. – Волгоград: Изд-во Политехник, 2003. - 320 с.

6. Новиков, Ф. А. Дискретная математика для программистов [Текст] / Ф. А. Новиков. – СПб.: Изд-во Питер, 2001. - 304 с.

7. Математические методы информатики в задачах и примерах: Опыт применения в проектировании сложных систем : учеб. пособие [Текст] / Авдеюк О.А., Горбачев С.В., Муха Ю. П., Секачев В.А., Сыряжкин В. И., Титов В.С., Ширабакина Т.А.; ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский гос. ун-т».-Томск : Изд-во Томского ун-та, 2012. – 483 с.

М.Ю. Старосветская

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ОБЪЁМНОГО МОНТАЖА И КАБЕЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет)

Важную роль в промышленности любого государства играет авиакосмическая отрасль. Не стала исключением и наша страна. По объёму выпускаемой продукции военного самолётостроения Россия находится на 2 месте в мире (более 100 самолётов в год), вертолётостроения – на 3 месте (около 300 вертолётов в год)[1].

Технический контроль качества и надёжности выпускаемого оборудования на предприятиях авиационной промышленности имеет особое значение, что связано с обеспечением безопасности полетов[2]. Осуществление такого контроля требует разработки тестовых программ, используемых при проведении комплексных испытаний готовых изделий и комплектующих блоков. В настоящее время тестовые программы создаются вручную, что существенно усложняет процесс контроля, поскольку даже при небольших выявленных отклонениях в блоке требуется перепроверка используемой программы. Возникает необходимость в автоматизации составления и применения тестовых программ, обуславливающая актуальность проводимых исследований, посвященной созданию средств автоматизированной поддержки контроля объёмного монтажа и кабелей.



Цель работы состоит в проектировании автоматизированной информационной системы контроля кабельных изделий.

Внедрение разработанной информационной системы позволит существенно сократить время, затрачиваемое на тестирование одного изделия, упорядочить все тестовые программы и методики испытаний, повысить экономическую эффективность предприятия, поэтому научно-исследовательская работа обладает существенной практической значимостью. Для решения поставленных задач используются методы системного анализа и моделирования, прогнозирования, проектирования информационных систем.

Автоматизированная система контроля объемного монтажа и кабелей (АСК-ОМК) предназначена для автоматического контроля электрических параметров кабельной продукции и объемного монтажа при многономенклатурном мелкосерийном и единичном производстве (рисунок 1). АСК-ОМК разработана для замены таких устаревших систем как Куст-4, АСК-МКИ и др.

Коммутатор АСК-ОМК построен на основе поляризованных высоковольтных реле 4-го поколения, позволяющих коммутировать токи до 2 А, имеющих ресурс 100 млн. срабатываний.

Стыковочный модуль системы состоит из блоков, обеспечивающих подключение к контролируемым кабелям, посредством унифицированных электрических соединителей, который изготовлен на базе электрических соединителей типа РШАВ-20ПБ-В (вилка), в блоке размещено по 3 разъема с возможностью подстыковки переходных технических кабелей с электрическими разъемами РШАГ-20-В (розетка). На рисунке 2 приведен внешний вид передней панели общего коммутатора, на задней панели размещено аналогичное количество стыковочных модулей, что обеспечивает 2080 измерительных каналов при 4-х проводной схеме измерения и 4160 - при 2-х проводной схеме измерения.

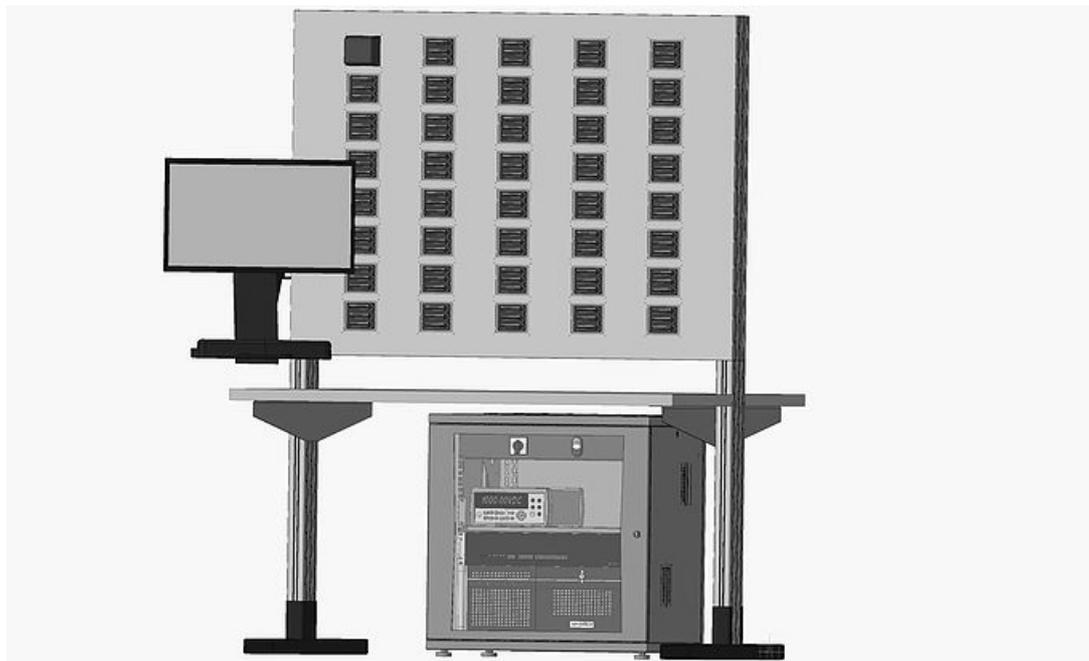


Рис. 1 АСК-ОМК



В составе АСК-ОМК поставляется САПР АСК-ОМК - программа, предназначенная для автоматизации процесса создания программ проверки кабельных изделий, создания документации на кабели, а также учета изменений в документации.

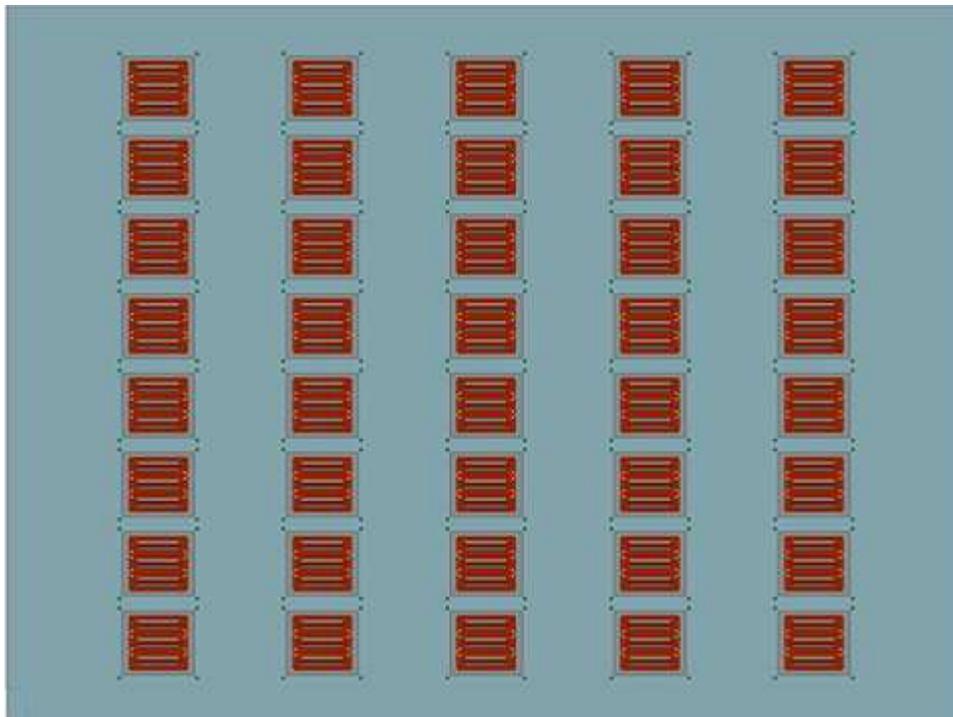


Рис. 2 Внешний вид передней панели общего коммутатора

Разрабатываемая автоматизированная информационная система (АИС) предполагает выполнение следующих функций:

1) автоматизацию проектирования программ тестирования за счет разработки специальных алгоритмов генерации программ тестирования, которые используют исходные данные о диапазонах, используемых для текущей команды номеров контактов кабельного изделия. Это позволит существенно сократить время, затрачиваемое на разработку теста, а также минимизировать вероятность возникновения ошибок;

2) введение вектора переменных для нумерации контактов разъёмов кабельных изделий и автоматическое создание таблицы машинных номеров. Это позволит тестировать изделие в произвольном разъёме испытательного стенда;

3) мониторинг корректности ввода текста тестовых программ на основе использования сформулированных правил написания тестовых программ (в случае спорной ситуации система обеспечивает вывод диалогового окна для подтверждения действий пользователя);

4) синтаксическая проверка вводимых в тестовую программу команд;

5) редактирование программ контроля с формированием комплекта сопроводительной документации;



- б) быстрый поиск методик испытаний и программ тестирования уже существующих изделий в базе данных текстов программ тестирования;
- 7) отслеживание истории изменений в файлах тестовых программ с документированием причин внесения изменений;
- 8) создание шаблонов некоторых часто используемых функций тестирования;
- 9) создание и ведение БД результатов испытаний, анализ данных которой позволит выявить слабые места, вероятность обнаружить брак в которых является особо высокой;
- 10) оперативная обратная связь с производственным участком.

Разрабатываемая АИС позволяет автоматизировать процесс передачи документов между отделами внутри предприятия, осуществляет взаимодействие с единым хранилищем тестовых программ, автоматизирует процессы внесения изменений в тестовые программы, снижая трудоемкость процесса тестирования кабельных изделий, что обеспечивает повышение эффективности деятельности предприятия авиационной промышленности.

Литература

1. Холдин Р.С., Анищенко Ю.А. Проблемы и тенденции развития авиационной промышленности России // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2012. №8 С.78-79.
2. Павлов Павел Владимирович Перспективы и стратегические направления развития авиационной отрасли промышленности России // Вестник ТИУиЭ. 2010. №2 С.6-9.

А.Н. Соколова

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ САМОЛЕТОВ УЗЛОВОГО АЭРОПОРТА ПО КРИТЕРИЮ ЭКОНОМИЧНОСТИ

(Самарский университет)

В последние годы перегруженность стала проблемой в некоторых элементах системы управления воздушным движением. Перегруженность часто вызывается тем, что система управления воздушным движением зависит от аэропортов и их пропускной способности непостоянно. Изменения в пропускных способностях аэропорта могут быть очень высокими. В этой статье предлагается модель математического программирования для оптимизации управления потоками воздушных судов (ВС) в узловом аэропорте. Под узловым аэропортом понимается аэропорт со значительной долей трансферных перевозок. Характерной особенностью узлового аэропорта является наличие ярко выраженных пиков интенсивности потоков прилетающих и вылетающих ВС. Таким образом, актуальной задачей является определение численности ВС, которые мо-



гут быть приняты и выпущены аэродромом в течение заданных промежутков времени. Используется подход, предложенный Гильбо Е.П. [1]. Оригинальность работы состоит в том, что модель может быть применена к любому узловому аэропорту с большой интенсивностью прилетающих и вылетающих ВС.

Проблема сводится к задаче математического программирования, решаемой известными методами [2]. Рассматривается период времени T в течение которого наблюдаются вылеты и прилеты. Период времени T делится на интервалы времени N длина которых Δ . Считается заданным число заявок на прилетающие и вылетающие ВС.

Вводятся следующие обозначения:

T - временной интервал из N промежутков времени;

I - ряд временных интервалов; $I \in [1..N]$;

a_i - интенсивность прибывающих ВС в i -тое время;

d_i - интенсивность вылетающих ВС в i -тое время;

X_i - очередь из прибывающих ВС i -того промежутка времени, где $i=1..N+1$;

Y_i - очередь из вылетающих ВС i -того промежутка времени, где $i=1..N+2$;

Φ - совокупность кривых пропускных способностей, которые представляют все конфигурации ВПП аэропорта при всех погодных условиях;

$\varphi_i(u_i)$ - зависимость пропускных способностей, обслуживающих вылетающие ВС, которая определяет пропускную способность аэропорта в i -тый период времени,

u_i - пропускная способность, обслуживающая прибывающие ВС в аэропорту в i -тый слот времени, $i \in I$;

v_i - пропускная способность, обслуживающая вылетающие ВС в аэропорту в i -тый слот времени, $i \in I$;

α - коэффициент, учитывающий приоритет прилетающих ВС над вылетающими;

γ_i - коэффициент, учитывающий приоритет ценности временного интервала;

B - пропускная способность аэродрома, учитывающая только прилетающие ВС;

D - пропускная способность аэродрома, учитывающая только вылетающие ВС;

N - количество временных интервалов;

Δ - длина временного интервала.

Пропускная способность прибытий аэропорта в i -том временном интервале u_i и пропускная способность вылетов аэропорта в i -том временном интервале v_i взаимозависимы. Предположено, что зависимость пропускных способностей, обслуживающих вылетающие ВС от пропускных способностей, обслуживающих прилетающие ВС будет иметь вид близкий к эллипсу. Тогда уравнение, выражающее эту зависимость будет иметь следующий вид:



$$\frac{u_i^z}{B^z} + \frac{v_i^z}{D^z} = 1. \quad (1)$$

Предположено, что в какой-то момент времени число вылетающих ВС v_i и прилетающих ВС u_i будет совпадать. Тогда из теоремы Пифагора получаем следующее выражение:

$$c^2 + c^2 = n^p, \quad (2)$$

где c – пропускная способность, учитывающая одинаковое количество прилетающих/вылетающих ВС,

n^p – средняя пропускная способность, учитывающая количество вылетающих и прилетающих ВС одновременно.

Путем алгебраических преобразований найдена неизвестная c . Предварительно определена расчетная пропускная способность аэродрома. При подстановке в уравнение 1 чисел v_i и u_i равных, получено уравнение с одной неизвестной z , которое решено графически (рисунок 1).

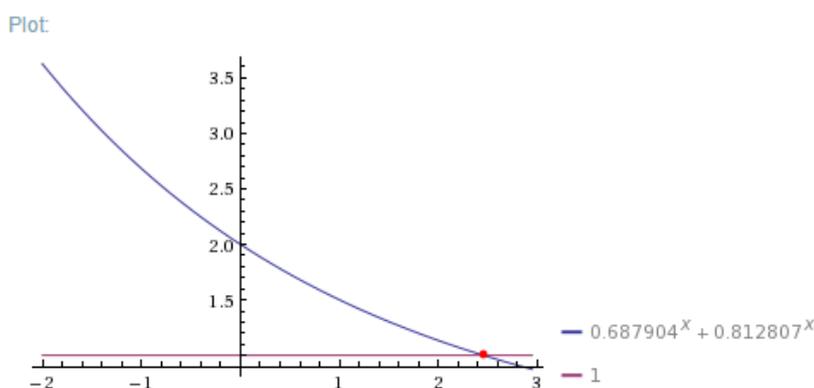


Рисунок 1 – Графическое решение уравнения 1

Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты расчетов пропускных способностей

B,	2
BC/ч	6,969
D	3
, BC/ч	1,865
n^p	3
,BC/ч	1,338
c ,	2
BC/ч	2,159
z	2
	,4562

Таким образом, получена точная зависимость пропускных способностей, обслуживающих вылетающие ВС от пропускных способностей, обслуживающих прилетающие ВС (рисунок 2).

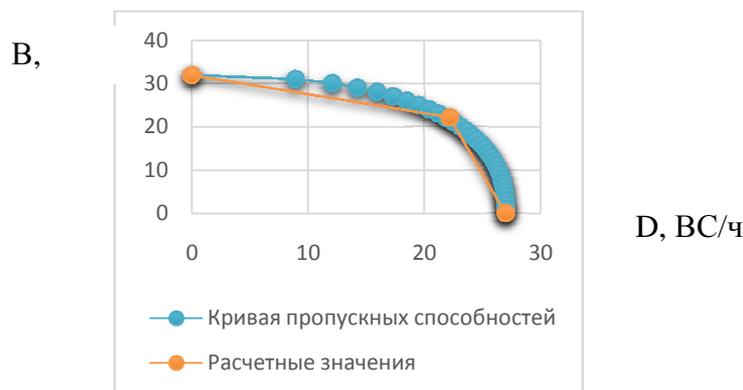


Рисунок 2. Зависимость пропускных способностей, обслуживающих вылетающие ВС от пропускных способностей, обслуживающих прилетающие ВС

Зависимость позволяет построить достоверную математическую модель в качестве критерия оптимальности которой выступает минимальная величина суммарных убытков авиапредприятия, вызванных ожиданием ВС команды «на взлет» или «на посадку»:

$$\min_u \sum_{i=1}^N \gamma_i (\alpha_i X_{i+1} + (1 - \alpha) Y_{i+1}), \quad 1 \geq \alpha \geq 0 \quad (3)$$

Очередь из прилетающих ВС либо отсутствует, либо равна сумме из очереди на предыдущем временном интервале и интенсивности прилетающих ВС с вычетом пропускной способности, обслуживающей прибывающие ВС в аэропорту в i -тый слот времени. Для очереди из вылетающих ВС определение аналогично. Очереди из прилетающих и вылетающих ВС определены по следующим формулам:

$$X_{i+1} = \max(0, X_i + a_i - u), \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

$$Y_{i+1} = \max(0, Y_i + a_i - v), \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (5)$$

Пропускная способность v_i исходя из уравнения 1 рассчитана следующим образом:

$$v_i = D \cdot \sqrt[2]{\left(1 - \frac{u_i^2}{B^2}\right)} \quad (6)$$

На очереди из прилетающих и вылетающих ВС накладываются ограничения неотрицательности:

$$X_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, N + 1 \quad (7)$$

$$Y_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, N + 1 \quad (8)$$

На численности ВС, которые могут быть приняты или выпущены аэродромом в течение определенных промежутков времени, накладываются ограничения, обусловленные пропускной способностью аэропорта:

$$0 \leq v_i \leq \varphi_i(u_i), \quad \varphi_i(u_i) \in \Phi, \quad i \in I, \quad (9)$$

$$0 \leq u_i \leq B_i, \quad i \in I, \quad (10)$$

Задача решена на примере одного из иностранных аэропортов, функционирующего по схеме «хаба» с большой пропускной способностью. Расчетный



алгоритм реализован на базе табличного процессора Microsoft Excel с использованием надстройки «Поиск решения».

Интенсивности потоков прилетов и вылетов ВС для аэропорта города Мюнхен представлены на рисунке 3.



Рисунок 3. Интенсивности потоков прилетов и вылетов ВС для аэропорта города Мюнхен

Интенсивности потоков прилетов и вылетов ВС имеют характерные для узловых аэропортов пики, что говорит о большой загруженности в определенные слоты времени.

Графики для пропускных способностей аэропорта, обслуживающих вылетающие и прилетающие ВС с оптимизированными и неоптимизированными значениями представлены на рисунке 4.

Оптимизация управления потоками прилетающих и вылетающих ВС позволяет сократить длину очереди в 221%, а убытки – в 133%. Что подтверждает правомерность постановки задачи оптимизации и эффективность предложенного подхода решения.

Таким образом, решение данной задачи позволяет существенно улучшить характеристики обслуживания ВС для такой перспективной категории аэропортов, как «хабы».

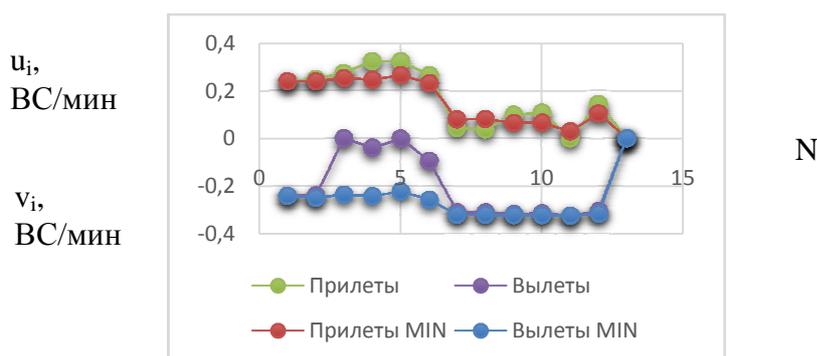


Рисунок 4. Пропускные способности для вылетающих и прилетающих ВС

Литература

1. Gilbo E. P. Airport Capacity: Representation, Estimation, Optimization // IEEE transactions on control systems technology. - 1993. - No. 3. - P. 144-154.
2. Gilbo, E. P., Optimizing Airport Capacity Utilization in Air Traffic Flow Management Subject to Constraints at Arrival and Departure Fixes // IEEE Transactions on Control Systems Technology. – 1997. - Vol. 5. - P. 490 – 503.



В.П. Сироченко

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ В НЕФТЯНОМ ПЛАСТЕ ПРИ ПЛОЩАДНОМ ЗАВОДНЕНИИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В процессе разработки нефтяной залежи используются различные методы воздействия на пласт, например, закачка воды или другого агента. Рассмотрим один элемент периодической пятиточечной системы площадного заводнения нефтяного пласта в виде квадрата с нагнетательной скважиной в центре и четырьмя добывающими скважинами в углах [1] (рис. 1).

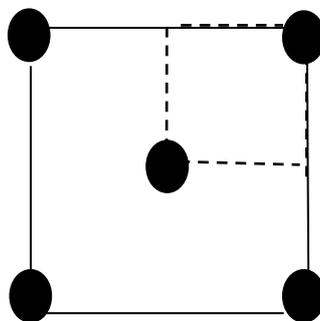


Рис. 1. Элемент пятиточечной системы заводнения нефтяного пласта.

Целью работы является расчет фильтрации жидкости от нагнетательной скважины к добывающим скважинам. При заданном перепаде давления в нагнетательной и добывающих скважинах требуется получить распределение давления в элементе, рассчитать поле скоростей жидкости и функцию тока.

При построении математической модели фильтрации жидкости в пятиточечном элементе в силу симметрии в качестве расчетной области достаточно взять область, выделенную на рис.1 пунктирными линиями. Предполагается, что пласт имеет постоянную мощность, которая мала по сравнению с его размерами в горизонтальной плоскости, и что кровля и подошва пласта непроницаемы. Это позволяет провести осреднение параметров пласта по мощности и свести трехмерную задачу к двумерной. Считается, что пласт однородный по проницаемости, фильтрация представляет собой изотермический процесс, а жидкость однофазная и несжимаемая.

В этих условиях движение жидкости описывается уравнением неразрывности и линейным законом фильтрации Дарси [2]:

$$\operatorname{div} u = 0,$$



$$u = -\frac{k}{\mu} \text{grad } P .$$

Здесь $u = (u, v)$ – вектор скорости жидкости, P – давление в жидкости, k – проницаемость пласта, μ – коэффициент вязкости жидкости.

Отсюда получим уравнение для давления

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{k}{\mu} \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{k}{\mu} \frac{\partial P}{\partial y} \right) = 0,$$

которое решается в расчетной области при следующих граничных условиях: на границе нагнетательной скважины задано давление $P = P_n$, на границе добывающей скважины задано давление $P = P_d$, на боковых границах области выполняются условия симметрии: на левой и правой границах $u = 0$ или $\partial P / \partial x = 0$, на нижней и верхней границах $v = 0$ или $\partial P / \partial y = 0$.

После нахождения давления P могут быть найдены компоненты вектора скорости:

$$u = -\frac{k}{\mu} \frac{\partial P}{\partial x}, \quad v = -\frac{k}{\mu} \frac{\partial P}{\partial y},$$

и функция тока ψ из соотношений:

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = -v, \quad \frac{\partial \psi}{\partial y} = u.$$

Для численного решения сформулированной задачи фильтрации применим конечно-разностный метод [3]. Для этого перейдем к безразмерным переменным, заменим непрерывную область разностной сеткой и с помощью интегро-интерполяционного метода [3] аппроксимируем все дифференциальные соотношения конечно-разностными аналогами.

Особенность задачи состоит в нерегулярности расчетной области: площадь области фильтрации много больше площади сечения скважин. При построении неравномерной разностной сетки с узлами

$$(x_i, y_j), \quad i, j = 0, 1, \dots, N,$$

границы скважин делятся на заданное количество частей, и внутренние узлы сетки, лежащие вблизи границ скважин, согласуются с этими частями. Такое построение сетки обеспечивает необходимую аппроксимацию границ скважин. Узлы, лежащие внутри расчетной области, рассчитываются по специальным формулам так, чтобы сетка сгущалась вблизи скважин и становилась все более разреженной при приближении к центру расчетной области. Шаги сетки вычисляются по формулам

$$\Delta x_i = x_i - x_{i-1}, \quad \Delta y_j = y_j - y_{j-1}, \quad i, j = 1, 2, \dots, N.$$

Будем определять давление в центрах прямоугольных ячеек разностной сетки, компоненты скорости в серединах сторон ячеек сетки, а функцию тока в узлах сетки:



$$P_{i-1/2, j-1/2}, \quad u_{i, j-1/2}, \quad v_{i-1/2, j}, \quad \psi_{i, j}.$$

Разностное уравнение для безразмерного давления во внутренних узлах сетки имеет вид:

$$\frac{1}{\Delta x_i} \left[\frac{P_{i+1/2, j-1/2} - P_{i-1/2, j-1/2}}{\Delta x_i + \Delta x_{i+1}} - \frac{P_{i-1/2, j-1/2} - P_{i-3/2, j-1/2}}{\Delta x_{i-1} + \Delta x_i} \right] +$$

$$\frac{1}{\Delta y_j} \left[\frac{P_{i-1/2, j+1/2} - P_{i-1/2, j-1/2}}{\Delta y_j + \Delta y_{j+1}} - \frac{P_{i-1/2, j-1/2} - P_{i-1/2, j-3/2}}{\Delta y_{j-1} + \Delta y_j} \right] = 0.$$

В приграничных узлах сетки это уравнение модифицируется в соответствии с граничными условиями. Для решения системы разностных уравнений для давления используется эффективный итерационный попеременно-треугольный метод в сочетании с методом сопряженных градиентов [4]. По рассчитанному давлению вычисляются компоненты скорости:

$$u_{i, j-1/2} = -2 \frac{k}{\mu} \frac{P_{i+1/2, j-1/2} - P_{i-1/2, j-1/2}}{\Delta x_i + \Delta x_{i+1}}, \quad v_{i-1/2, j} = -2 \frac{k}{\mu} \frac{P_{i-1/2, j+1/2} - P_{i-1/2, j-1/2}}{\Delta y_j + \Delta y_{j+1}},$$

и функция тока:

$$\psi_{i, j} = \psi_{i-1, j} - \Delta x_i \cdot v_{i-1/2, j} \quad \text{или} \quad \psi_{i, j} = \psi_{i, j-1} + \Delta y_j \cdot u_{i, j-1/2}.$$

Проведены расчеты при различных геометриях расчетной области, перепадах давления в скважинах и различных параметрах разностной сетки. Результаты расчетов представлялись в виде картин изобар и линий тока жидкости как во всей расчетной области, так и в окрестностях нагнетательной и добывающей скважин. На рис. 2,3 представлены результаты расчетов одного из вариантов.

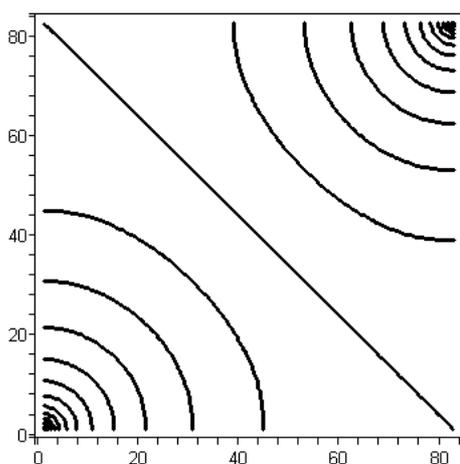


Рис. 2. Изобары в расчетной области.

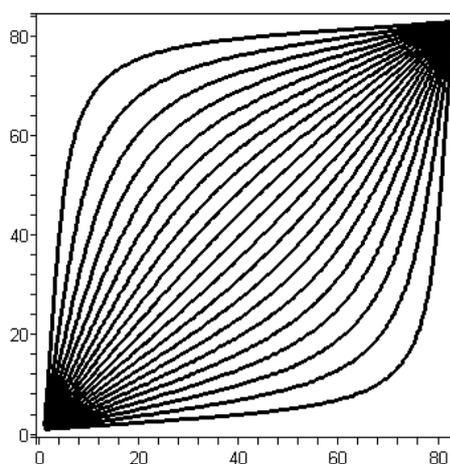


Рис. 3. Линии тока жидкости в расчетной области.



Литература

- [1]. Гиматудинов, Ш.К. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Проектирование разработки / Ш.К. Гиматудинов, Ю.П. Борисов, М.Д. Розенберг и др. – М.: Недра, 1983. – 463 с.
- [2]. Басниев, К.С. Подземная гидравлика: учебник для вузов / К.С. Басниев, А.М. Власов, И.Н. Кочина, В.М. Максимов. – М.: Недра, 1986. - 303 с.
- [3]. Самарский, А.А. Теория разностных схем / А.А. Самарский. – М.: Наука, 1989. – 616 с.
- [4]. Самарский, А.А. Вычислительная теплопередача / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.

А.В.Суворов

АНАЛИЗ ОЖИДАЕМОЙ ЗАГРУЖЕННОСТИ СЕКТОРОВ САМАРСКОГО УКРУПНЁННОГО ЦЕНТРА ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

(Высшая школа аэронавигации, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации)

Диспетчерами Самарского Укрупнённого Центра обслуживания воздушного движения (ОВД) ежегодно обслуживается более миллиона воздушных судов [1]. Годовой рост количества обслуживаемых воздушных судов (ВС) достигает 7%. В этих условиях для обеспечения безопасности полетов при обслуживании воздушного движения необходимо заблаговременно проверять соответствие пропускной способности μ секторов ОВД ожидаемым потребностям λ в использовании воздушного пространства [2,3]:

$$\lambda \leq \mu \quad (1)$$

Пропускная способность μ для каждого сектора (диспетчерского пункта) определяется допустимым количеством поступающих в сектор ОВД воздушных судов (ВС) в единицу времени, при котором загруженность диспетчера не превышает его физических возможностей выполнять свою работу без ошибок и нарушений [3,4]. Фактическая же интенсивность λ потоков воздушных судов, поступающих в секторы УВД, может существенно изменяться по времени года и в течение часов суток [4,5]. Поэтому, гарантийный подход к обеспечению безопасности полетов предполагает принятие организационно-управленческих решений по совершенствованию системы организации воздушного движения (ОрВД) с учетом условия (1) в расчете на наиболее загруженные часы работы Центра ОВД - часы пик. Причем, решения по реорганизации структуры воздушного пространства должны приниматься в расчете на ожидаемое положение дел с прогнозом на будущее по крайней мере на 3-5 лет, т.к. на разработку и внедрение новых структурных решений потребуется дополнительное время [2,3]. Поэтому, в качестве ключевого показателя загруженности секторов ОВД необходимо использовать ожидаемую интенсивность λ потоков воздушных су-



дов, поступающих в секторы ОВД в часы пик с учетом ожидаемого изменения объемов воздушного движения в зоне ответственности Центра ОВД. Для этих целей может быть применена следующая математическая модель [4,5]:

$$\lambda = \frac{h}{T_{\text{раб}}} \cdot S, \quad S = \frac{H}{D} \cdot M, \quad (2)$$

где: M - ожидаемое количество обслуживаемых воздушных судов в Центре ОВД (или секторе ОВД) в месяц; S - ожидаемое количество обслуживаемых воздушных судов в сутки пик анализируемого месяца; D – количество дней в месяце; H – коэффициент неравномерности распределения количества обслуживаемых воздушных судов по суткам месяца (в первом приближении $H=1,20$ при $M \geq 1500$ ВС/месяц); $T_{\text{раб}}$ - время работы Центра ОВД, в течение которого выполняются полеты в зоне ОВД (для Центров ОВД, работающих круглосуточно, $T_{\text{раб}} = 24$ часа); h – коэффициент неравномерности распределения количества обслуживаемых воздушных судов по часам суток.

Для идентификации коэффициентов h по тестовой выборке распределения обслуживаемых воздушных судов S по 24-м часам суток выполнен анализ взаимосвязи среднего количества обслуживаемых воздушных судов в часы пик с наблюдаемым количеством S в каждые конкретные сутки (см. рис.1). Здесь часами пик определены три "максимальных" (наиболее загруженных) часа из 24-х для каждых конкретных суток [5].

Все наблюдения были разделены на группы ("облака" точек на рисунке 1) по диапазонам значений S . Для каждой группы ("облака" точек) определялись средние значения количества воздушных судов в сутки и в часы пик. Пары полученных чисел ("сутки", "часы пик") откладывались на точечную диаграмму с аппроксимацией отложенных точек (см. рис.2). Таким образом получена математическая модель для определения коэффициентов неравномерности h распределения количества обслуживаемых воздушных судов по часам суток для Самарского Укрупнённого Центра ОВД:

$$h = 0,0000051 S^2 - 0,00509 S + 2,77 \text{ при } S \leq 500 \text{ ВС/сутки}, \quad (3)$$
$$h = 1,5 \text{ при } S > 500 \text{ ВС/сутки}$$

Математическая модель (3) позволяет персонализировать идентификацию коэффициента h неравномерности распределения обслуживаемых воздушных судов по часам суток для потоков ВС Самарского Центра ОВД.

Если теперь в формулу (2) в качестве M подставить ожидаемое количество обслуживаемых воздушных судов в месяц пик с прогнозом, например, до 2020-го года (прогноз может быть выполнен построением линии тренда по данным ежегодного роста), то, с учетом (3), можно оценить ожидаемую загруженность секторов ОВД (см. рис.3).

Из диаграммы видно, что к 2020-му году в некоторых секторах ОВД в часы пик можно ожидать перегрузку не только относительно установленного норматива пропускной способности (НПС), но и относительно предельно допустимой пропускной способности (ПДПС).

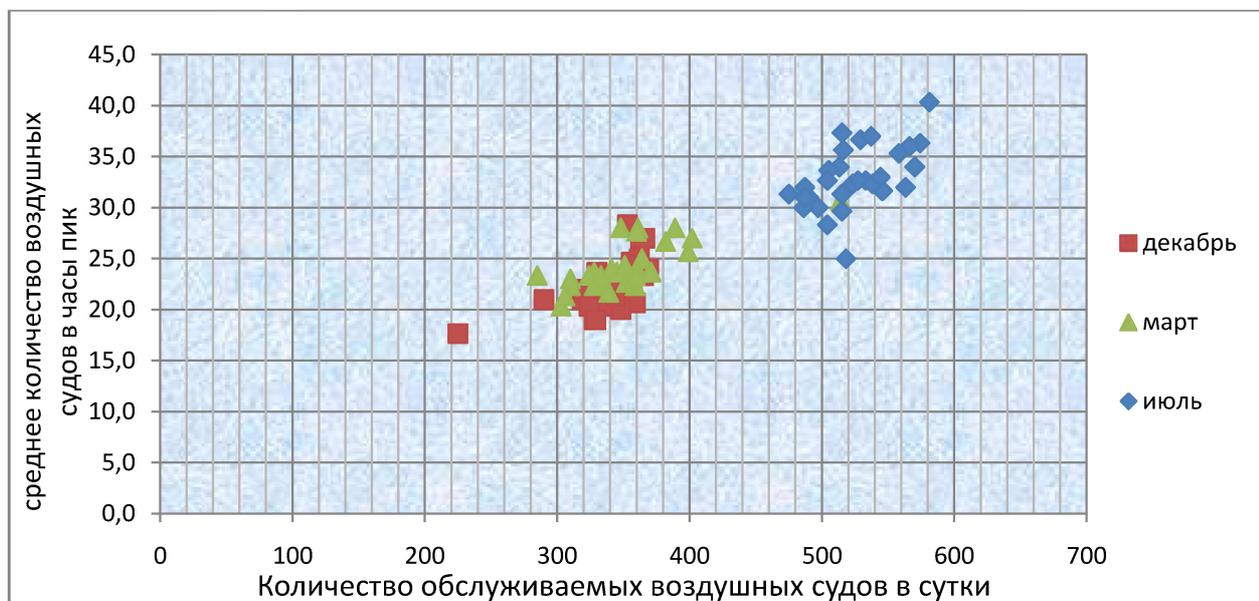


Рисунок 1. Пример наблюдаемой взаимосвязи между количеством обслуживаемых воздушных судов в часы пик и в сутки

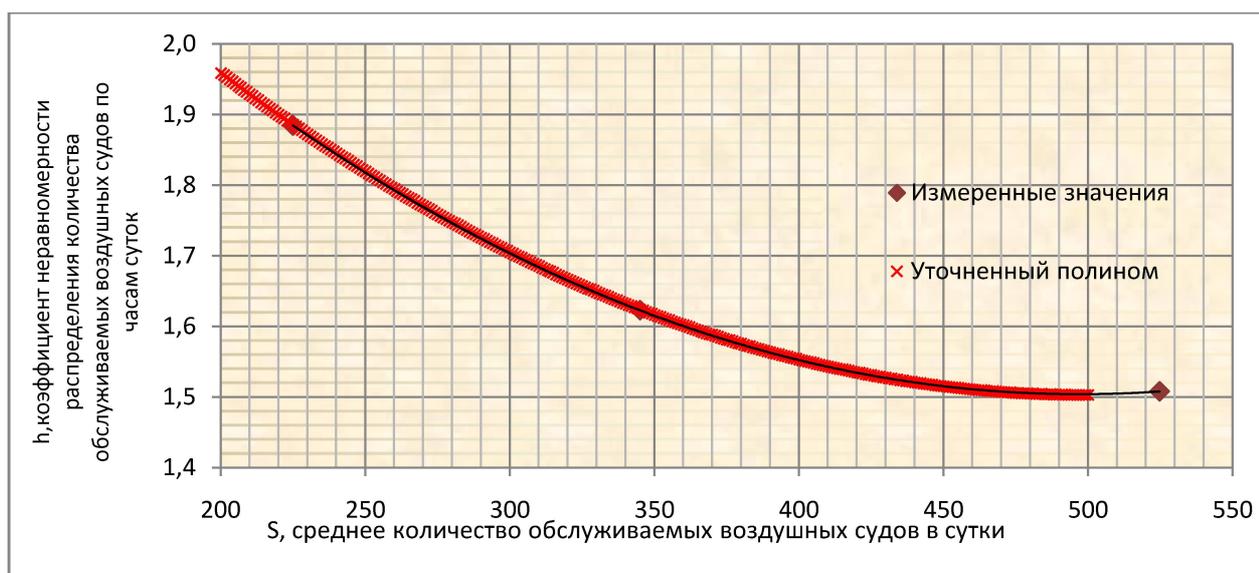


Рисунок 2. Зависимость коэффициента h неравномерности распределения количества воздушных судов по часам суток от количества S обслуживаемых воздушных судов для потоков ВС Самарского Укрупнённого Центра ОВД

На Рисунке 4 приведен ранжированный по коэффициенту λ/μ ожидаемой загруженности список секторов ОВД.

Таким образом, с помощью математических моделей (2) и (3) можно осуществить оценку ожидаемой загруженности секторов Самарского Центра ОВД при принятии решений о необходимости модернизации структуры воздушного пространства и системы ОрВД.

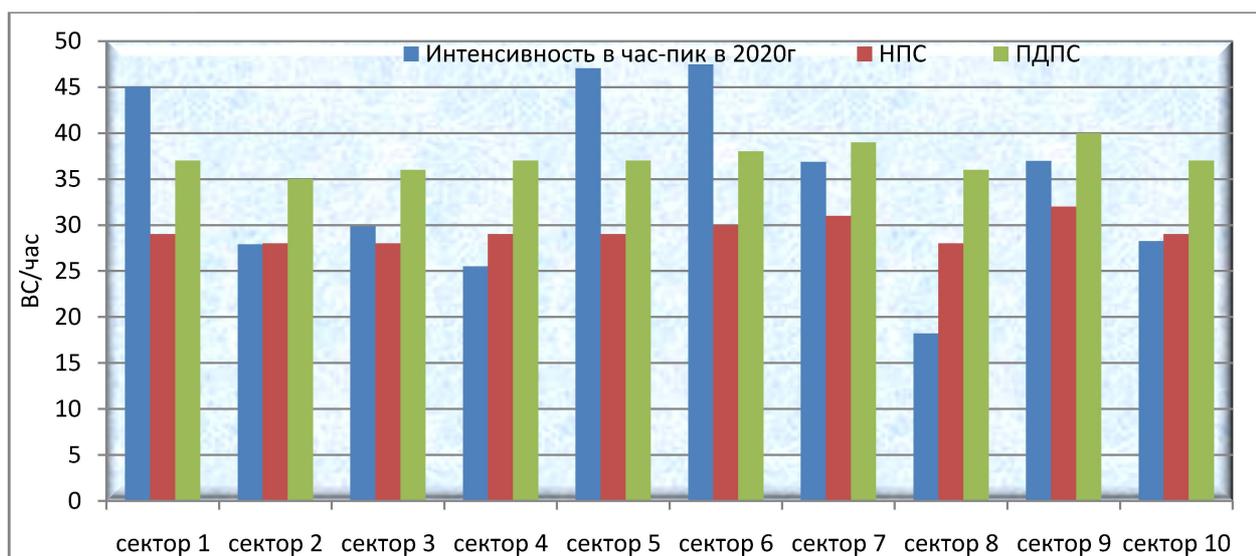


Рисунок 3. Ожидаемая загруженность секторов Самарского Укрупнённого Центра ОВД.

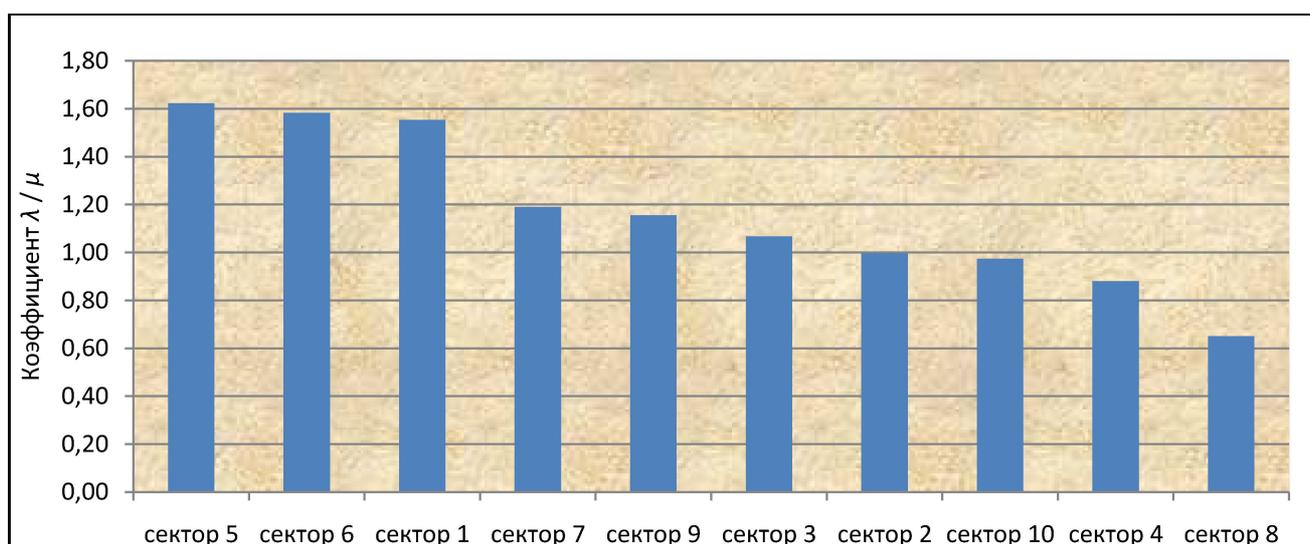


Рисунок 4. Коэффициент λ / μ ожидаемой загруженности секторов ОВД

Литература

1. Аэронавигация Центральной Волги. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.centrvolga.ru/>, свободный. Яз. рус. (дата обращения 07.02.2017).
2. Крыжановский Г.А. Введение в прикладную теорию УВД.: Учебник для вузов ГА.– М.: Машиностроение, 1984. – 368 с.
3. Алешин В.И., Дарымов Ю.П., Крыжановский Г.А. и др. Организация управления воздушным движением / Под ред. Г.А. Крыжановского. – М.: Транспорт, 1988. – 264 с.
4. Алешин В.И., Купин В.В., Плясовских А.П. Методы проектирования организации воздушного пространства. Методические указания по выполнению



курсовой работы по теме «Оценка эффективности организации воздушного пространства в зоне ответственности службы движения» / Университет ГА, Санкт-Петербург, 2007.

5. Алешин В.И., Крыжановский Г.А., Купин В.В. Исследование неравномерности транспортных потоков при управлении воздушным движением. В кн.: "Мехатроника, автоматизация, управление". Теоретический и прикладной научно-технический журнал. – М.: Изд. «Новые технологии», 2009. № 4, ISSN 1684-6427. – С. 67-72.

Ч.М. Хидирова

МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ КОРПОРАТИВНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

(Ташкентский университет информационных технологий, Узбекистан)

В работе рассматривается одна из важнейших задач информационно-коммуникационных технологий – задача моделирования процессов оценки надежности корпоративных сетей. Предлагается подход к решению задачи идентификации, основанной на преобразованиях Лапласа и методах проверки правильности передачи данных.

Вопросы моделирования и идентификации надёжности систем передачи данных (СПД) достаточно широко исследованы в работах [1] и получен ряд адекватных математических моделей, по которым оценивается надёжность их функционирования. При переходе к цифровым технологиям эксплуатации телекоммуникационной сети (а в прочем и инфокоммуникационной системы) возникают специфические особенности. Ввиду этого, рассмотрим некоторые аналитические и статистические подходы к решению задачи оценки надёжности корпоративных вычислительных систем.

В общем случае задача идентификации процесса оценки надежности корпоративных вычислительных систем (КВС) определяется следующим образом: необходимо определить степень надежности всей системы, при известных показателях надежности составляющих КВС, т.е. если h_1, h_2, \dots, h_k – показатели надежности составляющих КВС, то необходимо определить общий показатель надежности КВС [1,2,3,6].

$H = F(h_1, h_2, \dots, h_k)$ где, F – неизвестная функция оценки общего показателя надежности КВС.

Определение F является классической задачей идентификации. Согласно классической схеме, при идентификации свойств различных систем, в частности КВС определим основные характеристики показателей их надежности. Обычно надежность КВС характеризуется продолжительностью времени безотказного ее функционирования, на которую влияют следующие факторы [1,2]:

- ошибки оперативной памяти и процессоров компьютеров КВС;
- ошибки в межмодульных соединениях;



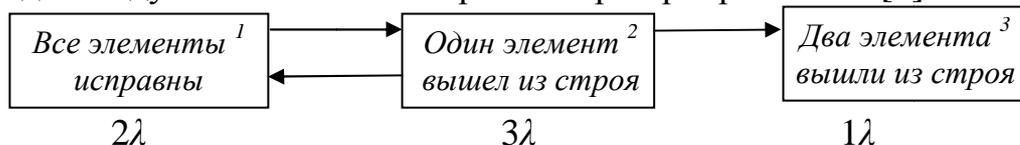
- ошибки в серверах (или в маршрутизаторах);
- ошибки человека-оператора;
- ошибки вследствие влияния окружающей среды;
- ошибки вследствие отклонения характеристик источника питания.

Эти, и ряд другие причины могут активно влиять на надежность КВС в ходе ее эксплуатации, и в целом резко снизит эффективность ее работы. Ошибки процессора хотя бы одного из составляющих КВС компьютера, на пример, обращение к n – индексному регистру может внезапно прерваться, в следствии, потери какого-либо двоичного разряда, может привести к отключению своей системы. Показатель надежности в основном характеризуется вероятностью безотказной работы КВС. Вероятность безотказной работы нерезервированной системы, куда относится КВС в течение времени T определяется по формуле [5,6] $R = e^{-\lambda T}$, где λ – интенсивность отказов системы, T – требуемая наработка.

Для восстанавливаемой системы существует еще три показателя надежности:

- коэффициент готовности – $A = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$;
- коэффициент неготовности – $\bar{A} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}$;
- частота отказов (или среднее число отказов за единицу времени работы системы) – $f_r = \frac{\lambda \mu}{\lambda + \mu}$.

Коэффициент готовности показывает среднюю долю времени пребывания КВС в работоспособном состоянии в течении достаточно большом интервале времени; коэффициент неготовности системы определяет среднюю долю времени пребывания КВС в неисправном состоянии в течении определенного интервала времени. Для определения закономерности в статье рассматривается модель оценки надежности КВС. В качестве примера определена диаграмма переходов модульной системы с тройным резервированием [4].



При этих условиях вероятность безотказной работы восстанавливаемой модульной системы с трехкратным резервированием определяется как $R_{TMR} = P_1(t) + P_2(t)$, где $P_i(t)$ - вероятность того, что в момент времени t система находится в i -м состоянии. Дифференциальные уравнения состояний системы, изображенной на рисунке, имеют вид

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \mu P_2(t) - 3\lambda P_1(t), \quad \frac{dP_2(t)}{dt} = 3\lambda P_1(t) - (2\lambda + \mu)P_2(t), \quad \frac{dP_3(t)}{dt} = 2\lambda P_2(t).$$

Учитывая что, $P(0)=1$ и используя преобразования Лапласа для вышеизложенной системы получим решение, на основе чего определяются показатели надежности КВС и соответствующие рекомендации для восстановления.



Решения задачи идентификации, процесса оценки надежности КВС, получена динамическая система оценки надежности КВС в режимах её эксплуатации и рекомендации по настройке параметров КВС для восстановления. На основании этих решений, можно разработать специальные программные модули, обеспечивающие непрерывный или дискретный мониторинг функциональной надежности КВС.

Методы проверки правильности передачи данных базируются на принципах обнаружения ошибок, с последующим выявлением места возникновения ошибок. Чтобы обеспечить надежность передачи данных, используется два основных метода:

- коды с обнаружением ошибок — позволяют выявить наличие ошибки;
- коды с обнаружением и исправлением ошибок — позволяют выявить место возникновения ошибки.

Оба этих метода основаны на внесении избыточного кода в передаваемый блок данных таким образом, чтобы при анализе полученного блока можно было бы получить информацию о возникших ошибках.

Метод проверки правильности передачи данных, использующий код с обнаружением ошибок, подразумевает проверку с помощью контрольной суммы. *Контрольная сумма* — это некоторое значение, рассчитанное по определенным алгоритмам для входной последовательности данных. Суть этого метода заключается в расчете с помощью специального алгоритма контрольной суммы пакета данных, которая передается вместе с пакетом, для которого она была рассчитана. Рабочая станция, получившая пакет, производит повторный расчет контрольной суммы. Если значения полученной вместе с пакетом и рассчитанной контрольных сумм не совпадают, то считается, что пакет передан с ошибкой и требуется его повторная пересылка. Алгоритм расчета контрольной суммы определяется технологией, используемой для передачи данных.

Самым распространенным алгоритмом проверки правильности передачи данных по сети является проверка с помощью циклического избыточного кода (Cyclical Radianse Check — CRC)

Основная идея алгоритма CRC состоит в представлении всего сообщения в виде огромного двоичного числа, делении его на другое фиксированное двоичное число. При этом в качестве контрольной суммы используется остаток от этого деления. Обычно делитель выбирается таким образом, чтобы остаток имел длины в 16 разрядов (CRC-16) или 32 разряда (CRC-32). Алгоритм CRC обладает очень неплохими показателями: он обнаруживает практически все ошибки и обладает невысокой степенью избыточности кода.

Литература

1. Антонов А.В., Никулин М.С. Статистические модели в теории надежности. -М.: «Абрис», 2012.
2. Диллон Б., Сингх Ч. Инженерные методы обеспечения надежности систем. -М.: «Мир», 1984. -318 с.



3. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. -СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2007 г., -278с.
4. Захаров Г.П. Методы исследования сетей передачи данных. -М.: Радио и связь, 1982. -208 с.
5. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надёжности. -СПб.:БХВ-Петербург, 2006. -702с.
6. Черкесов Г.Н. Надёжность аппаратно-программных комплексов. - Спб.: Питер, 2005.

Ч.М. Хидирова, У.Ж. Ахматов

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ПО ДИСКРЕТНЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ

(Ташкентский университет информационных технологий, Узбекистан)

В данной статье исследуются классы алгоритмов и методов непрерывной и дискретной адаптации моделей с целью построения системы признаковых характеристик, определяющих их эффективность при реализации в системах управления сложными системами (СС). Предлагается алгоритмы адаптации улучшенной сходимости, базирующийся на методах случайного поиска и исследуются их статистические свойства. Разработка эффективных систем управления при неопределённых параметрах СС является одной из центральных проблем теории управления.

Сформулируем задачу параметрической адаптации моделей СС при дискретной форме поступления данных наблюдений по каналу «вход-выход». Пусть СС подлежит наблюдению по каналу «вход-выход» с постоянной или переменной частотой измерения. Значения векторов входа $\bar{x}_0(N)$ и выхода $\bar{y}_0(N)$ когда невозможно прогнозировать погрешности при наличии возмущений, могут значительно отличаться от модельных значений, которые были адаптированы в предыдущие моменты $i=1,2,3,\dots,N-1$ измерения. Поэтому возникает необходимость определить такие значения параметров модели, при которых значения выходных параметров $\bar{y}_0(N)$ мало отличались бы от модельных значений $\bar{y}_M(N)$. Рассмотрим эту задачу для случая, когда СС формализуется линейной моделью с аддитивной помехой $\bar{\eta}(K)$:

$$\bar{y}(K) = A(K)\bar{x}^T + \bar{\eta}(K) , \quad (1)$$

где $A(K)$ - матрица оцениваемых параметров размерности $(m \times n)$,

$\bar{x}(K) = [x_1(K), \dots, x_n(K)]$ - вектор входа СС,

$\bar{y}(K) = [y_1(K), \dots, y_m(K)]$ - вектор выхода СС.

Будем полагать, что СС определена как «чёрный ящик». Математическая задача параметрической адаптации СС по дискретным наблюдениям записывается следующим образом:

$$J[A(N)] = J[A(N)\bar{x}(N+1) - \bar{y}_0(N)] \rightarrow \min \Rightarrow A^*(N+1) \quad (2)$$

причем $A(N) \in \Omega$



$$y(N+1) = A^*(N+1)\bar{x}^T(N+1) \cong \bar{y}_0(N+1), \quad (3)$$

где $A^*(N+1)$ - адаптивные параметры модели в момент $N+1$; $\bar{y}(N+1)$ - значения выходных параметров, полученные по адаптивной модели в момент $N+1$; $\bar{y}_0(N+1)$ - значения наблюдений за выходом объекта; J - критерий адаптации модели. Блок-схема формализации задачи (2) или (3) представлена на рис.1. Здесь за ε принят порог чувствительности адаптации, по которому определяется адекватность модели объекту. Очевидно, что процедура адаптации подключается, в случае выполнения условия

$$J[A(N)] > \varepsilon. \quad (4)$$

В противном случае, в качестве адаптированной модели принимается исходная (адекватная) модель, параметры которой были оценены в предыдущих моментах измерений. Алгоритмы и методы решения задачи параметрической адаптации моделей по своим принципам делятся на две группы. В первую группу входят шаговые алгоритмы, которые носят в основном рекуррентный характер [1,2,4,5,6]. Среди этой группы наиболее хорошо изучен и широко распространен, базовый алгоритм Качмажа [4,7], который разработан для замкнутых систем с возмущениями.

Типовым примером шагового алгоритма является следующий:

$$\bar{a}(N+1) = \bar{a}(N) + \frac{1}{N+1} [y_0(N+1) - \bar{a}^T(N)\bar{x}(N)]\bar{x}(N+1), \quad (5)$$

где $y_0(N+1)$ - значение наблюдений за объектом в момент $N+1$.

Алгоритмы типа (17) могут быть использованы как для линейных моделей

$$y(N) = \sum_{j=0}^n a_j(N)x_j(N); \quad x_0 = 1 \quad (6)$$

так и для нелинейных моделей СС

$$y(N) = \sum_{j=0}^n \sum_{i=0}^n a_{ij}(N)x_j(N)x_i(N), \quad x_{00} = 1 \quad (7)$$

Конкретизируя (5), рассмотрим принципиальные свойства алгоритма Качмажа, применительно к адаптации линейных моделей СС. Для этого модель СС или ее локальную стадию будем искать в следующей скалярной форме, предполагая наличие входов и один выход:

$$y_M(N+1) = \sum_{j=0}^n a_j(N)x_j(N+1), \quad (8)$$

где $y_M(N+1)$ - модельные значения выхода СС; $a_j(N)$ - оценки параметров модели на N -ом шаге адаптации. Считая, что на N -ом шаге модель

$$y(N) \cong y_M(N) = \sum_{i=0}^n a_i(N)x_j(N), \quad (9)$$

адаптирована, определим условия адаптации таким образом, чтобы (9) выполнялось на $N+1 - M$ шаге. Для этого, выбрав произвольные начальные значения оценок $a_i(0)$, на каждом шаге будем производить их уточнение по следующей рекуррентной формуле;

$$a_j(N+1) = a_j(N) + \frac{y(N+1) - \sum_{i=0}^n a_j(N)x_j(N+1)}{\xi + \sum_{i=0}^n x_j^2(N+1)}, \quad (10)$$

где ξ - параметр, характеризующий уровень случайных помех, влияющих на объект.

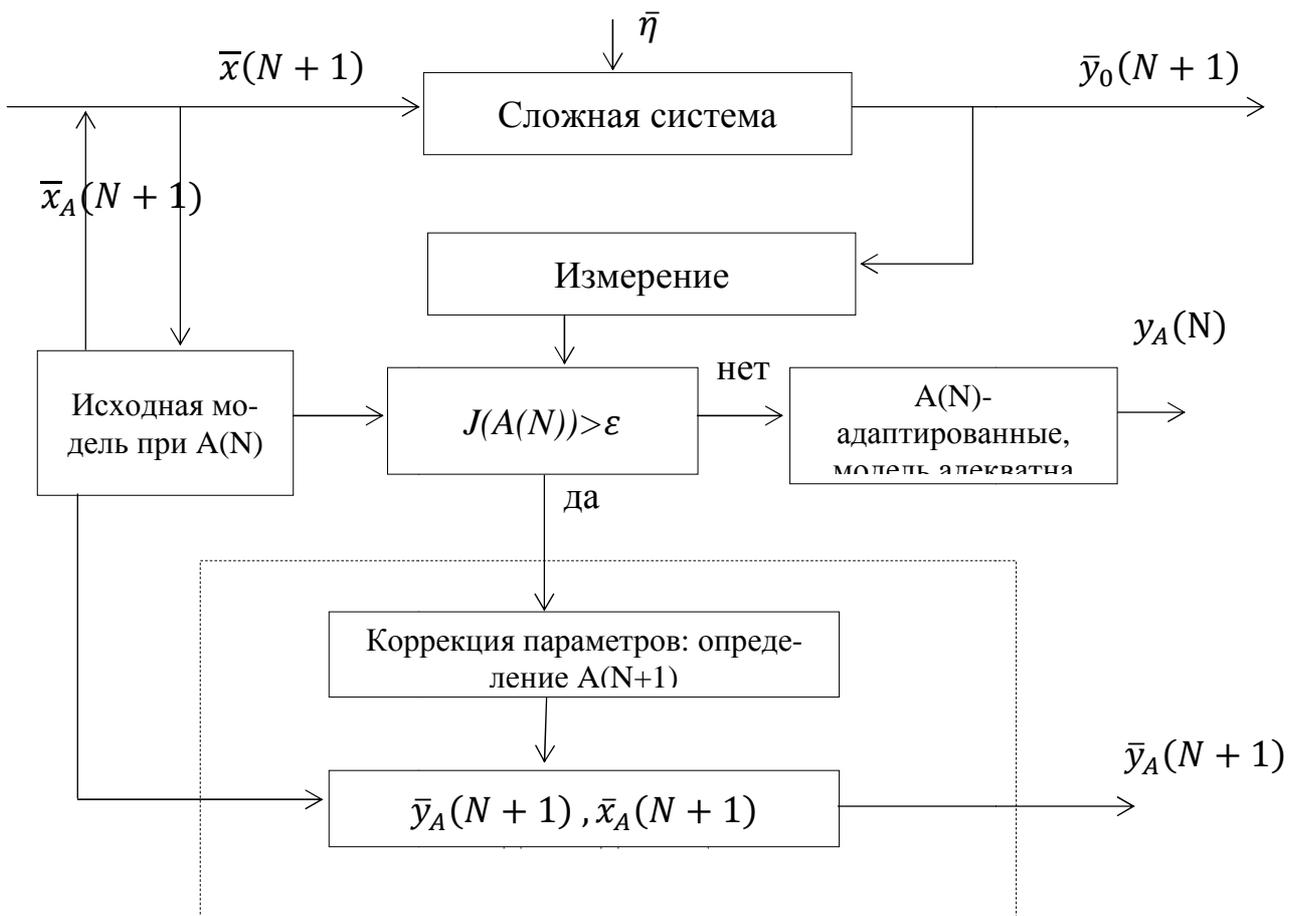


Рис.1

Как видно, в числителе второго слагаемого соотношения (10) находится разность между наблюдаемыми и модельными значениями выходов, которая в общем случае является случайной величиной с неизвестными статистическими характеристиками. Очевидно, что при отсутствии помех эта разность перестает быть случайной величиной. В этом случае считается, что объект стационарный и в (10) можно положить $\xi = 0$.

Введя обозначения:

$\Delta y(N+1) = y(N+1) - \sum_{i=0}^n a_i(N)x_i(N+1)$, $\Delta(N+1) = \Delta y(N+1) / [\xi + \sum_{i=0}^n x_i^2(N+1)]$
 алгоритм адаптации (10) можно записать в более компактной форме:

$$a_i(N+1) = a_i(N) - \Delta(N+1)x_i(N+1). \quad (11)$$

Векторная форма (11) представляется так:

$$\bar{a}(N+1) = \bar{a}(N) - \Delta(N+1)\bar{x}^T(N+1), \quad (12)$$

где $\Delta(N+1)$ - скалярная величина.

Очевидно, что в структуре $\Delta(N+1)$ имеются неизвестных значений параметров $a_i(N)$, предельными значениями которых являются адаптированные параметры на $N+1$ шаге $a_i^*(N+1)$. Здесь $a_i^*(N+1)$ принимается за решение задачи адаптации (2) или (3).

Вектор погрешности вводится следующим образом:



$$\bar{H}(N+1) = [H_1(N+1), H_2(N+1), \dots, H_n(N+1)] , \quad (13)$$

где $H_i(N+1) = a_i^*(N+1) - a_i(N+1)$.

Очевидно, что векторы $\bar{H}(N+1)$ и $\bar{x}(N+1)$ ортогональны, так как

$$\begin{aligned} (\bar{H}(N+1), \bar{x}(N+1)) &= \bar{H}^T(N) \bar{x}(N+1) - \frac{\bar{H}^T(N) \bar{x}(N+1) \bar{x}^T(N+1) \bar{x}(N+1)}{\bar{x}^T(N+1) \bar{x}(N+1)} \\ &= H^T(N) \bar{x}(N+1) - \bar{H}^T \bar{x}(N+1) = 0 , \end{aligned} \quad (14)$$

где $\bar{H}(N+1)$, $\bar{x}(N+1)$ -скалярное произведение векторов $\bar{H}(N+1)$, $\bar{x}(N+1)$.

Отсюда следует утверждение: если даже суммарная погрешность (13) при отсутствии внешних возмущения ξ уменьшается, погрешности отдельных параметров $\{H_i(N+1)\}$ могут принимать произвольные значения. Поэтому модельные значения адаптированных параметров на $N+1$ -ом шаге по алгоритму (11) могут существенно отличаться от истинных значений.

Для анализа сходимости алгоритма адаптации (10) воспользуемся квадратом вектора погрешности $H(N+1)$

$$\bar{H}^T(N+1) \bar{H}(N+1) = \bar{H}^T(N) \left[1 - \frac{[\bar{H}^T(N) \bar{x}(N+1)]^2}{H^T(N) \bar{H}(N) \bar{x}^T(N+1) \bar{x}(N+1)} \right] \quad (15)$$

Очевидно, что

$$\sin^2[\bar{H}(N) \bar{x}(N+1)] = \frac{[\bar{H}^T(N) \bar{x}(N+1)]^2}{\bar{H}^T(N) \bar{H}(N) \bar{x}^T(N+1) \bar{x}(N+1)} \quad (16)$$

В силу (16) можно полагать, что максимальная сходимость алгоритма обеспечивается при ортогональности векторов $\bar{H}(N)$ и $x(N+1)$. Здесь скорость сходимости тем меньше, чем меньше отличаются направления векторов \bar{H} и \bar{x} в соседних тактах измерения. Скорость сходимости имеет второй порядок, т.е. $V = V(\sum_i H_i^2)$. Если α - угол между соседними направлениями, то погрешность адаптации после $N+1$ тактов легко определяется в зависимости от исходного состояния;

$$\bar{H}^T(N+1) \bar{H}(N+1) = \bar{H}^T(0) \cos^{N+1} \alpha$$

При нулевых математических ожиданиях и одинаковых дисперсиях для составляющих векторов погрешности (13) можно вычислить математическое ожидание погрешности после $N+1$ тактов адаптации [3,7]

$$M \left\{ \bar{H}^T(N+1) \bar{H}(N+1) \right\} = \left(1 - \frac{1}{n}\right)^N \bar{H}^T(0) \cdot \bar{H}(0),$$

где n - размерность вектора входных параметров x .

Решена задача параметрической адаптации для класса СС при дискретном поступлении информации по каналам «вход» и «выход». Исследованы условия сводимости рекуррентного алгоритм Качмажа и рассмотрены возможности его практического применения в контуре «объект – модель – объект». Получены численные оценки для параметра γ (характеристика помехи) алгоритма Качмажа при обработке дискретной информации.



Литература

1. Ивахненко А.Г., Крючковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. – М.: Радио и связь. 1987. -119 с.
2. Перельман И.И. Управление квазирегулярными объектами. Адаптивные алгоритмы текущей идентификации. – М.: ИПУ. 1978. -78с.
3. Растринин Л.А. Системы экстремального управления. –М.: Наука. 1974. - 630 с.
4. Рубан А.И. Идентификация и чувствительность сложных систем. – Томск: Из-во Томского ун-та, 1982. -302 с.
5. Семенкина О.Э., Жидков В.В. Оптимизация управления сложными системами методом обобщенного локального поиска. – М., 2002. -215 с.
6. Тюкин И. Ю., Терехов В. А. Адаптация в нелинейных динамических системах. – М.: ЛКИ, 2008. -384 с.
7. Fradkov, A. L., Miroshnik, I. V., Nikiforov, V. O. Nonlinear and Adaptive Control of Complex Systems. (Series: Mathematics and Its Applications. Vol. 491.) – Kluwer, Dordrecht, 1999. -p 528.

Н.Н. Хрисанов

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

(Самарский государственный технический университет)

Метод иерархий позволяет производить последовательное сравнение объектов, используя разнородные критерии [1]. В процессе выбора сетевого оборудования используется двухуровневая система критериев: массив глобальных критериев $K = \|K_j\|$, $j = \overline{1, M}$, и, соответствующий каждому из них, массив локальных критериев $L^j = \|L_k\|$, $k = \overline{1, P^j}$ (рис.1).



Рис.1. Критерии при выборе сетевого оборудования



Процесс выбора наилучшего изделия для выбранной системы критериев можно представить в виде следующей схемы, представленной на рис.2.

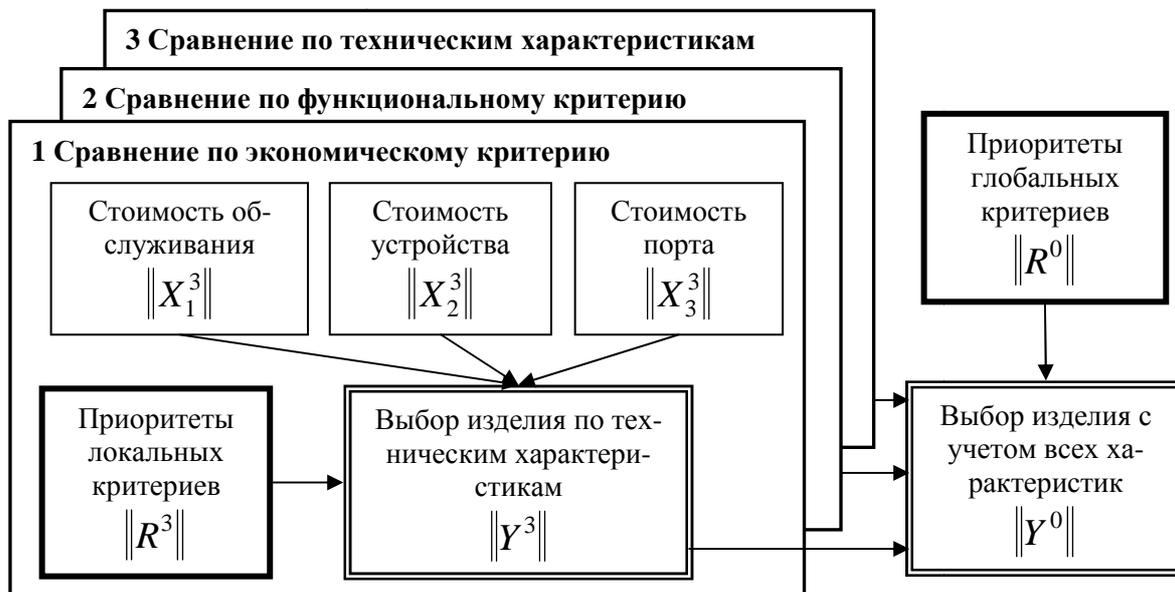


Рис.2. Процесс выбора сетевого оборудования методом иерархий

Сравнение реализовано в виде набора электронных таблиц и макросов, созданных в программе Excel пакета Microsoft Office. Используется два типа таблиц. Таблицы первого типа имеют следующую структуру (при $N = 4$), где A_i , $i = \overline{1, N}$ - массив сравниваемых объектов:

Матрица					Вычисление оценок компонент собственного вектора по строкам	Нормализация для получения оценок вектора приоритетов
N	A_1	A_2	A_3	A_4		
A_1	$\frac{W_1}{W_1}$	$\frac{W_1}{W_2}$	$\frac{W_1}{W_3}$	$\frac{W_1}{W_4}$	$a = \sqrt[4]{\frac{W_1 * W_1 * W_1 * W_1}{W_1 * W_2 * W_3 * W_4}}$	$x_1 = \frac{a}{a + b + c + d}$
A_2	$\frac{W_2}{W_1}$	$\frac{W_2}{W_2}$	$\frac{W_2}{W_3}$	$\frac{W_2}{W_4}$	$b = \sqrt[4]{\frac{W_2 * W_2 * W_2 * W_2}{W_1 * W_2 * W_3 * W_4}}$	$x_2 = \frac{b}{a + b + c + d}$
A_3	$\frac{W_3}{W_1}$	$\frac{W_3}{W_2}$	$\frac{W_3}{W_3}$	$\frac{W_3}{W_4}$	$c = \sqrt[4]{\frac{W_3 * W_3 * W_3 * W_3}{W_1 * W_2 * W_3 * W_4}}$	$x_3 = \frac{c}{a + b + c + d}$
A_4	$\frac{W_4}{W_1}$	$\frac{W_4}{W_2}$	$\frac{W_4}{W_3}$	$\frac{W_4}{W_4}$	$d = \sqrt[4]{\frac{W_4 * W_4 * W_4 * W_4}{W_1 * W_2 * W_3 * W_4}}$	$x_4 = \frac{d}{a + b + c + d}$

Результаты попарного сравнения оборудования заносятся в матрицу $A = \|a_{ij}\|$, $a_{ij} = W_i / W_j$, строки и столбцы которой образуют альтернативы сравниваемых между собой элементов. Попарные сравнения элементов производятся с использованием субъективных суждений и численного оценивания по шкале важности. Результатом сравнения является вектор X^{kl} .

Приоритеты среди локальных и глобальных критериев определяются с помощью таблиц аналогичной структуры. Результатом сравнения критериев



являются векторы R^k, R^0 . Приоритеты сравниваемых объектов определяются путем перемножения матриц $Y[N] = X[K, N] * R[K]$, или в развернутой форме:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1K} \\ X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2K} \\ \dots \\ X_{N1} + X_{N2} + \dots + X_{NK} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \dots \\ R_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 X_{11} + R_2 X_{12} + \dots + R_K X_{1K} \\ R_1 X_{21} + R_2 X_{22} + \dots + R_K X_{2K} \\ \dots \\ R_1 X_{N1} + R_2 X_{N2} + \dots + R_K X_{NK} \end{bmatrix}$$

Аналогичную структуру имеет итоговая таблица для выбора оборудования с учетом всех критериев. Оптимальный выбор соответствует максимальному элементу вектора Y . Электронная книга также содержит макросы для настройки таблиц в соответствии с исходными данными.

Литература

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

А.А. Царёв, А.Ю. Привалов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОКОЛОВ МАРШРУТИЗАЦИИ В DTN СЕТЯХ С ГИБРИДНОЙ МОДЕЛЬЮ ПОДВИЖНОСТИ УЗЛОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

1. Введение

Ввиду большой сложности моделирования работы мобильных беспроводных сетей, терпимых к задержкам (DTN сети) в частности, имитационное моделирование играет ведущую роль в исследовании работы таких сетей, в том числе характеристик протоколов маршрутизации.

В результате исследований реальной мобильности, привлекавших большое внимание научного сообщества в последнее десятилетие, был выявлен целый ряд своеобразных черт реальной человеческой мобильности, которые необходимо отразить в адекватной модели. Среди них т.н. кластеризация трасс реальной мобильности, распределение вероятностей расстояний перемещений, близкое к распределению Леви, и т.н. персистентность (т.е. примерное постоянство) ежедневных маршрутов одного отдельного человека, если рассматривается работа системы на протяжении нескольких дней (см, например, [1]).

В [3, 5] авторами данного доклада была предложена т.н. гибридная модель человеческой подвижности, которая объединяет в себе все важные черты человеческой мобильности, перечисленные выше. Она является развитием моделей, предложенных в [2], но более эффективна при имитационном моделировании, и в ней более последовательно проведён учёт персистентности индиви-



дуальных маршрутов, в том числе с помощью введения специальной характеристики – *коэффициента персистентности p* .

Подробное описание гибридной модели приведено в [3, 5]. Для большей адекватности модели, как локации, так и длительности дневных индивидуальных маршрутов берутся из реальных данных, также описано в [3, 5]. В записях реальных трасс перемещения занимают в среднем 12 часов. Так как длительность маршрутов разная, в модель введена возможность принудительного окончания трассы, которое случается через определённый заранее постоянный отрезок времени – *модельный день* – d . В данной статье представлены результаты моделирования при выборе длительности модельного дня равного среднему значению от длительностей маршрутов всех узлов из реальных трасс. Каждая локация в реальном маршруте может посещаться пользователем несколько раз. Число таких возможных посещений назовём *кратностью* локации. Перед началом нового дня маршруты меняются в соответствии с *коэффициентом персистентности p* – это заменяемая доля от кратности локации. Коэффициент p введён для возможности изменения маршрута во время всего моделирования ото дня ко дню, чтобы имитировать возможность смены маршрута пользователем в реальности.

2. Протоколы маршрутизации

Для описания протоколов маршрутизации введём несколько определений. *Непосредственными соседями* или просто *соседями* будем называть те узлы, которые имеют активное сетевое соединение с текущим узлом в данный момент времени. Прежде всего, во всех протоколах DTN сетей используется эвристика передачи пакета *в один прыжок* – если у узла i есть пакет, адресованный узлу j , то при наличии непосредственного соединения с узлом j и пакет передаётся ему. Если же в числе непосредственных соседей нет целевого узла, но есть сосед, который одновременно и сосед целевого узла, то пакет посылается ему – это эвристика передачи пакета *в два прыжка*.

Если с помощью данных простейших эвристик не получилось найти целевой узел или подходящий транзитный узел, тогда и начинает работать одна из следующих эвристик, названия которых совпадают с соответствующими протоколами (например, [4]):

- эвристика Last Encountered Time (LET);
- эвристика More Frequently Visible (MFV);
- эвристика LET-MFV с порогом переключения (*гибридный протокол*);
- протокол ПРОФЕТ [6].

Эвристика LET посылает пакет от узла i тому непосредственному соседу, который позже всех (включая сравнение с текущим узлом i) «видел» целевой узел j . Если таких узлов несколько, то пакет посылается случайному из них. Если никто из соседей ещё не «видел» целевой узел, то пакет никому не передаётся. Образно говоря, в процессе маршрутизации пакет «стремится догнать» свой целевой узел. Эвристика MFV работает с использованием истории о час-



тоте встреч узлов между собой. Данная эвристика на узле i посылает пакет тому транзитивному узлу k , который чаще видит целевой узел j . Мера частоты встреч между узлами определяется как отношение общей суммарной длительности сетевого соединения ко всему времени моделирования. Суммарная длительность считается по ширине скользящего «окна» в модельных днях.

Также реализована гибридная эвристика LET-MFV. Она заключается в использовании LET только до некоторого временного порога, после которого начинает работать эвристика MFV. Решение о выборе наилучшего транзитного узла сначала пытается найти эвристика LET. Если все соседние узлы для текущего -ого «видели» целевой узел j позже, чем установленный порог, то протокол переключается на эвристику MFV. Такая логика должна сделать ситуацию по маршрутизации оптимистичнее, так как таким образом имитируется учёт устаревания информации о том, когда узлы «видели» друг друга, после чего начинается работа по собранной статистике о частоте встреч – работа MFV.

Наконец, реализован упрощённый вариант протокола PROPNET. Вместо того, чтобы делать без разборочную репликацию пакетов на узлах сети в процессе распространения пакетов, как делают простые протоколы, основанные на репликации, PROPNET реализует «вероятностную маршрутизацию» [6].

3. Экспериментальные результаты

Для сравнения результатов моделирования на основе гибридной модели, она была реализована в среде имитационного моделирования OMNeT++. Цель экспериментов – исследовать поведение протоколов LET, MFV, LET-MFV и PROPNET в зависимости от количества узлов N и коэффициента персистентности трасс p посредством сравнения целевых показателей протоколов маршрутизации: распределение вероятностей задержки доставки пакетов или распределение времени жизни пакетов – $CCDF(TTL)$ и среднее время жизни \overline{TTL} и вероятность доставки $Pr(delivery)$.

В работе представлены результаты моделирования протоколов для набора данных с территории Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST).

Параметры генератора длины перемещений такие же как в работах [3, 5]. Радиус передатчиков узлов равен 100 метрам. В силу ограниченности статьи представлены графические результаты функции $CCDF(TTL)$ только для $p = 0.9$ и количества узлов $N = 12$ и $N = 46$ на рисунках 1 и 2 соответственно. Оценка вероятности доставки пакета $Pr(delivery)$ и среднего времени жизни пакета \overline{TTL} представлены в таблице 1.

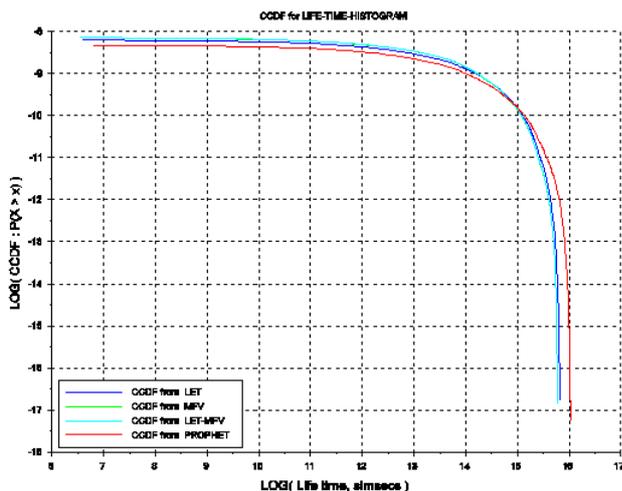


Рис. 1. Сравнение распределений $CCDF(TTL)$ протоколов: $N = 12$ и $p = 0.9$

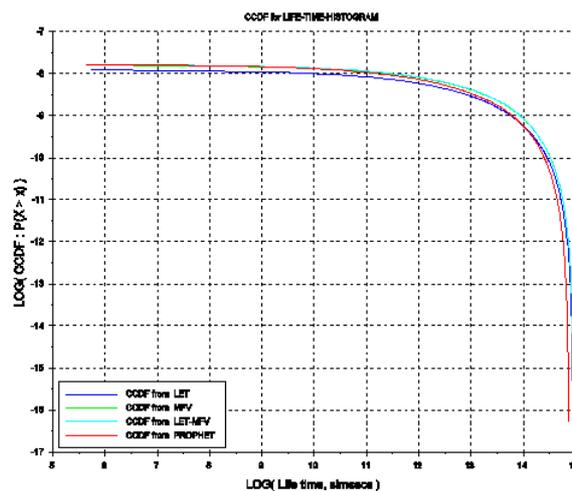


Рис. 2. Сравнение распределений $CCDF(TTL)$ протоколов: $N = 46$ и $p = 0.9$

Таблица 1. Оценка вероятности доставки пакета $Pr(delivery)$ (в процентах) – сверху, и оценка среднего времени жизни пакета \overline{TTL} (в модельных секундах) – снизу

Количество узлов (N)	$p = 0.5$				$p = 0.9$			
	LET	MFV	LET-MFV	PROPNET	LET	MFV	LET-MFV	PROPNET
46	67.8561	<u>69.3943</u>	69.3809	66.949	79.451	80.0606	80.2553	77.418
	52060.2	49784.8	<u>49575.9</u>	56642.8	45952.1	43695.7	<u>43022.3</u>	43560.5
23	63.8996	<u>73.7463</u>	73.6119	69.6292	<u>80.7188</u>	79.0921	79.2263	75.7503
	52522.1	50324.6	<u>50176.4</u>	55306.7	43013.1	35147.3	<u>34871.2</u>	37608.1
12	<u>69.5116</u>	<u>69.5116</u>	69.3531	80.2309	<u>73.8683</u>	70.0897	70.1062	70.7717
	63177.9	63177.9	<u>62928.5</u>	80434.9	45022.8	42577.7	<u>42405.2</u>	46661.

4 Заключение

Представлены результаты имитационного моделирования популярных протоколов маршрутизации в DTN сетях и реализованные в сети с гибридной моделью подвижности узлов. Исследована вероятность доставки сообщения и среднее время доставки сообщения. В результате проведённых экспериментов установлено, что при малой средней плотности узлов и среднем коэффициенте персистентности MFV протокол превосходит по вероятности доставки сообщения остальные рассматриваемые протоколы. При большой плотности узлов и при большом коэффициенте персистентности маршрута преимущество имеет протокол LET по вероятности доставки, но наилучшим по среднему времени доставки при всех рассмотренных значениях параметров мобильности узлов является гибридный протокол LET-MFV. Протокол PROPNET имеет хуже характеристики, по сравнению с другими, но стоит отметить, что он реализован схематично (например, без реализации репликации), с использованием рекомендуемых параметров в [6], и его применение к предложенной нами гибрид-



ной модели мобильности и сравнение с представленными алгоритмами маршрутизации – поле деятельности для дальнейших исследований.

Литература

1. Rhee I. On the Levy walk nature of human mobility / I. Rhee, M. Shin, S. Hong, K. Lee, S. Chong // Proc. IEEE INFOCOM, Phoenix, AZ, (Apr.). – 2008. – P. 924-932.
2. Lee K. Demystifying Levy Walk Patterns in Human Walks / K. Lee, S. Hong, S.J. Kim, I. Rhee, S. Chong. // Technical Report in CSC, NCSU. [Electronic resource]. – 2008. – Access mode: https://www.csc.ncsu.edu/research/tech/reports.php/Demystifying_Levy_Walk_Patterns.pdf (28.01.2017).
3. Privalov A.Yu. Hybrid Model of Human Mobility for DTN Network Simulation / A.Yu. Privalov, A.A. Tsarev // In Proceedings of 30th European Conference on Modelling and Simulation (ECMS2016), Regensburg university of applied sciences, Regensburg, Germany. – 2016. – P. 419-424.
4. Dubois-Ferriere H. Age matters: Efficient route discovery in mobile ad hoc networks using encounter ages / H. Dubois-Ferriere, M. Grossglauser, M. Vetterli // In Proc. ACM MobiHoc, Annapolis, MD. (Jun.). – 2003. – P. 257–266.
5. Privalov A.Yu. Hybrid Model of Human Mobility for DTN Network Simulation in Comparison with SLAW-type Model / A.Yu. Privalov, A.A. Tsarev // In Proceedings of 10th International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP16), 20-23 July 2016 in Prague, Czech Republic. [Electronic resource]. – 2016. – Access mode: <http://www.csndsp16.com/csndsp16.zip> (28.01.2017).
6. Lindgren A. Probabilistic Routing Protocol for Intermittently Connected Networks / A. Lindgren, A. Doria, E. Davies, S. Grasic // [Electronic resource]. – 2012. – Access mode: <https://tools.ietf.org/html/rfc6693> (дата обращения 28.01.2017).

Д.Э. Цыганков, А.Ф. Похилько

ОТОБРАЖЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОЕКТИРУЕМОГО ИЗДЕЛИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОСТРОЕНИЯ 3D-МОДЕЛИ

(ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»)

Изделие, как материализованный результат проектной деятельности, определяемый исходными данными в виде технического задания, отображается в САД-системе 3D-моделью – проектным решением на этапе конструкторского проектирования. Непосредственно сам 3D-образ является лишь «следствием» выполнения базовых операций САД-системы, иерархически упорядоченных в т.н. «дереве построения» 3D-модели [1, 2]. Проектные данные об изделии, ото-



бражаемые 3D-моделью, содержится именно в базовых операциях, составляющих структуру 3D-модели [3].

В рамках технологии *Constructive Solid Geometry (CSG)*, 3D-модель – это совокупность конструктивных элементов геометрии (*КЭГ*), упорядоченных в соответствии с применением к ним булевых операций для получения требуемой геометрии. Метод визуализации 3D-объектов *Boundary Representation (B-Rep)*, отображает только грани, образующие результирующее 3D-тело (при этом САД-система «помнит» все грани каждого КЭГ, участвующего в построении).

3D-модель проектируемого изделия уже в полной мере является его отображением в процессе изготовления на предприятии, что особенно наглядно демонстрируется в САМ-системах. Развитие современных САЕ/САД-систем упрочило положение 3D-моделей в ЖЦИ, прежде всего, на этапе ОКР [4], вследствие чего, последние отображают изделие как в его функционировании (обеспечиваемой САЕ-системами), так и конструкции (формируемой в САД-системах) [2]. Для этапа конструкторского проектирования самой важной информацией является структура изделия, которая в САД-системах полностью определяется процессом построения 3D-модели [1, 5].

Информативность 3D-модели заключается в отображении ею требуемых для текущего этапа ЖЦИ проектных данных об изделии [4]. Отображение его конструкции – основной функционал САД-системы: проектное решение в виде 3D-модели обладает законченностью конструкции: $Мод_{Изд.}^{3D} \equiv Констр.(Изд.)$. Но наибольшая информативность 3D-модели обеспечивается отображением функциональной структуры изделия, – такая 3D-модель уже в полной мере является компонентой *цифрового макета* изделия [6].

Отображение функциональной структуры изделия структурой 3D-модели в САД-системе выглядит следующим образом:

$$САД : Стр.(Изд.) \rightarrow Стр.(Мод_{Изд.}^{3D}) \quad (1)$$

с учётом декомпозиции структуры изделия $Стр.(Изд.)$ на структурные элементы ($Стр.Э$), и структуры 3D-модели $Стр.(Мод_{Изд.}^{3D})$ на КЭГ, требуемое отображение этих структур может быть достигнуто вполне очевидным образом, представленном на рисунке 1 и формуле (2):

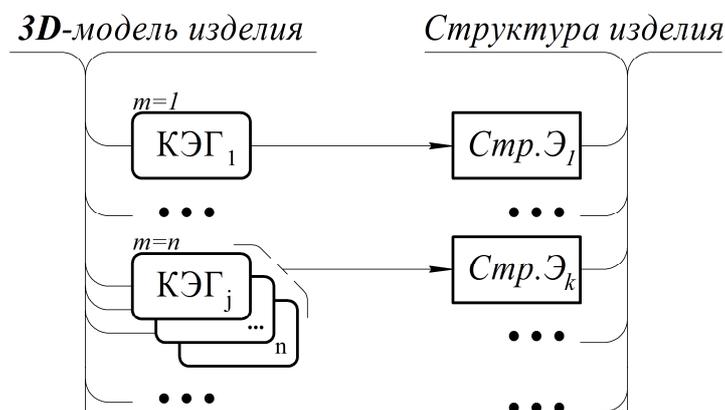


Рисунок 1 – Отображение структуры изделия набором КЭГ



$$Mod_{.Изд.}^{3D} = \{ KЭГ_k \mid \sum_{j=1}^m KЭГ_j \rightarrow Cmp.Э_i \}, i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

т.е. каждый $Cmp.Э$ строится некоторым набором КЭГ, предоставляя параметры соответствующих проектных процедур для его определения. При этом состав и количество КЭГ выбирается инженером на личное усмотрение.

Очевидно, что такое построение 3D-модели затруднительно как в плане трудовых и временных ресурсов, так и в плане интеллектуальной нагрузки на пользователя, поэтому, как правило, отображение структуры изделия 3D-моделью имеет вид, представленный на рисунке 2 и формулой (3):

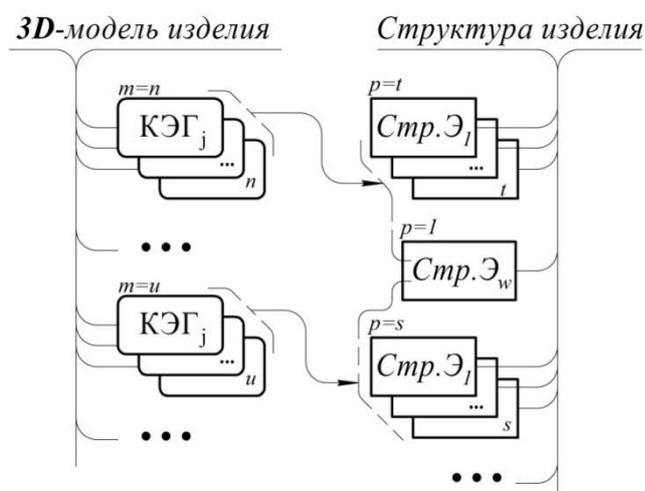


Рисунок 2 – Отображение структуры изделия набором КЭГ

$$Mod_{.Изд.}^{3D} = \{ KЭГ_k \mid (KЭГ_i \rightarrow \sum_{j=0}^p Cmp.Э_j) \cap (\sum_{i=0}^m KЭГ_i \rightarrow \sum_{j=0}^p Cmp.Э_j) \}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, u}, \quad (3)$$

т.е. один КЭГ отображает сразу какой-либо фиксированный набор $Cmp.Э$ или их частей, тогда совокупность КЭГ отображает $Cmp.Э$ без четкого соответствия вида $KЭГ \rightarrow Cmp.Э$. Такой вариант удобнее для инженеров, поскольку требует минимума проектных действий – количества процедур построения КЭГ, а также возможность строить КЭГ способом, выбранным на свое усмотрение.

Достоинство описания 3D-модели согласно формуле (2) заключается в визуализации подробной информации о структуре проектного решения, четко и понятно воспринимаемой; а недостаток – в сложности процесса построения 3D-модели и необходимости знания устройства проектируемого изделия.

Достоинства описания 3D-модели согласно формуле (3) – прежде всего, легкость построения с низкой интеллектуальной нагрузкой на пользователя, временными и трудовыми затратами, а недостаток – отсутствие отображения закладываемой смысловой наполненности структуры проектного решения.

Сравнивая эти два способа, становится очевидным, что оптимален синтез их положительных эффектов: *отображение подробной информативности 3D-модели с легкостью ее построения, позволяющей ее удобное редактирование и модифицирование, обеспечивая возможности для повторного использования полученных ранее проектных данных.*



Синтез и реализация такого метода построения 3D-модели выполняется авторами в рамках гранта № 16-47-732138 «Разработка моделей, методов и средств информационной поддержки технологий *Concurrent Engineering* на основе интегрированного представления процесса в интеллектуальной базе знаний САПР», поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ).

Литература

1. *Hamilton, P.* Алфавит технологий моделирования в MCAD-системах. Ч. III. Как технологии MCAD влияют на процесс разработки изделия // CAD/CAM/CAE Observer. – 2008. – № 2. – С. 34-36.
2. *D. Tsygankov, A. Pokhilko, A. Sidorichev, S. Ryabov, O. Kozintsev,* The Design Process Structural & Logical Representation in the Concurrent Engineering Infocommunication Environment, *R. Curran et al. (eds.) Transdisciplinary Lifecycle Analysis of Systems*, IOS Press, Amsterdam, 2015, pp 595-602.
3. *Цыганков Д.Э., Похилько А.Ф.* Представление процесса проектирования на базе обобщения элементарных операций до уровня семантических единиц // Автоматизация процессов управления. – 2015. – № 3 (41). – С. 81-88.
4. *Вичугова А.А., Вичугов В.Н., Цанко Г.П.* Формальная модель структуры взаимосвязей разнотипных объектов проектирования // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 5. – С. 164-169.
5. *Цыганков Д.Э., Похилько А.Ф.* Представление проектируемого изделия системой структурно-функциональных элементов // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем: Сборник научных трудов. – Ульяновск: УлГТУ, 2016. – № 1 (10). – С. 250-252.
6. *Лихачев М.В., Шангина Е.А.* Применение технологии функционального цифрового макета изделия на этапе предконтрактного проектирования космического аппарата // Решетневские чтения. – 2013. – Т. 1, № 17. – С. 24-26.

П.О. Чурсин, Д.Ю. Полукаров

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКА ТЕСТОВОГО ТРАФИКА

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Современные условия эксплуатации сетей передачи данных предъявляют повышенные требования к качеству сетевого взаимодействия. Для обеспечения требуемых параметров разрабатываются новые протоколы маршрутизации[1] и способы сетевого взаимодействия. При этом возникает необходимость тестирования сетевого взаимодействия. Для этого применяются различные пакеты, содержащие специализированные функции[2]. Однако, представленные программные продукты не предоставляют требуемой гибкости при формировании тестового IP-пакета.



Цель данной работы заключается в разработке утилиты, позволяющей формировать IP-пакет произвольного содержания. Пример данного пакета представлен на рис.1. Как видно из рис.1, пакет состоит из заголовка и поля данных. Заголовок, в свою очередь, имеет в своём составе несколько полей.

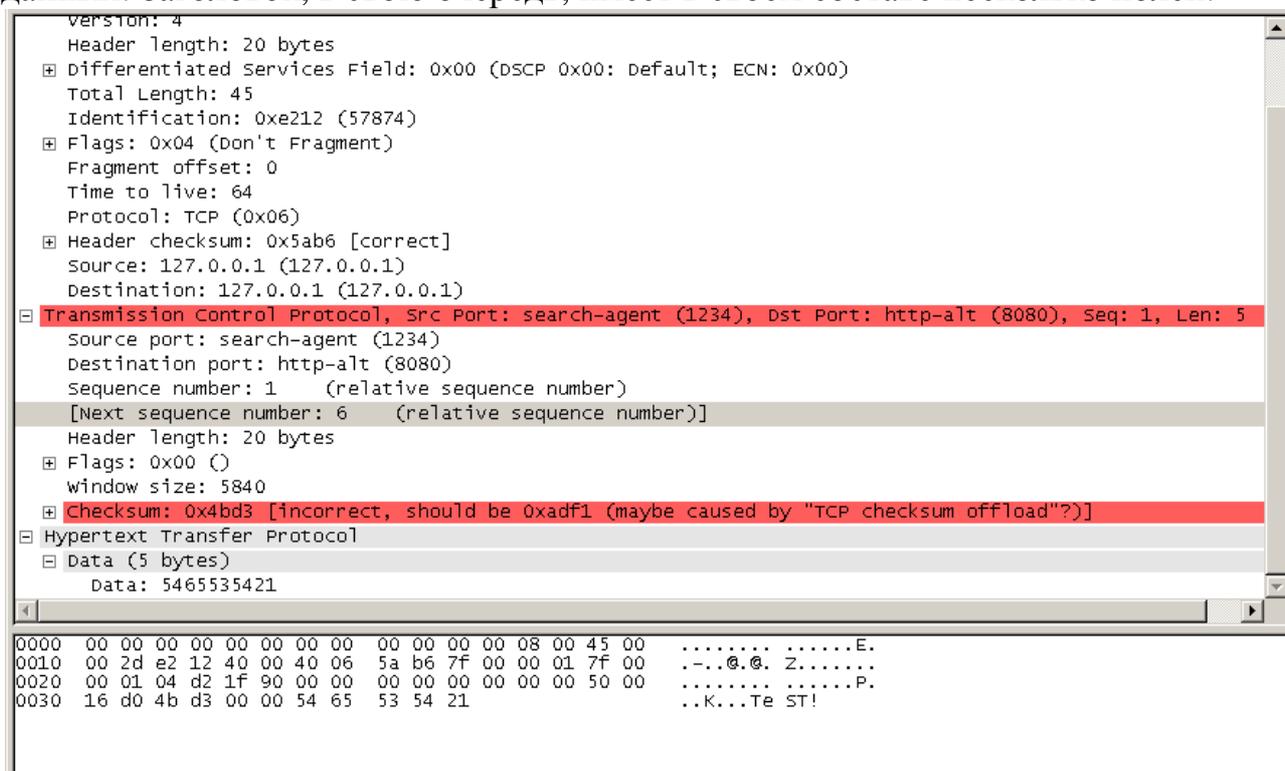


Рис.1 – Пример структуры IP-пакета

Утилита позволяет задавать некоторые из полей: адрес источника; адрес назначения; TCP/UDP-порт, и т.д.

Таким образом, используя данную утилиту, возможно осуществить тестирование сетевых сервисов посредством воздействия на них пакетами требуемого содержания.

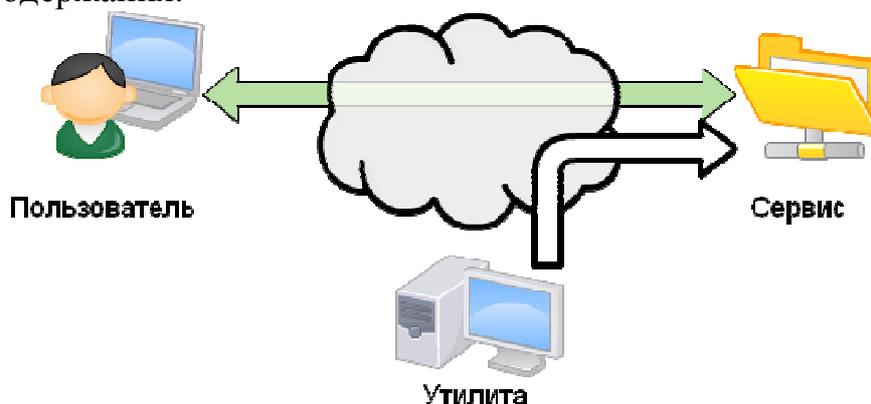


Рис.2 – Схема взаимодействия утилиты

Дальнейшее развитие работы заключается в автоматизации некоторых функций, связанных с формированием заголовка IP-пакета и тестированием сетевых сервисов.



Литература

1. Полукаров, Д.Ю. Нечеткая аппроксимация метрики протокола IGRP [Текст]/ Д.Ю.Полукаров // Инфокоммуникационные технологии. 2006. Т. 4. № 4. С. 51-54.
2. Стуликова, К.А., Полукаров, Д.Ю. Выбор системы для исследования и разработки механизмов маршрутизации [Текст]// Труды XX Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2013», Т. 2, Изд-во Санкт-Петербургского национального исследовательского университета, СПб, 2012. – С. 252-253.

Н.М. Шлычкова

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Тестирование – это одна из техник контроля качества, включающая в себя активности по планированию работ, проектированию тестов, выполнению тестирования и анализу полученных результатов.

Исследовательское тестирование - это сложный вид тестирования, основу которого составляют те знания и умения, которые приобретаются нами со временем. Во время проведения тестирования этого вида используются различные методы тестирования, изученные нами ранее. Термин исследовательского тестирования был введен Сэмом Канером в 1983 году.

Часто бывает так, что программный продукт сопровождается плохой документацией и тестировщику приходится одновременно изучать продукты, тестировать его и находить баги. Кроме этого этот вид тестирования используется в случаях, когда нам выделяется мало времени, на завершающей стадии для проведения тестирования всего продукта и в случае присутствия в системе сторонних компонентов. Поэтому данная тема является актуальной. Главной идеей тестирования такого вида является одновременное изучение, планирование и тестирование продукта.

Баг – это слово, обычно обозначающее ошибку в программе или системе, из-за которой программа выдает неожиданное поведение и, как следствие, результат.

Целью данной работы является рассмотрение различных методов исследовательского тестирования.

Существуют различные методы проведения тестирования по Канеру. Далее рассмотрим непосредственно методы:

1. Basics (основные методы);
2. Models (модели);
3. Examples (примеры);
4. Invariances (маленькие вмешательства);



5. Interference (вмешательство в жизнь программы);
6. Error Handling (попытка поломки);
7. Group Insights (работа в команде);
8. Specifications (основан на спецификации);
9. Troubleshooting (повторное исследование).

Со временем у тестировщиков вырабатывается личный подход, основанный на знаниях и навыках, и они перестают задумываться какой именно метод они применяют.

Существует мнение, что исследовательское тестирование это всего лишь скучная рандомная техника. Если более детально разбираться в этом вопросе, то можно с уверенностью сказать, что это не так. Используя этот вид тестирования, на практике каждый проводит тестирование, используя свой индивидуальный метод, основанный на своих способностях и потребностях проекта. Задачей тестировщика является осознать свой метод проведения тестирования и после этого работа будет продвигаться более эффективно.

Этот метод наиболее подходит только тестировщикам, которые уже имеют большой опыт в тестировании программного обеспечения. Они используют свои навыки и знания, полученные в ходе обучения или работы, для проведения тестирования наиболее оптимальным образом.

Мы рассмотрели группы стилей исследовательского тестирования и изучили определенные направления, на которых основаны эти методы.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что исследовательское тестирование является сложным, но необходимым видом тестирования, который широко используется опытными тестировщиками.

В основе исследовательского тестирования всегда лежит какая-то идея, которую мы потом воплощаем в жизнь и на основании которой мы проводим тестирование.

Литература

1. James A. Whittaker. Exploratory Software Testing: Tips, Tricks, Tours, and Techniques to Guide Test Design // Addison-Wesley. – 2010. – 256 с.
2. Луиза Тампе. Введение в тестирование программного обеспечения // Вильямс. – 2003. – 354 с.
3. Sagar Naik. Software Testing and Quality Assurance: Theory and Practice // Wiley-Spektrum. – 2008. – 616 с.
4. Канер, Фолк, Нгуен. Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений // ДиаСофт, 2-е издание. – 2001. – 538 с.
5. Elisabeth Hendrickson. Explore It!: Reduce Risk and Increase Confidence with Exploratory Testing // The Pragmatic Bookshelf. – 2013. – 186 с.



М.С. Шкиндеров, М.Г. Нуриев, Ф.Р. Назметдинов

СКВОЗНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Задача обеспечения устойчивости к воздействию внешних электромагнитных помех (помехоустойчивость) и электромагнитных излучений возникла одновременно с электроникой и в то время особых трудностей для своего решения не представляла. Трудности появились с увеличением быстродействия, в частности цифровых средств вычислительной техники (СВТ), усложнением их функций в составе сложных технических систем, в частности в системах контроля и управления (СКУ) разными объектами и процессами.

Электромагнитные помехи создаются источниками, излучение которых не предусмотрено их функциональным назначением и источниками естественного происхождения (электростатический разряд, молния т.п.) [1, 2, 3, 4]. А также в отдельную категорию выделяются преднамеренные источники, которые целенаправленно создают электромагнитные поля для нарушения помехоустойчивости СВТ СКУ [5, 6, 7].

Несмотря на множество теоретических и практических работ, направленных на повышение помехоустойчивости и снижения электромагнитных излучений от СВТ, как основных элементов СКУ, на сегодняшний день экономические потери составляют сотни и даже миллионы долларов. В целом же состояние разработки сложных технических систем, в составе которых присутствует современная вычислительная техника, показывает [8], что первоначально испытания на помехоустойчивость при воздействии электромагнитных помех проходят менее 25% изделий, т.е. во многих случаях требуется доработка, что влечет дополнительные расходы [9].

Целью данной работы является разработка целостной методики сквозного моделирования помехоустойчивости и информационной безопасности СКУ при электромагнитных взаимодействиях в области эксплуатации.

На практике, как правило, СКУ располагаются внутри стационарных сооружений (помещений, зданий и т.п.), а источники и приемники электромагнитных взаимодействий вне и внутри данных объектов. Поэтому для адекватного моделирования помехоустойчивости и информационной безопасности СКУ необходимо правильно учитывать электромагнитную обстановку внутри указанных объектов. При этом непосредственно функциональные узлы располагаются внутри корпусов СВТ СКУ. Взаимодействие между СВТ преимущественно осуществляются по проводным и беспроводным каналам связи и по линиям электропитания.

В рамках данной работы предлагается методика сквозного моделирова-



ния помехоустойчивости СКУ при электромагнитных взаимодействиях на основе метода электромагнитных топологий [10].

1. Анализ параметров потенциальных источников и приемников внешних электромагнитных взаимодействий [1-6].

2. Разработка электромагнитной топологической модели для сквозного моделирования помехоустойчивости СКУ при электромагнитных взаимодействиях (рис. 1).

Обозначения в топологической модели: $S(E/H)$ – источник или приемник внешнего электромагнитного воздействия; O_1 – область источника/приемника; O_2 – область внутри сооружения или транспортного средства; O_3 – область внутри корпуса СВТ; ФУ – функциональный узел СВТ; Z_m – передаточная функция между областями объекта исследования и источником/приемником электромагнитных полей.

2.1. Определение подобластей, где анализ электромагнитной обстановки при внешних электромагнитных взаимодействиях можно рассчитывать как отдельные задачи (здание, помещение, транспортное средство, корпус и т.п.).

2.2. Анализ путей проникновения (излучения) электромагнитных полей на разные подобласти задачи (через конструкционные элементы стен, через конструкционные отверстия корпуса, элементы металлоконструкций, внешние линии связи, система заземления, система электропитания и т.п.) [11, 12].

Для приведенной электромагнитной топологической модели описание передаточной функции Z_m для разных механизмов электромагнитного воздействия представляется следующим образом:

$$Z_1 = Z_{11} \cdot Z_{12}, Z_2 = Z_{21} \cdot Z_{22}, Z_3 = Z_{31} \cdot Z_{32}, Z_6 = Z_{61} \cdot Z_{62}, \\ Z_4 = Z_{41} \cdot (Z_{42} + Z_{43} \cdot Z_{45} + Z_{44} \cdot Z_{62}), Z_5 = Z_{51} \cdot (Z_{52} + Z_{53} \cdot Z_{45}).$$

2.3. Анализ механизмов электромагнитного взаимодействия с линиями связи (через пространство, кондуктивные воздействия).

2.4. Выявление основных линий связи, наиболее вероятных приемников/источников электромагнитных помех в рамках областей (например, в рамках сооружений – кабельные линии связи СКУ, межблочные линии связи СВТ СКУ; в рамках СВТ – межсоединения печатных плат, межблочные кабели и т.д.).

2.5. Выделение функциональных узлов, непосредственных приемников/источников электромагнитных помех в рамках СВТ СКУ.

3. Наполнение электромагнитной топологической модели конкретными компонентными математическими моделями для расчета передаточных функций электромагнитных полей Z_m [2, 4, 7, 10].

Таким образом, на основе представленной методики и топологических моделей реализуется сквозное моделирование помехоустойчивости и информационной безопасности сложных технических систем, в частности СКУ при электромагнитных взаимодействиях. По результатам моделирования, при необходимости повышения помехоустойчивости СКУ, можно рекомендовать применение известных [1, 5] или новых решений [13, 14, 15].

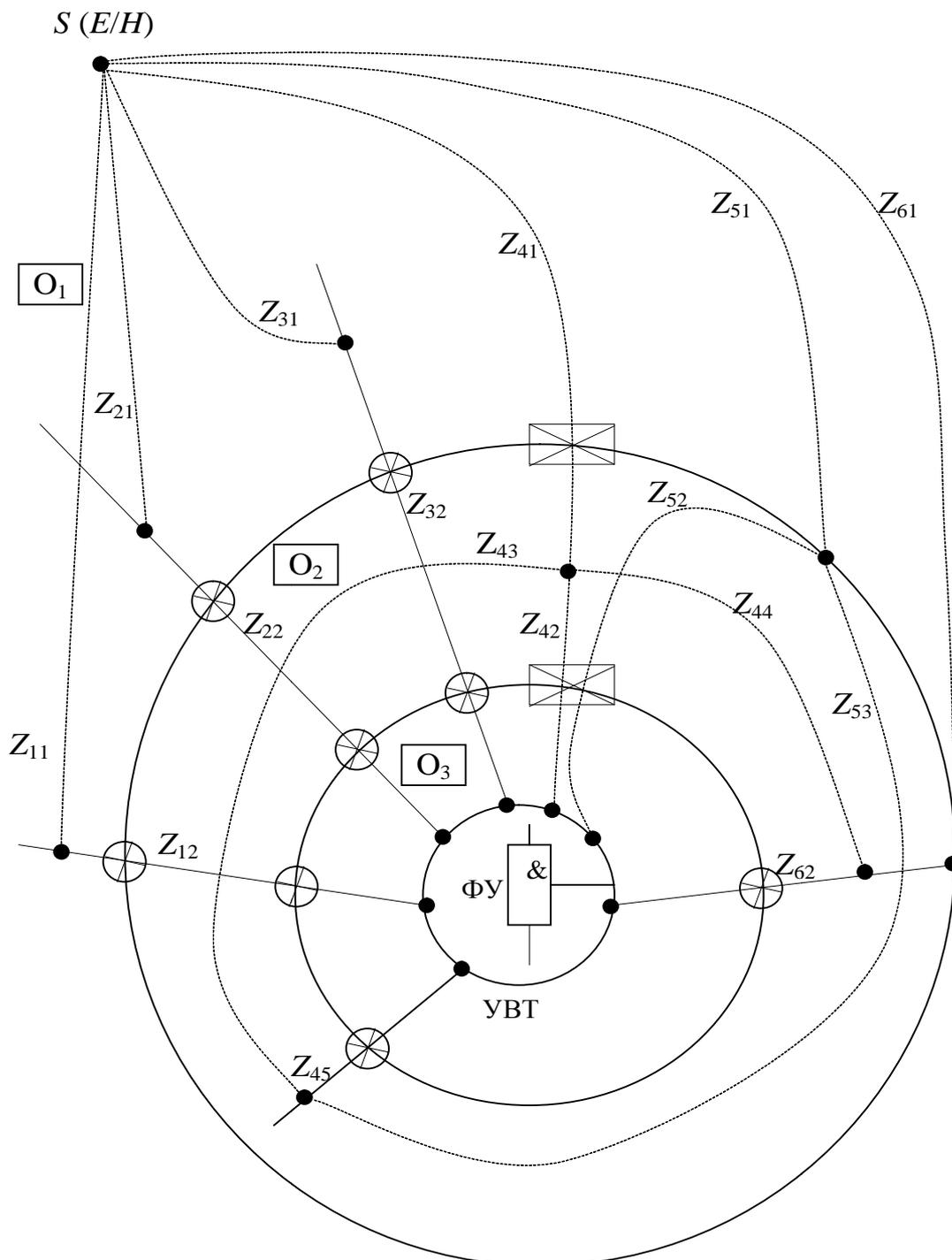


Рис. 1. Обобщенная топологическая модель электромагнитного взаимодействия элементов СКУ

Литература

1. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи. М.: Радио и связь, 1987. 256 с.
2. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Экспериментальные исследования помехоустойчивости персонального компьютера при импульсном разряде статического электричества // Вестник Казанского государственного технического



университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №3. – С. 78-83.

3. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. - №1-2. – С. 104-112.

4. Гизатуллин З.М. Анализ магнитных полей внутри здания при воздействии разряда молнии на внешнюю систему молниезащиты здания // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. - №3. - С. 30-36.

5. Балюк Н.В., Кечиев Л.Н., Степанов П.В. Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты. М.: ООО «Группа ИДТ», 2007. 478 с.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование электромагнитной совместимости локальных вычислительных сетей при наносекундных электромагнитных воздействиях // Радиотехника и электроника. – 2014. – №5. – С. 463–467.

7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.

8. Ивко А. Опыт проведения испытаний на ЭМС технических средств военного назначения // Современная электроника. 2014. №8. С. 26-28.

9. Henry O.W. Electromagnetic Compatibility Engineering. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009. 872 pp.

10. Гизатуллин З.М. Сквозное прогнозирование помехоустойчивости электронно-вычислительных средств внутри зданий при внешних электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №2. – С. 123-128.

11. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Моделирование электромагнитного воздействия на электронные средства по сети электропитания здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – №7-8. – С. 104-110.

12. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование помехоустойчивости вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Радиотехника и электроника. – 2016. – №5. – С. 500–504.

13. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.

14. Гизатуллин З.М. Снижение электромагнитных помех в межсоединениях многослойных печатных плат // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2012. №2 С. 199-205.

15. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6.- С. 2.



Д.Е. Яблоков

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОБЩЕННЫХ КОНЦЕПЦИЙ ИТЕРАТОРОВ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ АДАПТЕРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АЛГОРИТМОВ С РАЗВИТОЙ СЕМАНТИКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

(Самарский университет)

Обобщенное программирование – это методология проектирования и реализации программ, суть которой состоит в разделении структур данных и алгоритмов через абстрактные требования. Спецификация абстрактных требований в обобщенном программировании подобна известному понятию абстрактного типа данных. Фактически абстрактный тип данных это и есть спецификация типа, состоящая из описания доступных операций и задающая их семантику с учетом предусловий и постусловий функционирования, удовлетворяющих зафиксированным в сигнатуре типа требованиям. В обобщенном программировании понятие абстрактного типа данных существенно расширяется. Вместо определения спецификации для отдельного типа производится описание семейства абстрактных типов, которое определяет их общий интерфейс и семантическое поведение. Набор требований, описывающих интерфейс и семантическое поведение семейства абстрактных типов данных называется концепцией. Классическим примером набора абстрактных требований к типу может служить упрощенная концепция целого числа, поддерживающего такие функциональные особенности как: операции унарной и бинарной арифметики, операции битовой логики, операции бинарного сдвига, операции отношений и операции присваивания. Есть много способов реализации компонента, удовлетворяющего требованиям концепции целого числа, но детали реализации при использовании этого компонента не важны до тех пор, пока она удовлетворяет заявленной спецификации.

Алгоритмы, разработанные в обобщенном стиле, могут быть применены к любым типам, удовлетворяющим требованиям концепции. Такая особенность, выражающаяся в использовании различных типов для одного и того же параметра функции, называется статическим полиморфизмом, когда все неоднозначности, связанные с использованием родственных элементов программы, разрешаются во время компиляции.

В объектно-ориентированном программировании требования к интерфейсу могут быть оформлены на уровне базовой абстракции, а полиморфизм реализуется с помощью виртуальных функций и наследования. Конкретные классы наследуют абстрактному базовому классу или интерфейсу и определяют реализацию и поведение этих функций. Для обобщения аргументы функций объявляются в терминах базового класса, а во время исполнения, в теле функции, вызовы соответствующих операций осуществляются уже для конкретного типа объекта. Таким образом любой экземпляр подтипа абстрактного базового



класса или интерфейса может быть использован в качестве параметра такой обобщенной функции.

В случае статического полиморфизма времени компиляции, который в полной мере поддерживается, например, в таком языке как C++, информация о типе параметра шаблона полностью известна алгоритму, который может быть размещен в другой единице трансляции относительно сигнатуры типа передаваемого аргумента. В такой ситуации семантика обработки данных при разработке алгоритма может быть достаточно развитой и в полной мере использовать все возможности, которые должны присутствовать в описании типа для соответствия предъявляемым к нему требованиям. В противовес этому, при реализации обобщенного алгоритма в чисто объектно-ориентированных языках, информация о типе передаваемого аргумента не является полной и соответствует либо перечню операций базовой абстракции, либо виду ограничения, вводимого на этапе компиляции для спецификации типов данных, которые могут быть использованы в качестве параметра шаблона. В итоге, в чисто объектно-ориентированных языках, не в полной мере поддерживающих средства обобщенного программирования, реализация алгоритмов с развитой семантикой обработки данных становится весьма затруднительной, а в некоторых случаях даже невозможной из-за отсутствия полной информации о свойствах типов передаваемых параметров.

В качестве решения, обеспечивающего надлежащий уровень гибкости при разработке обобщенных алгоритмов в таких языках как Java и C#, предлагается использование обобщенных концепций. Они объединяют в себе и объектно-ориентированный и обобщенный подходы и позволяют специфицировать требования к аргументам функций в виде базовых абстракций с дальнейшей возможностью их применения к множеству типов данных. Конкретная реализация обобщенной концепции передается в алгоритм в качестве дополнительного аргумента и задает соответствующую стратегию его работы.

Обобщенные концепции итераторов важны при проектировании библиотечных компонентов обработки и анализа данных, так как абстракции, построенные на базе этих понятий, могут являться интерфейсами между обобщенными алгоритмами и структурами хранения данных. Они также имеют большое значение, поскольку являются обобщением указателей, т.е. объектов, которые указывают на другие объекты и могут использоваться как основа для создания компонентов, осуществляющих проход по диапазону. Если модель концепции итератора указывает на какую-либо позицию диапазона, то после применения операции продвижения (инкрементирование или декрементирование) она будет указывать позицию, являющуюся следующей или предыдущей, в зависимости от направления обхода. Нужно отметить, что взаимосвязь концепций итераторов со свойствами указателей не совсем однозначна. Например, указатели в языке C++ имеют очень развитую семантику и к ним применимы операции адресной арифметики, операция разыменования и т.п., но обобщенные алгоритмы на диапазонах в большинстве случаев используют лишь малое подмножество свойств указателей, другие же обобщенные алгоритмы используют иные под-



множества. Таким образом, существует несколько различных способов обобщения семантики указателей, при этом каждый из способов является отдельной обобщённой концепцией.

```
[Test()]
public void FindTest()
{
    int[] A = {4, 1, 0, 3, 2, 0, 6};
    var begin = IteratorFactory.Begin(A);
    var end = IteratorFactory.End(A);

    var result = Nonmutating.Find
    (
        begin,
        end,
        FunctionsFactory.Bind2nd
        (
            FunctionsFactory.EqualTo
            (
                ConceptsFactory.BinaryInteger()
            ), 0
        )
    );
    //First index of zero = 2
    Assert.AreEqual(begin.Difference(result), 2);
}
```

Рис. 1. Пример использования обобщенных концепций

Понятие адаптирующей концепции функционального объекта вводится для того, чтобы изменить поведение уже имеющейся обобщённой концепции нечто такого, что может вести себя как функция. Для этого необходимо создать адаптивный интерфейс, который, в определённом смысле, будет изменять поведение адаптирующей модели в терминах адаптируемой концепции. Важным аспектом применения адаптирующей модели является тот факт, что становится возможным сделать что-то вроде того, что было реализовано в качестве адаптируемой концепции, но с конкретным альтернативным поведением, например, изменяющим контекст отдельных операций. В общем случае это гарантирует, что обобщённые алгоритмы будут правильно и эффективно работать с адаптируемыми моделями функторов, построенными на базе обобщённых концепций со строгими требованиями к семантике и формализованными интерфейсами.

Обобщенное программирование хорошо зарекомендовало себя при решении проблем повторного использования кода при реализации обобщенных алгоритмов. Обобщенные концепции итераторов обеспечивают интерфейс между структурами хранения данных и алгоритмами, предоставляя нужную гибкость при реализации без потери эффективности. Обобщенные концепции функциональных адаптеров могут быть полезны в различных контекстах. При разработке алгоритмов они, прежде всего, используются как параметры для указания



стратегии работы. Такой системный подход, используемый для построения абстракций и взаимозаменяемых компонентов, при проектировании алгоритма сохраняет семантику его работы и в обобщенном виде.

Литература

1. Devon, M. S. The Programming Paradigm Evolution /M.S. Devon // IEEE Computer – 2012. – № 6. – P. 93–95.
2. Яблоков, Д.Е. Использование обобщённых концепций в объектно-ориентированных языках программирования. МНТК «Перспективные информационные технологии»: Сб. науч. тр. / под ред. С.А. Прохорова. Самара: СГАУ – 2015. – С. 341–345.
3. Гамма, Э. Приемы объектно-ориентированного проектирования / Эрих Гамма – М.: Питер. – 2006. – 368 с.
4. Яблоков, Д.Е. Универсальная модель хранения данных как средство классификации при решении исследовательских задач / Д.Е. Яблоков // Известия СНЦРАН –2016 –18–№4(4) – С. 858–863.
5. Макконнелл, С. Совершенный код / Стив Макконнелл – М.: Питер, 2007. – 893 с.
6. Страуструп, Б. Язык программирования C++. Специальное издание / Б. Страуструп – М.: Издательство Бином – 2011. – 1136 с.

М.С. Якубов, Т.А. Хужакулов, М.М. Хусанов

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОЕКТОВ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЕКТОРА

(Ташкентский университет информационных технологии. Ташкент, Узбекистан)

Описаны основные виды экологической оценки и их роль в охране окружающей среды. It is described in the article the main kinds of ecological estimation and their role in environmental protection.

На сегодняшний день правильная, экологическая оценка способствует более быстрому информированию о той или иной опасности, которая может произойти или уже существует на обследуемой территории. Таким образом, само понятие экологической оценки является на сегодняшний день актуальным. В соответствии с мировыми стандартами и многочисленными конвенциями по охране окружающей среды экологическая оценка имеет общепризнанные во всем мире критерии [1].

Экологическая оценка — это процесс систематического анализа и оценки экологических последствий намечаемой деятельности, консультаций с заинтересованными сторонами, а также учет результатов этого анализа и консультаций в планировании, проектировании, утверждении и осуществлении данной деятельности.



Согласно данному определению: экологическая оценка рассматривается как процесс, а не просто как данные или документы, которые получаются в результате этого процесса; экологическая оценка рассматривается как процесс систематический, то есть следующий определенным правилам; экологическая оценка не ограничивается этапом планирования, но охватывает и этап осуществления намечаемой деятельности.

Процесс экологической оценки включает следующие основные составляющие:

- анализ (прогноз) потенциальных воздействий намечаемой деятельности на окружающую среду и оценка их значимости;
- консультации с заинтересованными сторонами с целью поиска взаимоприемлемых решений;
- использование результатов прогноза воздействий и консультаций в процессе принятия решений, относящихся к намечаемой деятельности [2].

Процедуры экологической оценки в разных странах различаются по многим аспектам: для каких видов деятельности проводится ЭО, кто проводит ее, в каких решениях и каким образом учитываются ее результаты. Так, экологическая оценка может проводиться для всех видов деятельности, или, например, только для крупных проектов, осуществляемых по решению правительства, или для видов деятельности, отобранных по определенным правилам. Основную роль в проведении экологической оценки может играть инициатор деятельности или природоохранные органы. Результаты ее могут по-разному использоваться в системе принятия решений. Степень обязательности учета результатов экологической оценки в принятии решений тоже различается от страны к стране.

Несмотря на эти отличия эффективные системы экологической оценки, проверенные временем, отвечают трем основным принципам: превентивности, комплексности и демократичности [3].

Принцип превентивности означает, что экологическая оценка проводится до принятия основных решений по реализации намечаемой деятельности, а также, что ее результаты используются при выработке и принятии решений. Анализ последствий уже принятого решения экологической оценкой по сути не является. Это справедливо независимо от того, является ли такой анализ “обоснованием” решения, ориентированным на оправдание его экологической приемлемости, или же представляет собой объективное и независимое исследование.

Для эффективных систем экологической оценки характерно расширенное понимание превентивности экологическая оценка должна проводиться не только до принятия решения о возможности осуществления намечаемой деятельности (например, выдачи соответствующего разрешения), но и до принятия важнейших проектных решений. Наконец, последовательная реализация принципа превентивности приводит к необходимости стратегической экологической оценки (СЭО), предметом которой являются решения более высокого уровня, предшествующие планированию конкретных проектов.



Один из важных инструментов реализации принципа превентивности - анализ альтернатив. Рассмотрение и сравнение нескольких альтернатив достижения целей намечаемой деятельности и вариантов ее осуществления обеспечивает свободу принятия решений в зависимости от результатов экологической оценки.

Принцип комплексности подразумевает совместное рассмотрение и учет факторов воздействия намечаемой деятельности и связанных с ними изменений во всех природных средах, а также в социальной среде. Этот принцип основывается на представлении о том, что разделение окружающей среды на “компоненты” (воздух, вода, почва) является упрощением реальной ситуации. На самом деле мы имеем дело с единой природной системой, неразрывно связанной с обществом. Задача экологической оценки состоит не только в том, чтобы проследить, насколько соблюдаются “стандарты и нормативы” для отдельных компонентов природной среды, но и в том, чтобы понять, как природно-социальная система в целом отреагирует на воздействие намечаемой деятельности.

На процедурном уровне отражением принципа комплексности является рассмотрение различных воздействий намечаемой деятельности в рамках единой процедуры, а также представление информации о них в едином документе.

Принцип комплексности может быть расширен до рассмотрения и учета в принятии решений экологических и социально-экономических последствий намечаемой деятельности в комплексе. Также принцип демократичности отражает тот факт, что экологическая оценка не сводится к научнотехническому исследованию, а является инструментом принятия взаимоприемлемых решений. Предполагаемое воздействие намечаемой деятельности на окружающую среду затрагивает интересы потенциально неограниченного круга лиц и организаций. Большинство из них не обладают какими-либо формальными полномочиями в отношении этой деятельности. Инструментом защиты интересов этих сторон (в той мере, в которой они отражены в “интересах общества в целом”) могут служить разного рода системы разрешений и лицензирования, нормы проектирования. Однако принцип демократичности подразумевает признание за этими сторонами права на непосредственное участие в процессе принятия решений. Таким образом, заинтересованные стороны должны иметь возможность участвовать в процессе ЭО, и их мнение должно учитываться наряду с заключениями экспертов при формулировании выводов и использовании результатов процесса ЭО.

Еще одно важное следствие принципа демократичности состоит в том, что для обеспечения возможности участия заинтересованных сторон экологическая оценка должна проводиться в соответствии с определенными правилами, которые известны и понятны всем ее участникам. Таким образом, необходимо наличие регламентированной процедуры экологической оценки. В рамках этой процедуры участники процесса должны иметь определенные права и обязанности.

“Демократические” процедуры ЭО обычно противопоставляются “техно-



кратическим”, в которых решения принимаются закрытым образом. В таких системах предполагается, что проблема воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду носит преимущественно научно-технический характер, и при ее рассмотрении значимы только мнения экспертов-профессионалов, а также компетентных лиц, принимающих решения.

Отсутствие демократичности, закрытость и непрозрачность процесса принятия решения часто приводит к тому, что на практике решения в таких системах принимаются на основе неформальных переговоров и соглашений с участием отдельных, наиболее влиятельных заинтересованных сторон. В результате нередко страдает объективность экологической оценки [2, 4].

Предметом экологической оценки является воздействие намечаемой деятельности на окружающую среду. Под воздействием здесь понимаются те изменения в окружающей среде, которые полностью или частично - результат намечаемой деятельности. Прогноз и разработка мер по их смягчению - одна из основных составляющих процесса ЭО. Систематическая, комплексная природа экологической оценки позволяет выявлять те воздействия, которые могут неадекватно учитываться стандартами, установленными для отдельных сред и источников воздействия, - прежде всего, не прямые и кумулятивные воздействия. С другой стороны, для того, чтобы такой систематический анализ был возможен, а результаты его применимы на практике, экологическая оценка должна быть сконцентрирована на наиболее важных, ключевых воздействиях. Воздействия в рамках экологической оценки рассматриваются не только с точки зрения их физической величины, но и значимости для общества в целом, отдельных социальных групп и граждан.

Что же понимается под окружающей средой в контексте ЭО? Прежде всего - природные среды, компоненты окружающей среды, ландшафт. Традиционно в ходе ЭО рассматриваются и историкокультурные ценности. Однако практически всегда экологическая оценка в той или иной мере затрагивает медицинские, социальные и экономические последствия намечаемой деятельности, связанные с воздействием на окружающую природную среду. Так, ухудшение качества окружающей природной среды может повлечь для местного населения ухудшение здоровья, последствия социального характера (например, ухудшение качества жизни вследствие сокращения возможностей для рекреации), а также экономического характера (например, падение цен на недвижимость). Рассмотрение таких последствий в ходе ЭО является практической необходимостью независимо от того, закреплены ли подобные требования законодательно. Это связано с тем, что экологическая оценка рассматривает воздействия на окружающую среду с точки зрения их значимости для общества в целом, отдельных граждан и групп, которая в существенной мере обусловлена именно социальными и экономическими последствиями [2].

Таким образом, переходя к нашей республике, можно сказать, что ЭО имеет важную роль, т.к. Республика Узбекистан - аграрная страна, где большую часть экономики и занятости населения составляет сельское хозяйство. Узбекистан занимает 2-е место в мире по экспорту хлопка-волокна и входит в



десять крупнейшей стран - производителей шелка-сырца. Он - признанный лидер по производству каракуля. В сельском хозяйстве занято около 40% работающего населения. В период реформ в отрасли произошли существенные изменения. Теперь значительную часть продукции (65%) производят в дехканских хозяйствах. Число зарегистрированных фермерских и крестьянских хозяйств достигло 31 тыс. при средней площади участка в 21 га. В общественных хозяйствах в основном сосредоточено производство зерна (72% от общего валового сбора) и яиц (42%).

Резко отрицательный водный баланс и преобладание незакрепленных песков в пустынных районах приводят к тому, что доля сельскохозяйственных земель в стране составляет всего 57% ее общей площади. При этом в структуре используемых в сельском хозяйстве земель преобладают пастбища (81%). Примерно 15% всех земель поливается (более 4 млн га), поэтому всегда значительное растениеводство было гораздо весомее (66% от валовой продукции сельского хозяйства). В настоящее время показатели растениеводства и животноводства сравнялись.

В последние годы в структуре растениеводства страны произошли существенные изменения. После обретения самостоятельности Узбекистан стремится к продовольственной независимости. В этих целях изменена структура посевных площадей. Доля в них земель под зерновыми культурами доведена до 40%. В результате к концу 1990-х гг. производство зерна достигло 4.3 млн. т, что в 4 раза больше, чем в советский период.

Предпринимаются попытки стабильного получения двух урожаев с одного поля в год, например, после озимой пшеницы высевают рис или же после яровой кукурузы - озимый ячмень. Зерновые культуры, главным образом озимую и яровую пшеницу (86% валового производства), возделывают почти повсеместно. Основные районы производства риса (8.3% валового производства зерна) - Каракалпакстан и Хорезмская область. В последние годы душевое производство зерна увеличилось с 93 до 175 кг в год.

Самой главной культурой страны остается хлопчатник. Узбекистан занимал первое место в СССР по посевным площадям и валовому сбору этой культуры (62%). Хлопчатник выращивают на поливных землях в севообороте с люцерной (бобовая культура), и часто его доля в посевах была столь высока, что тип хозяйства мог быть определен как монокультурный. Сейчас производство хлопка-волокна достигает чуть больше 3 млн. т. Примерно четверть его идет на экспорт. В республике насчитывается более 100 хлопкоочистительных заводов. В среднем на каждую область приходится по 10-12 предприятий. Отходы от переработки хлопка-сырца поступают в пищевую (масло из семян) и химическую (целлюлоза) промышленность.

Из других технических культур стоит выделить табак, выращиваемый на востоке Самаркандской и Кашкадарьинской областей, и кенаф (волокно используется для получения грубых тканей и канатов), возделываемый в долине р. Чирчик. Правда, в последние годы площади под кенафом уменьшаются. В постсоветское время в Узбекистане возродились посевы сахарной свеклы. Под



ее посевами находится около 100 тыс. га. Уже действуют шесть сахарных заводов. Крупнейший завод по производству сахара находится в Хорезмской области [1].

Основное отличие сельскохозяйственных воздействий от промышленных заключается прежде всего в их распространении на огромных территориях. Как правило, использование больших площадей под сельскохозяйственные нужды вызывает коренную перестройку всех компонентов природных комплексов.

Земледелие. Воздействие земледелия на природный комплекс начинается с уничтожения на больших площадях сообщества естественной растительности и замены ее культурными видами. Следующий компонент, испытывающий существенные изменения, - почва. В естественных условиях почвенное плодородие постоянно поддерживается тем, что взятые растениями вещества снова возвращаются в нее с растительным опадом. В земледельческих же комплексах основная часть элементов почвы изымается вместе с урожаем, что особенно типично для однолетних культур. Подобная ситуация повторяется ежегодно, поэтому существует вероятность того, что через несколько десятков лет запас основных элементов почвы будет исчерпан. Для восполнения изъятых веществ в почвы вносят в основном минеральные удобрения: азотные, фосфорные, калийные. Это имеет как положительные последствия - пополнение запасов питательных веществ в почве, так и отрицательные - загрязнение почвы, воды и воздуха. При внесении удобрений в почву попадают так называемые балластные элементы, которые не нужны ни растениям, ни почвенным микроорганизмам. Например, при использовании калийных удобрений наряду с необходимым калием вносится бесполезный, а в некоторых случаях вредный хлор; с суперфосфатом попадает много серы. Токсичного уровня может достигать и количество того элемента, ради которого минеральное удобрение вносят в почву. Прежде всего, это относится к нитратной форме азота. Избыточные нитраты накапливаются в растениях, загрязняют подземные и поверхностные воды (вследствие хорошей растворимости нитраты легко вымываются из почвы). Кроме того, при избытке нитратов в почве размножаются бактерии, которые восстанавливают их до азота, поступающего в атмосферу.

Кроме минеральных удобрений в почву вносятся различные химические вещества для борьбы с насекомыми (инсектициды), сорняками (пестициды), для подготовки растений к уборке, в частности дефолианты, ускоряющие сбрасывание листьев у хлопчатника для его машинной уборки. Большинство этих веществ очень токсичны, не имеют аналогов среди природных соединений, очень медленно разлагаются микроорганизмами, поэтому последствия их применения трудно предсказать. Общее название вносимых ядохимикатов - ксенобиотики (чужие для жизни).

В целях увеличения урожая в развитых странах пестицидами обрабатывают около половины посевных площадей. Мигрируя вместе с пылью, подземными и наземными водами, ядохимикаты распространяются повсеместно (они обнаружены на Северном полюсе и в Антарктиде) и представляют повышенную экологическую опасность.



Глубокое и длительное, а часто необратимое воздействие на почву, изменяющее ее коренные свойства, оказывают орошение и осушение земель. В XX в. площади земледелия существенно расширились: с 40 до 270 млн. га, из которых орошаемые земли занимают 13% пашни, а их продукция превышает 50% всей сельскохозяйственной продукции. Орошаемые ландшафты - наиболее преобразованные из всех типов сельскохозяйственных антропогенных ландшафтов. Изменяются влагооборот, характер распределения температуры и влажности в приземном слое воздуха и верхних слоях почвы, создается специфический микрорельеф. Изменения водного и солевого режимов почвы часто вызывают заболачивание и вторичное засоление почвы. Чудовищным последствием непродуманного орошаемого земледелия является гибель Аральского моря.

Для орошения из природных комплексов изымаются огромные массы воды. Во многих странах и районах мира орошение является основной статьей расхода воды и в маловодные годы приводит к дефициту водных ресурсов. Расход воды на сельское хозяйство занимает среди всех видов водопользования первое место и составляет свыше 2000 км³ в год, или 70% мирового водопотребления, из них более 1500 км³ - безвозвратное водопотребление, из которого около 80% уходит на орошение.

Огромные площади в мире занимают заболоченные земли, использование которых становится возможным только после проведения осушительных мероприятий. Осушение оказывает очень серьезное влияние на ландшафт. Особенно сильно изменяется тепловой баланс территорий - резко сокращаются затраты тепла на испарение, уменьшается относительная влажность воздуха, увеличиваются суточные амплитуды температур. Меняется воздушный режим почв, увеличивается их проницаемость, соответственно, меняется ход процессов почвообразования (активнее разлагается органический опад, происходит обогащение почвы питательными веществами). Осушение вызывает и увеличение глубины залегания грунтовых вод, а это, в свою очередь, может вызвать пересыхание многочисленных ручьев и даже небольших рек. Очень серьезны глобальные последствия осушения - болота дают основную массу кислорода атмосферы.

Таковы глобальные последствия воздействия земледелия на природные комплексы. Среди них следует отметить и нагрузки, которые испытывает экология от распространенной преимущественно в тропических широтах подсеčno-огневой системы земледелия, ведущей не только к уничтожению лесов, но и к достаточно быстрому истощению почвы, а также выбросам в атмосферный воздух большого количества аэрозольной золы и сажи. Пагубно для экосистем выращивание монокультур, вызывающих быстрое истощение почвы и заражение ее фитопатогенными микроорганизмами. Культура сельского хозяйства необходима, так как неразумная распашка почвы значительно изменяет ее структуру, а при определенных условиях может способствовать таким процессам, как водная и ветровая эрозия[5].

Таким образом, экологическая оценка - это процесс систематического



анализа и оценки экологических последствий намечаемой деятельности с тремя основными принципами: превентивностью, комплексностью и демократичностью; сельское хозяйство играет большую роль в Республике Узбекистан, так как экономически выгодно; основные виды экологического воздействия на окружающую среду от сельского хозяйства - эрозийные факторы (водная и ветровая), использование удобрений, реагентов и ядохимикатов.

Литература

1. I.B.Agamirzyan IV World experience of implementing e-government concept. http://www.microsoft.com/Rus/Government/analytics/egov_evolution.mspх.
2. Т.А.Хујақулов. Priority factors and the basic principles of online logistics 2014.-227p.
3. M.S.Yakubov. Concept of competitiveness and modernization of the system of economic management. International conference "Actual problems of development of info-communications and the Information Society". Tashkent, 2012. 609-614 p.



МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

А.Е. Азаров, Д.В. Лучанинов

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ «TIVEL» НА ПЛАТФОРМЕ UNITY3D

(Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема)

В настоящее время существует множество разработок компьютерных игр, созданных с помощью Unity. Популярность данной системы не вызывает сомнений ввиду её лёгкости для освоения и бесплатности. Unity 3d это инструмент для разработки двух и трёхмерных приложений и игр, работающий под операционными системами Windows, Linux и OS X. Созданные с помощью Unity приложения работают на множестве разнообразных операционных системах, так как существует много дополнительных плагинов для Unity, позволяющих скомпилировать приложение почти под любую платформу. Целью данной статьи является разработка компьютерной игры с элементами логики «Tivel».

Сюжет. Секретной организации Tivel удалось изобрести первую в мире машину времени, и она начинает изучать влияние путешествий во времени на организм человека, за этим она и отправляет главного героя и других подопытных в разные эпохи.

Рабочая область Unity3d представляет из себя два основных окна, это окно сцены и окно игры, окно игры показывает только то, что будет видеть игрок или пользователь приложения, а с помощью окна сцены возможно устанавливать игровые объекты в необходимые места, перемещать, вращать и делать всё, что необходимо. Также одним из основных элементов интерфейса Unity является окно инспектора, в данном окне отображаются все свойства выделенного объекта в данный момент, включая скрипты. Ещё есть окно проекта, в котором можно увидеть какие папки в нём имеются и какие ресурсы. И остаётся один важный элемент, это окно иерархии проекта, в этом окне отображаются какие объекты уже находятся на сцене. Добавляются все объекты на сцену в основном через верхнее меню программы, инструментария Unity, с помощью которого и сохраняются сцены, компилируются приложения и осуществляются множество настроек проекта.

Уровни. В игре Tivel можно выделить 6 основных уровней. Стартовая комната, комната Юрского периода, комната с порталом, комната в стиле Дикого Запада, первобытная пещера и комната будущего (см. рис. 1).



Также, как на первом уровне, так и на всех остальных, если игрок нажмёт клавишу Esc, откроется Canvas с меню игры, в котором можно изменить громкость звуков и громкость музыки, и если нажать клавишу Esc снова, меню выключится, данный Canvas не удаляется до самого конца игры. Чтобы объект не удалялся при переходе между сценами, необходимо на данный объект навесить скрипт и написать в нём строку в функции Update() – DontDestroyOnLoad(см. рис. 2).

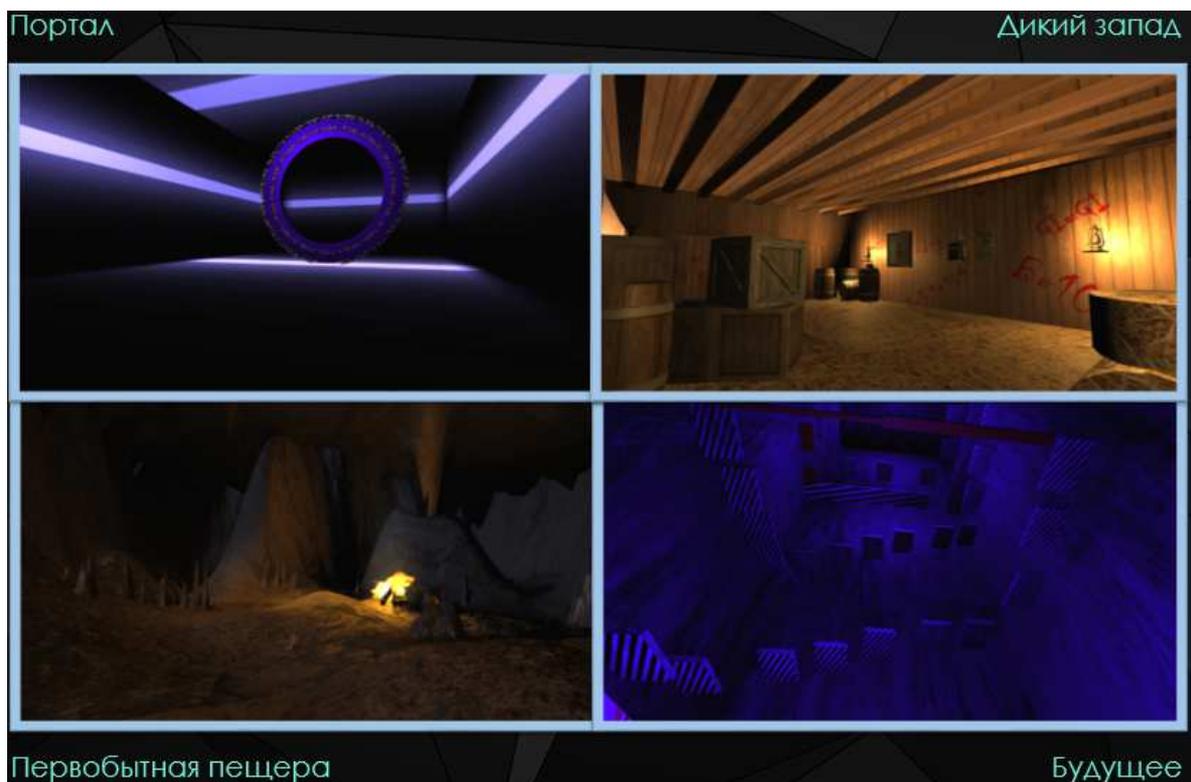


Рисунок 1. Примеры уровней игры



Рисунок 2. Меню игры



Для игры специально были разработаны курсор игры и иконка игры.

Скрипты – это основа любой игры. В Tivel, как и в любой другой игре, скрипты используются для взаимодействия игрока с объектами игры. Например, для открытия двери, когда игрок подходит к двери, игрок заходит в коллайдер и активируется триггер с помощью которого активируется скрипт и на экране появляется надпись «Открыть (E)», когда игрок нажимает клавишу E – дверь вращается вокруг своего края, в скрипте это реализовано с помощью свойства объектов `Transform.eulerAngles` – поворот объекта с помощью углов Эйлера. Также написаны скрипты для открытия дверей с помощью ввода пароля, скрипты которые зажигают костёр или проверяют, подобрал ли игрок определённый предмет.

Источники. Для создания игры необходимо множество ресурсов и создавая игру самостоятельно, в одиночку, не каждый человек сможет и написать скрипты для игры и нарисовать красивую картинку для текстур или меню и уметь писать музыку в специальных программах, поэтому создателям игр приходится на помощь специализированные сайты с бесплатными лицензиями на разнообразные ресурсы. Для Tivel ресурсы брались из разных источников. Текстуры - Google картинки и несколько нарисованных текстур специально для игры. Звуки - стандартные звуки Unity, и официальная бесплатная фонотека YouTube. 3D модели - сайты с бесплатными 3d моделями tf3dm.com, archive3d.net и также несколько созданных моделей в 3dsMax. Скрипты – полностью все написаны самостоятельно автором игры.

В ходе разработки данной игры, были изучены основные аспекты концепции создания компьютерной игры: логика построения уровней, применение скриптов и поведения объектов, работа с освещением и звуком, 3D моделирование и текстурирование.

Дальнейшие планы:

- ввести 2 новых уровня;
- сделать освещение во всех комнатах более реалистичным;
- заменить текстуры всех игровых объектов, на текстуры, нарисованные специально для игры;
- написать собственную музыкальную композицию для игры;
- мелкие доработки для удобства игрока.

Е.А. Борисова, Д.В. Еленев

УЧЕТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДИССЕРТАЦИОННЫХ СОВЕТОВ УНИВЕРСИТЕТА

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.Королева)

Качественный учет деятельности диссертационных советов университета предполагает формирование входящих и исходящих отчетных данных на осно-



ве массива данных общеуниверситетского уровня. В Самарском университете эти данные формируются на основе системы мониторинга деятельности подразделений университета [1] и системы личных кабинетов научно-педагогических работников [2]. Оптимизация работы отдела, занимающегося обеспечением деятельности диссертационных советов университета, производится в рамках системы мониторинга подразделений. Для этого потребовалось разработать автоматизированное рабочее место, которое позволит упростить процесс получения и добавления информации по диссертационным работам и советам, а также упростить процесс формирования отчетных данных[3].

При работе с системой пользователь имеет возможность просмотреть информацию о работах, только готовящихся к защите, о диссертационных советах, о членах совета, оппонентах и соискателях, о протоколах заседаний, а также основную информацию об организациях (ведущих и выполнения). Вся эта информация хранится в базе данных, охватывая весь процесс подготовки и защиты любой диссертационной работы(рисунок 1).

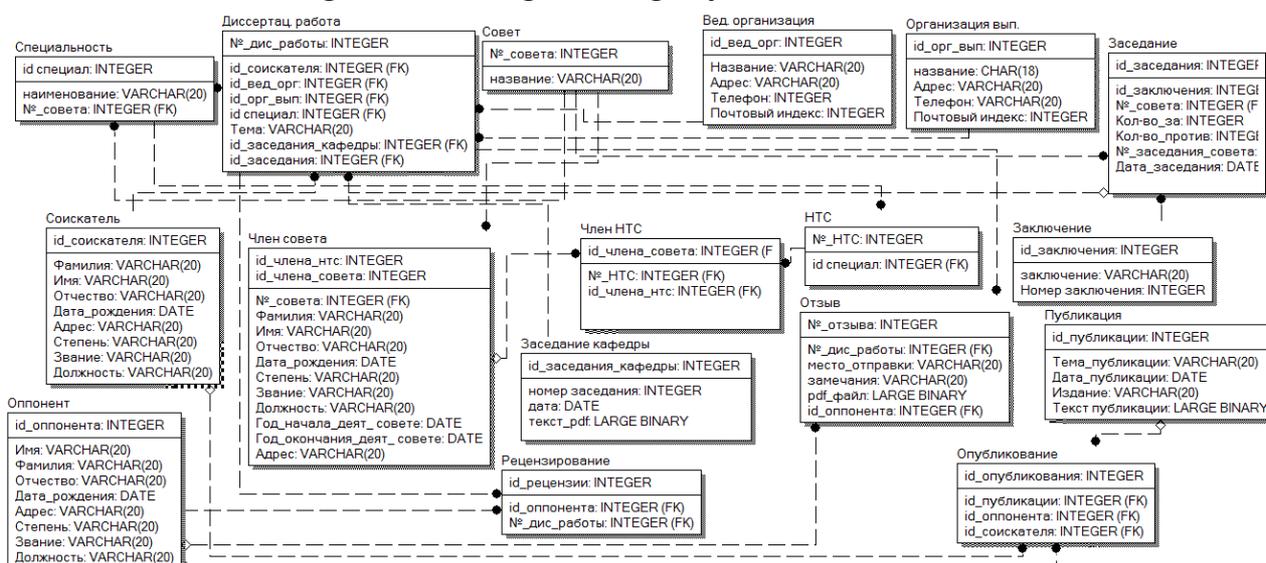


Рисунок 1 – Логическая модель базы данных системы

Загрузка данных в таблицы из базы данных происходит во время загрузки главной страницы автоматизированного рабочего места в браузере при подключении системы к серверу.

При создании системы одними из главных задач стали реализация необходимых пользовательских функций и разработка интуитивно понятного веб-интерфейса. Были реализованы основные функции, такие как добавление и редактирование записей в таблицах в виде сплывающих окон (рисунок 2). При добавлении новой записи, например, о диссертационной работе, предусмотрена возможность добавления новых организаций (ведущей и выполнения), добавление различных файлов, а также реализованы выпадающие списки, в которых можно выбрать информацию, относящуюся к добавляемой работе.



Добавление информации о новой диссертационной работе

Тема:

Специальность: Выберите специальность

Автор работы:

Фамилия:

Имя:

Отчество:

Дата рождения в формате ГГГГ-ММ-ДД:

Адрес:

Степень:

Звание:

Должность:

Выберите ведущую организацию или добавьте новую:

Организация:

Название организации:

Рисунок 2 – Фрагмент окна добавления диссертационных работ

Все загруженные файлы хранятся на сервере и доступны для скачивания работнику отдела для формирования отчётных данных.

Программное обеспечение рабочего места разработано на языке программирования PHP с использованием СУБД MySQL.

Литература

1 Еленев, Д.В. Автоматизация системы управления национальным исследовательским университетом и мониторинга его деятельности [Текст] / Д.В. Еленев, В.С. Кузьмичев, Д.Е. Пашков // Программные продукты и системы. – 2012. – № 3. – С. 31-34.

2 Еленев, Д.В. Личные кабинеты научно-педагогических работников университета [Текст] / Д.В. Еленев, А.О. Линник // Самара: Известия СНЦ РАН, 2015. №2(5), том 17. – С. 964-969.

3 Борисова, Е.А. Еленев Д.В., Автоматизация работы отдела обеспечения деятельности диссертационных советов [Текст] / Е.А. Борисова, Д.В. Еленев // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): Международная научно-техническая конференция, 26-28 апреля 2016г., Самара, Самарский университет, 2016 г.,- С. 713-714.

С.А. Бурлов

АДАПТАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ РАЗДЕЛОВ УЧЕТА ПЛАНИРОВАНИЯ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

(Самарский университет)

В связи с необходимостью формирования электронного плана финансово-хозяйственной деятельности Университета (как подведомственного учреждения Минобрнауки России [1]) на федеральном сервисе «Автоматизированная



система управления планами финансово-хозяйственной деятельности» (АСУ ПФХД), была сформирована подсистема учета во внутренней информационной системе для подготовки сведений.

Существующая в Университете автоматизированная информационная система содержала базовый программный раздел, который послужил шаблоном для существенной доработки. Акцентирование на доработку существующей системы вместо использования федерального сервиса напрямую и закупку стороннего программного обеспечения было сделано вследствие отказа от ненужной миграции данных и дублирования работы, которая возникала бы в случае использования сервиса напрямую. Сбор и обработка информации в самой системе первичного сбора является наиболее гибким решением при наличии соответствующих программных интерфейсов.

Согласно прикладному программному интерфейсу (*API – Application Programm Interface*), предоставленному федеральным сервисом, сведения должны поставляться в виде файлов формата *XML*, имеющие установленную структуру [2]. Особенностью является необходимость точной синхронизации справочников, которые на момент ввода в эксплуатацию находились в непрерывном изменении, в том числе численность и структурность основных собираемых показателей.

Основными средами для разработки являлись *SQL Developer* и конструктор расширений АИС. Основным язык разработки – *PL/SQL*[3]. Для обработки изменений в справочниках был сформирован клиент веб-сервиса, интегрированный в СУБД *Oracle*.

Общий принцип работы с подсистемой. До начала работы формируется основной справочник шаблонов показателей. Данный справочник изменяется согласно появляющимся изменениям в структуре справочника «Показатели ФХД».

Исходя из существующего в Университете Положения о центрах финансовой ответственности (ЦФО), формируются показатели для данного ЦФО. Показатели состоят из трех подразделов «Показатели», «Поступления», «Выплаты» (рис. 1). Основным сбором информации служат два последних подраздела, настраиваемых также в образце.

Связи между подразделами с заполненными суммами и показателями осуществляется посредством обработки позиций соответствующего подраздела с учетом вида финансового обеспечения. Это делается из контекстного меню подраздела «Показатели финансового состояния».

После формирования сведений по каждому ЦФО, формируются сводные показатели для всего Университета.

Для обмена с системой сформированы процедуры выгрузки в следующих форматах:

- план финансово-хозяйственной деятельности (*FinanceActivityPlan*);
- план доходов (*IncomingPlan*);
- план функциональных расходов (*ExpensePlan*);
- перечень дополнительных показателей (*ExtraValue*).



Примечание	Уровень	Мнемикод	Вид	Наименование	Бюджетная классификация доходов	ПВЕ	Не отображать в п	Утверждено ранее (Ф)	Изменения (ФК)
	1	Накладные %		Централизованные средства Университет			Нет	0,00	0,0
	2	Накладные "4"	4	ВФО "4"	00000000000000000001		Нет	0,00	0,0
	2	Накладные "2"	2	ВФО "2"	00000000000000000001		Нет	0,00	0,0
	2	Накладные "5"	5	ВФО "5"	00000000000000000001		Нет	0,00	0,0
	1	Поступления 5	5	Поступления всего по виду финансового о			Нет	0,00	0,0
	2	17018-5	5	17018-5	00000000000000000130		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-01-5	5	Доходы от очной формы обучения	000000000000000001301		Нет	0,00	0,0
	3	17018-02-5	5	Доходы от заочной формы обучения	000000000000000001302		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-03-5	5	Доходы от вечерней формы обучения	000000000000000001303		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-04-5	5	Доходы от второго высшего образования,	000000000000000001304		Нет	0,00	0,0
17026	2	17026-5	5	Прочие	000000000000000001300		Нет	0,00	0,0
	1	Поступления 2	2	Поступления всего по виду финансового о			Нет	0,00	0,0
	2	17026-2	2	Прочие	000000000000000001300		Нет	0,00	0,0
	2	17018-2	2	17018-2	00000000000000000130		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-01-2	2	Доходы от очной формы обучения	000000000000000001301		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-02-2	2	Доходы от заочной формы обучения	000000000000000001302		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-03-2	2	Доходы от вечерней формы обучения	000000000000000001303		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-04-2	2	Доходы от второго высшего образования,	000000000000000001304		Нет	0,00	0,0
	1	Поступления 4	4	Поступления всего по виду финансового о			Нет	0,00	0,0
	2	17026-4	4	Прочие	000000000000000001300		Нет	0,00	0,0
	2	17018-4	4	17018-4	00000000000000000130		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-01-4	4	Доходы от очной формы обучения	000000000000000001301		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-02-4	4	Доходы от заочной формы обучения	000000000000000001302		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-03-4	4	Доходы от вечерней формы обучения	000000000000000001303		Нет	0,00	0,0
17018	3	17018-04-4	4	Доходы от второго высшего образования,	000000000000000001304		Нет	0,00	0,0

Рис. 1. Подразделы «Показатели», «Поступления», «Выплаты»

Литература

1. Приказ Минобрнауки России №717 от 16 июня 2016 г. "Об утверждении Порядка составления и утверждения плана финансово-хозяйственной деятельности федеральных государственных учреждений, находящихся в ведении Министерства образования и науки Российской Федерации".
2. Требования к форматам и способам передачи информации по телекоммуникационным каналам связи в рамках загрузки данных в АСУ ПФХД из внешних систем. Версия: 1.0.2.2. Приложение к приказу Минобрнауки. Москва, 2016.
3. Lance Ashdown, Jack Melnick, Steve Muench, Mark Scardina, Jinyu Wang. Oracle XML Developer's Kit Programmer's Guide, 10g Release 2 (10.2). Part No. B14252-01. ORACLE, 2015.

В.Г. Волик, А.Г. Исайчева, П.А. Радионов

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ УЧЕБНО-ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»)

Современные технические и программные средства обучения должны быть ориентированы на развитие интеллектуального потенциала обучаемых, формирование умений самостоятельно приобретать знания в процессе выполнения заданий и решения разнообразных практических задач.

В настоящее время на рынке программного обеспечения имеется большое количество типовых средств учебного назначения и специализированных инженерных пакетов. Однако уровень их функциональных возможностей не все-



гда соответствует стоимости, все они имеют собственный интерфейс, что затрудняет их освоение и создание единой образовательной среды. Инженерные пакеты автоматизируют все этапы технического моделирования, в том числе процесс получения математической модели. Это расширяет круг задач, которые могут быть предложены обучаемым в рамках образовательного курса, но знания в области математики, информатики и других фундаментальных дисциплин в этом случае не будут востребованы.

Для технических специалистов большое значение имеет знание физических законов, умение их использовать для получения математических моделей, чаще всего систем алгебраических и дифференциальных уравнений, владение методикой решения систем уравнений с помощью математических пакетов. Современные математические пакеты в своем составе содержат несколько сотен встроенных функций для решения самых разнообразных задач [1-3]. Это позволяет повысить сложность заданий, однако суть математических методов, заложенных в той или иной функции, остается скрытой для пользователей. Поэтому важно обеспечить баланс между использованием указанных программных средств и поддержанием определенного уровня математической культуры, в том числе навыков аналитических преобразований и числовых расчетов.

Актуальной задачей является организация научно-исследовательской работы по разработке учебно-демонстрационных программ и модернизации лабораторного оборудования [4, 5]. Это позволяет обучаемым приобщиться к процессу реального проектирования, имеющему конкретный выход, повысить их мотивацию к учебе, ускорить адаптацию к будущей профессиональной деятельности. В коллектив разработчиков могут входить студенты разных курсов одного или нескольких учебных заведений, обучающиеся по различным образовательным программам. При этом студенты обмениваются знаниями в области смежных дисциплин, приобретают умение работать с литературными источниками, получают возможность проверить себя в роли системных аналитиков, программистов, специалистов по верификации программного обеспечения и экспертизе технической документации. Это касается не только студентов, обучающихся по направлениям информационных технологий, но и всех других технических специальностей [6].

Задания для лабораторных и практических занятий должны соответствовать определенным ресурсам времени работы пользователей (как правило, два академических часа). Содержание задач подбирается таким образом, что каждую из них можно решить, как с помощью специализированной программы, так и средствами математического пакета. Для решения задач в области электротехники и схемотехники наиболее подходящими являются пакеты Micro-cap и Mathcad. При этом результаты решения одной и той же задачи разными средствами и методами должны совпадать, что является дополнительным критерием их правильности.

Программное обеспечение для выполнения курсовых проектов и самостоятельной работы допускает некоторую модификацию и настройку. Для разработки целесообразно использовать среду быстрой разработки приложений



Delphi, поскольку в курсе информатики студенты технических специальностей традиционно изучают язык программирования Turbo Pascal.

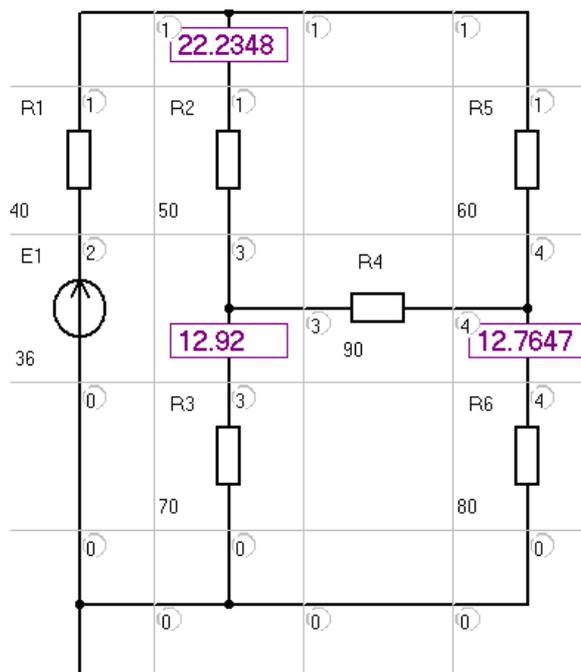


Рис. 1. Рабочее окно учебной программы с результатами моделирования

На рис. 1 показано рабочее окно учебной программы «Расчет линейных электрических цепей постоянного тока методом узловых напряжений». Программа разработана средствами Delphi 6, имеет объем примерно 2000 строк кода исходного модуля. В состав программы входит оригинальный графический редактор, обеспечивающий визуальный ввод принципиальной схемы электрической цепи и задание значений параметров компонентов несколькими способами. На схеме имеется возможность размещения независимых источников тока и напряжения, а также измерительных приборов (вольтметров и амперметров), которые характеризуются определенным внутренним сопротивлением.

Программа производит автоматическую нумерацию узлов, к которым подключено два и более компонента, формирование текстового описания схемы (рис. 2), исключение узлов, к которым подсоединены только два компонента, а также источники ЭДС с нулевым внутренним сопротивлением (рис. 3).

Branch	Node1	Node2	Part	Value
1	1	2	R1	40
2	0	2	E1	36
3	1	3	R2	50
4	0	3	R3	70
5	3	4	R4	90
6	1	4	R5	60
7	0	4	R6	80

Рис. 2. Текстовое описание исходной схемы



Branch	Node1	Node2	EE	JJ	RR
1	0	1	36	0	40
2	1	2	0	0	50
3	0	2	0	0	70
4	2	3	0	0	90
5	1	3	0	0	60
6	0	3	0	0	80

Рис. 3. Описание преобразованной схемы после устранения узла, к которому подключено два компонента

Далее осуществляется формирование матриц коэффициентов системы линейных алгебраических уравнений (рис. 4), решение системы методом Гаусса (рис. 5) и вывод узловых напряжений непосредственно на схему (рис. 1).

	Matrix A			Vector B
	1	2	3	
1	0.06167	-0.02	-0.01667	0.9
2	-0.02	0.0454	-0.01111	0
3	-0.01667	-0.01111	0.04028	0

Рис. 4. Квадратная матрица коэффициентов левой части системы линейных алгебраических уравнений и вектор-столбец свободных членов

	Matrix A			Vector B	Node Voltage
	1	2	3		
1	0.06167	-0.02	-0.01667	0.9	22.23
2	0	0.03891	-0.01652	0.2919	12.92
3	0	0	0.02876	0.3671	12.76

Рис. 5. Коэффициенты системы уравнений после приведения матрицы к верхнему треугольному виду и вектор решений

Для проверки правильности решения на рис. 6 приведены результаты моделирования рассматриваемой электрической цепи средствами пакета Micro-cap.

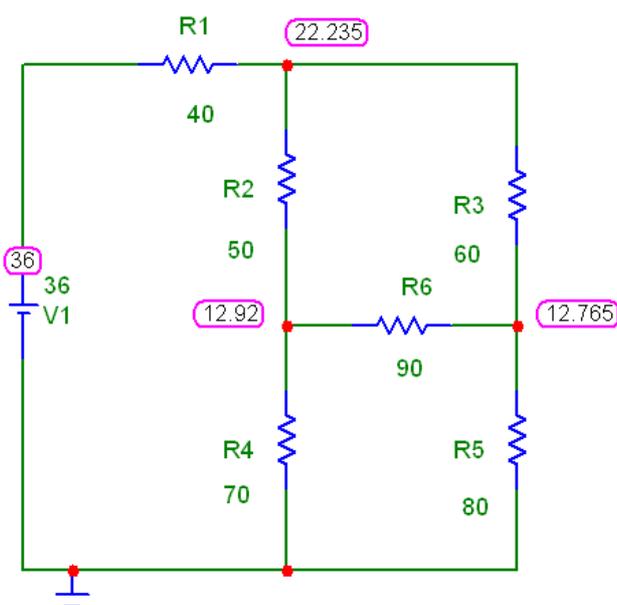


Рис. 6. Результаты расчета линейной электрической цепи постоянного тока средствами пакета Micro-cap 7 в режиме Dynamic DC



В программе предусмотрена возможность хранения созданных электрических принципиальных схем в типизированных файлах на внешнем носителе. Программа имеет модульную структуру, что облегчает ее модификацию и развитие. В настоящее время осуществляется разработка модуля для использования программы для тестирования знаний, обучаемых в данной предметной области.

Литература

1. Тарасов, Е.М. Особенности подготовки специалистов по образовательным стандартам третьего поколения / Е.М. Тарасов // Вестник Самарского муниципального института управления. 2013. - №3 (26). - С. 128-132.
2. Востокин, С.В. Пример визуальной модели распределенного вычислительного процесса / С.В. Востокин, С.А. Прохоров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук». 2004. - Т. 6. - № 1. С. 180-184.
3. Семушин, И.В. Метод проектов – инструмент активного овладения сложными дисциплинами компьютерных информационных технологии / И.В. Семушин // Труды Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии». Под. ред. С.А Прохорова. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2015. - С. 176-179.
4. Пиявский, С.А. Информационные технологии в формировании исследовательских компетенций молодежи / С.А. Пиявский // Труды Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии». Под. ред. С.А Прохорова. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2013. - С. 441-444.
5. Малейкина, Н.Н. Опыт организации научно-исследовательской работы студентов в Самарском государственном университете путей сообщения / Н.Н. Малейкина, А.А. Мишкин, А.Ю. Половинкина // Материалы Международной научно-практической конференции 19-20 мая 2016 г. «Инновации в системах обеспечения движения поездов», 2016. – Самара – СамГУПС. – С.163-165.
6. Волик, В.Г. Обучающий программный комплекс «Транспортная задача» / В.Г. Волик // Труды Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии». Под. ред. С.А Прохорова. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2016. - С. 728-730.

О.Г.Васюков

ПОИСК И ВОСПИТАНИЕ ОДАРЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

(Архитектурно-строительный институт
Самарского государственного технического университета)

Изучая систему образования в Великобритании, которая в настоящее время делит первое и второе место с США в мировом рейтинге в оценке качества образования, обратил внимание, что характерной чертой образовательной



среды в английских школах является жесткая дисциплина [1,2]. Личный опыт автора этой статьи, который обучался в высшем военном училище, где был строгий распорядок дня, в котором в рабочие дни выделено время не только для занятий, но и для самоподготовки курсантов к следующим дням занятий, тоже подтверждает благотворное влияние иногда даже принудительной, ежедневной самостоятельной подготовки. Именно благодаря этой самоподготовке восполнялись потерянные часы, и даже дни занятий (в среднем в месяц до 6 суток) пропущенные из-за караулов, нарядов, дежурных взводов.

«Шарашки», описанные в романе А.И. Солженицына «В круге первом» [3], со строгим тюремным распорядком дня, которому подчинялся каждый ученый муж, находящийся в шарашке, тоже принесли стране много новых открытий и главное сделаны эти открытия были раньше, чем в Германии, США или Великобритании – то есть в высокоразвитых странах, в которых над аналогичными задачами работали научные коллективы.

Вспоминается ответ президента РФ Б.Н.Ельцина на вопрос журналиста: «Что Вы считаете самым трудным в своей работе»? Он ответил: «Борьба с соблазнами».

Анализируя эту информацию, приходим к выводу, что высокая дисциплина творческих ученых людей является ускорителем научных открытий в частности и научно-технического прогресса в целом. Но такие качества человека как высокая самодисциплина труда и творческий труд очень редко уживаются в одном человеке, потому что творчество подразумевает максимальную свободу от ограничений, в том числе и временных. Напрашивается вывод, что делает открытия и добивается успеха человек, который, не считаясь со временем (автоматически выполняется высокая самодисциплина труда) занимается над выполнением поставленной задачи с увлечением, с интересом, с азартом, с характером. Топливом для поддержания азарта является работа в коллективе единомышленников, осознание научным работником необходимости и важности проводимых исследований для страны, некоторая состязательность, моральная и материальная поддержка проводимых научных исследований и работ со стороны общества и государства.

Следовательно, для более быстрого развития научно-технического потенциала нашей страны необходимо возвращать воспитывать и изыскивать одаренную и талантливую молодежь. Для этого необходимо срочно восстанавливать работу различных технических кружков: судостроительных, авиамодельных, радио и т.п. наподобие тех, которые работали раньше. Два года назад таких кружков было значительно меньше, чем в 80-е годы прошлого века. Из доклада директора института авиационных конструкций СГАУ на международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодежи «творческий потенциал - 2014» профессора Комарова В.А. число абитуриентов, поступающих в 2014 году на авиационные специальности в СГАУ, имеющих «за плечами» учёбу в авиамодельных кружках в разы сократилось по сравнению даже с началом века. Примерно, также обстояло дело и с абитуриентами других технических вузов. Здесь уместно вспомнить девиз еди-



ной инфокоммуникационной среды одаренной молодежи России: «Не искать, а растить». В этом плане надо отметить начавшую свою работу научно-образовательную программу «Взлет — Полет», которая начала свою работу в системе ОДАРМОЛ в соответствии с решением Президиума УМО и Правления АСВ (март 2013г). В соответствии с этой программой с сентября 2013 года всем заинтересованным студентам вузов, а с сентября 2015 года и школьникам предоставлена информация о тематике научных исследований вузов и инициировано формирование небольших микроколлективов и распределенных микроколлективов. Каждый микроколлектив состоит из молодого исследователя – студента, учащегося в вузе Самарской области, выполняющего исследование под управлением руководителя проекта – консультанта, ученого вуза – осуществляющего научное консультирование [4]. Каждый распределенный микроколлектив состоит из молодого исследователя – школьника, проживающего в любом поселке или деревне Самарской области, выполняющего исследование под управлением руководителя проекта – своего учителя и ученого вуза – консультанта, осуществляющего дистанционное научное консультирование. По сути, в Самарской области начал свою работу пионерский проект, который может быть основой всей национальной системы [5]. В рамках координационного совета при губернаторе совместно с советом ректоров, представителями образовательных учреждений, при поддержке министерства образования и науки Самарской области разработана целостная концепция создания единой региональной системы по выявлению, поддержке, развитию творчески одаренной молодежи. Я обрисовал, как работает 1 и 2 уровень программы «Взлет — Полет», но с февраля 2017 года планируется начать работу третьего уровня. На этом уровне будут формироваться новые микроколлективы или расширяться уже имеющиеся за счет добавления в них, ведущих специалистов с предприятий Самарской области, занимающихся производством технических наукоемких товаров или даже ученых научно-исследовательских институтов [6]. Планируется привлечь к работе в микроколлективах магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Несомненным плюсом организации всех этой системы является то, что ученики, студенты, преподаватели, научные работники участвуют в ней по собственной инициативе, используют высвободившийся у них резерв времени на дополнительное развитие и самообразование в интересном для них направлении и с пользой для нашей страны [7]. Благодаря этой системе значительно уменьшается количество школьников, студентов, аспирантов учащихся в недогруженном режиме. Стоит ли говорить, как такая регулярная работа в недогруженном режиме влияет на характер личности и гения. В своё время Д. Б. Богоявленская выявила три главных критерия для гения:

1. Высшее развитие ума;
2. Выносливость, систематичный труд;
3. Характер личности.

Как видим Д. Б. Богоявленская не сводит одаренность к одной функции мышления [7]. Работа одаренных людей в инфокоммуникационной системе



Взлет-Полет помогает им воспитать характер личности и готовит их к тому, что дорога к открытию не будет легкой прямой и гладкой.

Таким образом, работа в системе Взлет-Полет позволяет использовать следующие модели для выращивания и поиска одаренной молодежи:

1. Работа в интересном выбранном направлении в обособленном микроколлективе для создания кадрового потенциала технопарка «Жигулевская долина» и в будущем «Гагарин-центра» для модернизации и технологического развития экономики города, региона и страны;
2. Индивидуально опережать программы обучения в вузе по дисциплинам связанным напрямую или смежно с интересующей их выбранной темой под руководством учителя, преподавателя и при консультировании научным работником вуза.
3. Модель непрерывной научно-образовательной развивающей среды.

В заключении надо непременно сказать, что победители конкурса зачисляются в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и находятся под пристальным наблюдением Координационного совета по работе с одаренной молодежью в сфере науки и техники при Администрации Губернатора Самарской области [8]. При этом, конечно, не надо забывать, что гении требуют поддержки материальной и моральной. Многие ученые подчеркивают, что для становления одаренной и талантливой личности требуется одобрительное отношение к ней со стороны социума [9] и точечная материальная поддержка со стороны государственных структур.

Литература

1. Рейтинг стран по позициям лучших учебных заведений. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.education-medelle.com/articles/gde-poluchit-visschee-obrazovanie.html> (21.12.2016).
2. Рейтинг лучших вузов мира. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.education-medelle.com/articles/rejtingi-luchschikh-vuzov-mira.html> (20.12.2016).
3. Солженицын А.И. В круге первом [Текст] / А.И. Солженицын. — М.: Панорама, 1991. — 752 с.
4. Тихомирова О. Лифт в будущее/О. Тихомирова //Первый в бизнесе и власти. — 2016. — №10(76). — С.136-139.
5. Пиявский, С.А. Задачи региональной инфокоммуникационной среды развития творчески одаренной молодежи, Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2016. – С.793-796.
6. Д.Е.Овчинников, Л.Е.Загребова, М.И.Бальзанников, С.А.Пиявский, Г.В.Акопов, С.В.Смирнов, Р.Б.Шаталов, А.А.Глушков Концепция развития творческого потенциала Самарской области, Проблемы управления и развития Самарской области / Д. Е. Овчинников // Труды научно-практической конференции (20-25 сентября 2016 г., г. Самара, Россия). Самара: АНО «Совет по во-



просам управления и развития Самарской области»: ООО «ОФОРТ», 2016 — С.36 – 45.

7. Богоявленская Д.Б. Психология творческих способностей: Учеб пособие для студ. высш.учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 320с.

8. Проект постановления правительства РФ «О выявлении одаренных детей». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://regulation.gov.ru/projects#nra=38758> (15.01.2017)

9. Одаренные дети: Теория и практика обучения и развития [Текст]:/ под ред. В.С.Кукушкина. — Ростов н/д, 2014. – 185с.

Д.В. Еленев, А.О. Линник

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ СИСТЕМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ТРУДА НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СОТРУДНИКОВ САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПОСРЕДСТВОМ ЛИЧНЫХ КАБИНЕТОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королева)

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева является одним из лидирующих вузов России и реализует программу повышения своей конкурентоспособности на международном рынке. Для достижения университетом поставленных задач требуется эффективная целенаправленная работа всех сотрудников вуза, а стимулирование труда является действенным способом мотивации, способствуя через материальное поощрение качественному и количественному росту результатов их работы.

В системе стимулирования труда научно-педагогических работников Самарского университета [1] могут принимать участие сотрудники, выполняющие педагогическую нагрузку по штатным должностям и имеющие трудовые договоры с университетом не менее чем на 0,4 ставки. Стимулирование осуществляется по итогам работы научно-педагогического работника (НПР) за два предыдущих календарных года в виде ежемесячной надбавки к заработной плате, устанавливаемой на период с 01 февраля текущего года по 31 января следующего года. Размер надбавки зависит от баллов, набранных НПР, по следующим показателям:

- издание монографии или справочника;
- публикация статей, материалов международных конференций в изданиях, входящих в базу Scopus, Web of Science Core Collection, и в иных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ;
- выпуск учебника, учебного пособия;
- показатель цитируемости статей, индекс Хирша;
- подготовка кандидата наук и присуждение ученой степени;
- размещение массового открытого онлайн-курса;



- разработка и реализация новых программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки;
- привлечение внебюджетных и бюджетных НИР и ОКР, проектов по программам, грантам, реализуемых в университете;
- получение патента, заключение лицензионного договора об использовании изобретения;
- руководство студентами или аспирантами университета, победившими в конкурсах и соревнованиях всероссийского и международного уровней и т.д.

Качественная реализация системы стимулирования требует удобной системы сбора и оформления данных, включая наличие единого образца анкеты, минимизации временных и трудовых затрат на проверку достоверности данных в представленных работниками анкетах.

Комплексное решение перечисленных задач оказалось возможным путем автоматизации процессов подготовки и сбора заявок на участие, а также подсчета баллов, набранных работниками. Потребовалось создать модуль поддержки системы стимулирования в уже существующей системе личных кабинетов НПП (cabinet.ssau.ru) [2,3], позволяющий использовать имеющиеся возможности личных кабинетов и базу данных о достижениях работников и подразделений.

В качестве источника данных для анкеты участника выступает информационно-аналитическая система мониторинга деятельности подразделений университета [4]. Имеющая в своей основе ряд автоматизированных рабочих мест для различных подразделений университета, система мониторинга представляет собой обширную базу данных достижений сотрудников и подразделений университета.

Интерфейс модуля нашел отображение в разделе «Стимулирование труда», состоящем из 4 страниц: «Участие» – страница, содержащая в себе основную информацию о системе стимулирования труда и порядке участия, «Редактирование анкеты» – страница, позволяющая сотруднику добавлять и редактировать сведения о своих достижениях (рис. 1), «Анкета – 2017» – страница, содержащая полный список показателей и начисленные сотруднику баллы за них, и «Расшифровка анкеты» – страница с подробным описанием достижений по каждому показателю.

Для участия в системе стимулирования труда сотруднику необходимо в своем личном кабинете проверить корректность сведений из системы мониторинга (в число этих сведений входят информация о научных публикациях, выпусках учебников, патентах, договорах по НИР и ОКР и т.д.), заполнить при необходимости оставшиеся показатели на странице «Редактирование анкеты», и, убедившись в правильности подаваемых им сведений, завершить редактирование анкеты.

Использование сведений, учитываемых в системе мониторинга, предполагает их отслеживание в автоматизированном режиме подразделениями, являющимися точками ответственности по видам данных. Так, для учебников и



учебно-методических пособий это управление образовательных программ, для договоров по НИР и ОКР – научно-исследовательская часть, для опубликованных научных работ – центр развития публикационной деятельности и т.д.

Для завершения анкеты сотруднику необходимо согласиться с условиями участия и подтвердить свое намерение завершить анкету. В этом случае на сервере личного кабинета формируется PDF-документ определенного образца, в котором приводятся сведения о сотруднике, месте его работы и образовании, количестве набранных баллов, а также указываются ссылки на его профили в таких базах данных, как Scopus, РИНЦ и Researcher ID, используемый в базе Web of Science. После завершения редактирования анкеты пользователь уже не может внести в нее изменения. Примеры анкет приведены на рис. 2 и 3.

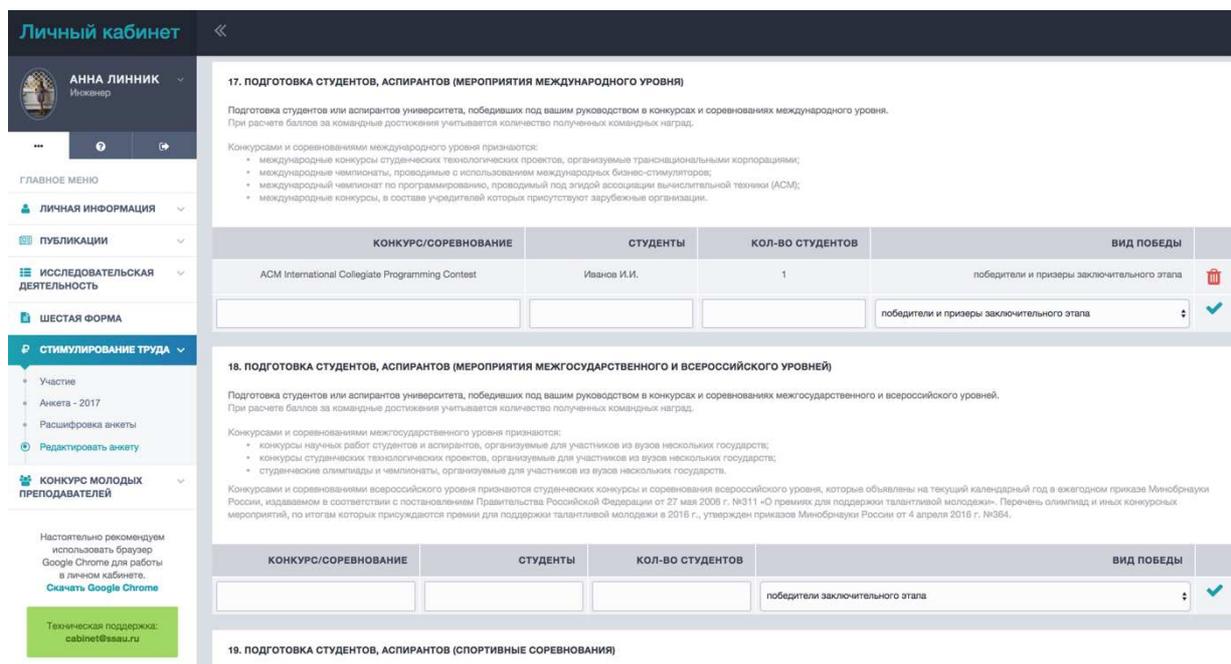


Рис. 1. Страница редактирования анкеты



Рис. 2. Анкеты участников системы стимулирования труда



В 2017 году более 600 сотрудников университета воспользовались модулем «Стимулирование труда» для того, чтобы отредактировать и сформировать PDF-версию своей анкеты. После проверки комиссией по стимулированию всех поданных заявок сотрудникам предоставляется доступ к дополнительной странице «Результаты проверки» в разделе «Стимулирование труда», в которой приводится итоговое количество баллов, набранных пользователем, и размере стимулирующей выплаты.

ПРИЛОЖЕНИЕ

**Расшифровка показателей, представленных в анкете
участника системы стимулирования труда НПП - 2017
ЛИННИК АННА ОЛЕГОВНА**

<i>Показатели, учитываемые в течение двух лет</i>						
2	Публикация статей в журналах					
В	в иных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, за исключением перечисленных в пункте Г журналах – не более 200 баллов за два года					
	№	Выходные данные	Кол-во авторов	Формула	Баллы	
	1	ЕЛЕНЕВ Д.В., ЛИННИК АННА ОЛЕГОВНА Личные кабинеты научно-педагогических работников университета // Известия Самарского научного центра РАН 2015 №№2(5), ТОМ 17 С. 964-969	2	20 / 2	10	
Итого по показателю					10	
<i>Показатели, учитываемые по текущему значению</i>						
6	Показатель цитируемости, рассчитываемый за последние полные пять календарных лет по совокупности публикаций, учтённых в базах данных Scopus, Web of Science, с исключением дублирования					
А	от 1 до 4					
Ваш показатель цитируемости: 4					30	
Итого по показателю					30	
<i>Показатели, учитываемые в течение одного года</i>						
17	Подготовка студентов или аспирантов университета, победивших под руководством работника в конкурсах и соревнованиях международного уровня					
А	победители и призеры заключительного этапа					
	№	Мероприятие	Студент(ы)	Кол-во студентов	Баллы	
	1	ACM International Collegiate Programming Contest	Иванов И.И.	1	300	
Итого по показателю					300	
					Итого	340

Рис. 3. Расшифровка анкеты

За счет вовлечения всех научно-педагогических работников в систему стимулирования труда посредством личных кабинетов в масштабе вуза формируется массив достоверных данных о деятельности университета, доступ к которому обеспечивается посредством системы мониторинга деятельности подразделений университета и персонифицировано через личные кабинеты. Автоматизация процесса обеспечила распараллеливание процесса проверки достоверности вводимых данных по точкам ответственности, каковыми являются подразделения университета, и дальнейший учет достижений работников.

Литература

1 Портал Самарского университета [Электронный ресурс] – http://www.ssau.ru/info/stimulation_pps/ (дата обращения 27.01.2017 г.).



2 Еленев, Д.В. Личные кабинеты научно-педагогических работников университета [Текст] / Д.В. Еленев, А.О. Линник // Самара: Известия СНЦ РАН, 2015. №2(5), том 17. – С. 964-969.

3 Еленев, Д.В. Система личных кабинетов научно-педагогических работников / Д.В. Еленев, А.О. Линник // Международная научно-техническая конференция "Перспективные информационные технологии ПИТ-2015", 28 - 30 апр. 2015 г. [Текст] Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2015 г.– С. 6 - 10.

4 Еленев, Д.В. Автоматизация системы управления национальным исследовательским университетом и мониторинга его деятельности [Текст] / Д.В. Еленев, В.С. Кузьмичев, Д.Е. Пашков // Программные продукты и системы. – 2012. – № 3. – С. 31-34.

Л.С. Зеленко, Е.А. Шумская, А.В. Вилков

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ДЕРЕВА ИГРЫ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

При подготовке к сдаче ЕГЭ по информатике особое внимание нужно уделять творческим заданиям с высоким уровнем сложности, в частности, так называемой «задаче о камнях», в которой требуется построить дерево игры по заданному алгоритму и обосновать выигрышную стратегию.

«Задача о камнях» – антагонистическая игра (частный случай некооперативных игр), т.е. в ней участвуют два игрока, выигрыши которых противоположны. Игроки ходят по очереди, причем оба они обладают полной информацией о текущей игровой ситуации и о возможных ходах очередного игрока.

Математическая модель взаимодействия игроков

Формально антагонистическая игра может быть представлена тройкой $\langle X, Y, F \rangle$, где X и Y – множества стратегий первого и второго игроков, соответственно; F – функция выигрыша первого игрока, ставящая в соответствие каждой паре стратегий (ситуации) (x, y) , $x \in X$, $y \in Y$, число, соответствующее полезности первого игрока при реализации данной ситуации. Так как интересы игроков противоположны, функция F одновременно представляет и проигрыш второго игрока $F_1(x, y) = -F_2(x, y)$ [1].

Антагонистическая игра в развернутой форме представляется в виде ориентированного дерева (дерева игры) следующим образом (рис. 1):

1. Вершины дерева представляют собой состояния (позиции), в которых может оказываться игра, ребра – ходы, которые могут использовать игроки. Предполагается, что в каждой позиции может совершать ход не более одного игрока. Выделяется три вида позиций (три непересекающихся класса) в игре:

- начальная (отмечена зеленым цветом), представляемая корнем дерева (вершиной, не имеющей входящих ребер);
- промежуточные, имеющие входящие и выходящие ребра;



- терминальные, имеющие только входящие ребра (отмечены красным цветом).

Начальная и промежуточные позиции образуют множество нетерминальных позиций.

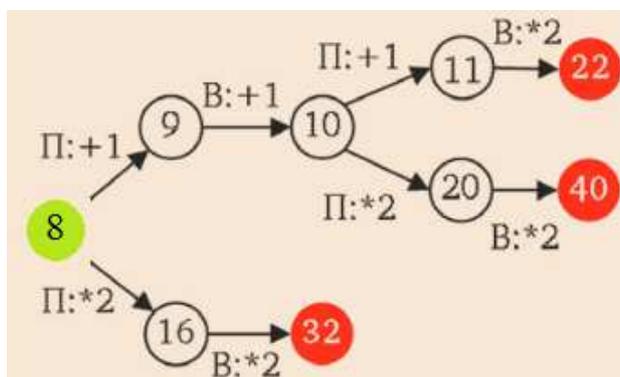


Рис. 1. Пример дерева игры

- Для каждой вершины дерева v , соответствующей нетерминальной позиции, определен игрок i , совершающий в ней ход, и множество ходов этого игрока S_v . Каждому ходу $s \in S_v$ соответствует ребро, выходящее из вершины v .
- Для каждой вершины v , соответствующей терминальной позиции, определены функции выигрыша всех игроков $H_i(v)$, $i=1,2$.

Игра предполагает следующий порядок разыгрывания:

- Игра начинается из начальной позиции.
- В любой нетерминальной позиции v игрок, имеющий в ней право хода, выбирает ход $s \in S_v$, в результате чего игра попадает в следующую позицию, в которую входит ребро, соответствующее ходу s . Если эта позиция является нетерминальной, то повторяется п. 2.
- Если игра попадает в терминальную позицию v , то игроки получают выигрыши $H_i(v)$, и игра завершается.

Согласно теореме Цермело [2], всегда существует выигрышная стратегия для одного из игроков (стратегия называется выигрышной для игрока, если все партии, в которых он придерживается этой стратегии, заканчиваются выигрышем этого игрока).

Описание алгоритма построения оптимального дерева игры

Для получения решения (определения выигравшего игрока) будем использовать нормальную (или стратегическую) форму игры [3]: представление дерева в виде матрицы, где в строках указаны стратегии первого игрока, а в столбцах – второго.

	S'_1	...	S'_m
S_1	$H(S_1, S'_1)$		$H(S_1, S'_m)$
...			
S_n	$H(S_n, S'_1)$		$H(S_n, S'_m)$

Каждый набор стратегий определяет траекторию «движения» по дереву и тем самым определяет исход игры.



Для примера, приведенного на рис. 2, у первого игрока имеются две стратегии x_1 и x_2 , у второго игрока имеется уже четыре стратегии:
 s_1 : x_1 , если первый сыграл x_1 ; x_1 , если первый сыграл x_2 ;
 s_2 : x_2 , если первый сыграл x_1 ; x_2 , если первый сыграл x_2 ;
 s_3 : x_2 , если первый сыграл x_1 ; x_1 , если первый сыграл x_2 ;
 s_4 : x_2 , если первый сыграл x_1 ; x_2 , если первый сыграл x_2 .

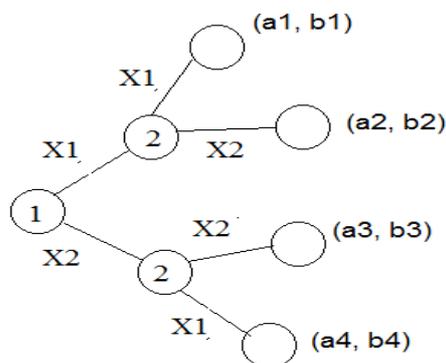


Рис. 2. Пример дерева игры для двух игроков
 Матрица решения будет выглядеть следующим образом:

	s_1	s_2	s_3	s_4
x_1	(a_1, b_1)	(a_1, b_1)	(a_2, b_2)	(a_2, b_2)
x_2	(a_3, b_3)	(a_4, b_4)	(a_3, b_3)	(a_4, b_4)

В [4] доказано, что всякая антагонистическая игра (игра двух лиц с нулевой суммой и полной информацией) имеет решение, и это решение – седловая точка матрицы. Так как в таком классе игр любая стратегия игрока индуцирует его стратегию в под-игре [3], то эта стратегия является сужением исходной стратегии на информационные множества игрока, оказывающие в под-игре. Для поиска дерева решений используется «обратная» индукция.

Таким образом, можно описать общий алгоритм построения эталонного дерева игры и поиска победителя:

1. Строится дерево игры, включающее в себя все возможные ходы игроков. Вначале создается корневая вершина/состояние, которая описывает исходную ситуацию, и помещается в очередь, после этого запускается рекурсивная процедура, состоящая из следующих шагов:
 - извлечение текущего состояния из очереди;
 - проверка на то, является ли оно выигрышным, то есть сумма всех камней в кучах превышает или равна определенному значению;
 - если нет, то создаются все возможные состояния, которые может получить следующий игрок, они хранятся как потомки текущего состояния; если среди них появились выигрышные состояния, то в очереди остаются только они, иначе сохраняются все;
 - если текущее состояние было выигрышным, происходит выход, при котором не создаются потомки для такого состояния.



2. Нахождение победителя.
3. Отсечение лишних веток решения. Для того чтобы эталонное решение хранило только информацию о состояниях/ходах выигравшего игрока, удаляются ветки, ведущие к выигрышу его оппонента, которые не могли произойти, если бы первый сделал другой ход из числа возможных.

Разработанный алгоритм используется в модуле, интегрированном в среду LMS Moodle, который предназначен для дистанционного решения «задачи о камнях» при подготовке к ЕГЭ по информатике.

Литература

1. Антагонистическая игра [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 14.02.2017 г.).
2. Шень, А. Игры и стратегии с точки зрения математики. / 2-е изд., стерео-типное [Текст]. – М.: МЦНМО, 2008. – 40 с.: ил.
3. Печерский, С. Л. Теория игр для экономистов. Вводный курс/ учебное пособие [Текст]/ С. Л. Печерский, А.А. Беляева. – Спб.: Изд-во Европ. ун-та в С.-Петербурге, 2001. – 342 с.
4. Мак-Кинси, Дж. Введение в теорию игр. – М.: Гос. изд-во физ-мат литературы, 1960. – 420 с. (http://info.sernam.ru/book_vgm.php?id=29).

Л.С. Зеленко, И.М. Пильгинин, М.И. Шеремеев

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «3DUCATION»

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

На кафедре программных систем СГАУ (в рамках школы информатики СГАУ) в течение нескольких последних лет используется дистанционная обучающая система «3Ducation», которая выполнена в виде виртуального мира или, проще говоря, трехмерной игры. С ее помощью школьники, готовящиеся к сдаче ЕГЭ по информатике, могут обучаться в игровой форме и осваивать те аспекты курсов, где обычный текст с картинками оказался бы непонятен или попросту скучен, а внедренные особенности, присущие видео-играм, такие как игровые достижения, стимулируют интерес обучающихся к дальнейшему прохождению.

Система «3Ducation» разработана на «движке» Unity, является кроссбраузерной, доступ к виртуальному миру осуществляется с помощью веб-плеера Unity, который должен быть установлен в виде плагина на компьютере пользователя. Кроме того, разработаны версии системы, работающие на мобильных устройствах под управлением операционных систем iOS и Android.

В связи с изменением политики фирм-разработчиков программного обеспечения и переходом на язык HTML5 некоторые браузеры перестали под-



держивать системы, созданных на движке Unity. Взамен ему создатели движка решили использовать WebGL – программную библиотеку для языка программирования JavaScript, позволяющую создавать на JavaScript интерактивную 3D-графику. Данная технология имеет ряд ограничений по сравнению с веб-плеером (не поддерживаются некоторые шейдеры, более чувствительна к нагрузкам и т.д.). В связи с этим актуальной стала задача переработки подсистемы управления виртуальным пространством системы «3Ducation» (взамен старой).

Виртуальный мир системы строится на основе структуры учебного курса и состоит из главного холла, где обучающийся может посмотреть информацию о кафедре и с помощью терминала выбрать курс, который он хочет пройти. На основе структуры учебного курса генерируется 3D пространство (рис. 1), в котором обучающийся может прочитать теоретический материал по интересующей его теме, пройти либо тест, либо выполнить интерактивное 3D-задание.

В существующей версии системы виртуальное пространство состоит из двух частей: статической (главный холл) и динамической (генерируются коридор курса с числом порталов, равным числу тем курса, коридоры темы, содержащие порталы перехода в лекционные и тестовые комнаты.)



Рис. 1. Пример трёхмерного пространства обучения

Все лекционные и тестовые комнаты расположены на одной сцене Unity и копируются необходимое число раз. При переносе на WebGL это может создать трудности, так как производительность технологии не очень высока, а курс может быть довольно большим. Поэтому, чтобы увеличить производительность, а также упростить архитектуру системы, отказавшись от динамического создания коридоров, авторами было принято решение «вынести» все типы комнат в отдельные сцены, оставив на основной сцене лишь главный холл с панелью выбора курса и портал, ведущий в комнату курса. В комнате курса должна располагаться только панель, на которой будет находиться список тем, доступный в текущий момент времени для изучения. После выбора темы обучаемому должен открыться дополнительный портал, ведущий в комнату темы с аналогич-



ным дизайном. При этом обучаемый должен иметь возможность вернуться назад (в комнату курса и в главный холл).

Система «3Ducation» может работать как в однопользовательском, так и в многопользовательском режимах: в ней учащиеся могут выполнять задания как самостоятельно, так и кооперируясь или соревнуясь друг с другом. За работу системы в многопользовательском режиме отвечает подсистема сетевого взаимодействия, которая решает следующие задачи:

- поддержка совместного прохождения выбранного курса обучения,
- совместное прохождение тестовых заданий в кооперативных, конкурентных и командных режимах,
- возможность коммуникации между участниками.

В процессе эксплуатации системы были выявлены недостатки в работе подсистемы сетевого взаимодействия, связанные с синхронизацией клиентов в сети, и довольно медленной работой системы в целом. Кроме того, появилась необходимость перехода на новые программные средства поддержки. В связи с этим появилась необходимость модифицировать и оптимизировать подсистему сетевого взаимодействия системы «3Ducation».

А.В. Иващенко, Н.А. Горбаченко

ПОСТРОЕНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ УЧЕБНОГО СИМУЛЯТОРА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Применение современных симуляционных технологий, трехмерного моделирования и виртуальной реальности в учебном процессе позволяет существенно повысить эффективность и сократить продолжительность освоения практических навыков в разнообразных областях человеческой деятельности. С этим фактом связано широкое распространение разнообразных тренажеров в высшем образовании, например, активно применяются симуляторы вождения, авиационные тренажеры, тренажеры промышленной, железнодорожной и сельскохозяйственной техники и т.п. Крайне высокую эффективность демонстрируют медицинские тренажеры [1, 2].

Однако внедрение тренажеров и симуляторов на практике часто связано с определенными трудностями. Современный тренажер представляет собой сложное техническое изделие, которое необходимо адаптировать для применения в учебном процессе и реализовать специализированные методики обучения, направленные на эффективное использование возможностей имитационного моделирования. Кроме этого, образовательные технологии могут различаться в разных учебных заведениях, что часто связано с разнообразием опыта и традиций. Для решения этой проблемы необходимо предоставить возможность конфигурирования и настройки учебных тренажеров с учетом специфики и индивидуальных требований конкретных вузов.



Формирование открытой базы знаний, позволяющей адаптировать логику действий тренажера в зависимости от индивидуальных особенностей и успеваемости конкретных студентов, предоставляет новые возможности специалистам университетов по адаптации и внедрению тренажеров в учебный процесс.

Одним из эффективных способов представления баз знаний в сложных технических системах является построение онтологии [3] – концептуальной схемы, используемой для формализации некоторой области знаний и содержащей релевантные классы объектов, их связи и правила (теоремы, ограничения). Реализация онтологии позволяет построить открытую базу знаний, обеспечивающую разработку на своей основе различных вариантов развития действий в ответ на происходящие события. В этой связи следует упомянуть сценарный подход [4], который позволяет гибко изменять сценарии поведения в зависимости от достигнутых состояний системы и текущего состояния внешней среды в реальном времени.

Обобщим данные подходы, а также опыт авторов по разработке симуляционных технологий [5, 6], в следующем виде.

Для моделирования текущего состояния реального мира представляют некоторую сцену, которая содержит объекты и субъекты взаимодействия. Каждый объект сцены обладает физическим и логическим представлением. Физическое представление моделирует собственное поведение объекта (изменение его пространственной конфигурации в результате непрерывного воздействия на него внешних сил). Логическое представление моделирует специфичную реакцию объекта на различные события, происходящие в процессе моделирования (столкновение с субъектами, деформация и т.п.).

Физическое представление объекта характеризуется одним или несколькими геометрическими представлениями (физической моделью, графической моделью) а также набором физических свойств, которые определяют изменение состояния геометрических представлений во времени (например, деформацию). В рамках нашей модели мы не рассматриваем подробно природу этих преобразований (т.е. конкретные физические алгоритмы, реализующие это поведение). Состояние физического представления модели в каждый конкретный момент времени полностью определяется набором физических атрибутов (например, положением и ориентацией объекта в пространстве). Очевидно, что разные объекты обладают различным набором физических атрибутов. Стоит заметить, что физическое представление объекта сцены не зависит от конкретного случая, что означает, что один и тот же объект может быть использован при моделировании различных сценариев.

Логическое представление объекта зависит от моделируемого случая и не определено вне контекста моделирования. Оно определяется логическими атрибутами и состояниями объекта и переходами между этими состояниями в результате различных событий, происходящих на сцене. Набор логических состояний одного и того же объекта может быть различен в зависимости от контекста моделирования (например, от выбранного уровня сложности). Суперпозиция состояний всех объектов сцены определяет логическое состояние сцены.



При этом переходы между состояниями могут приводить к изменению значений атрибутов объекта.

Переход между состояниями сцены осуществляется при возникновении событий. В нашей модели события делятся на внешние (сигнализирующие о действиях пользователя) и внутренние (возникающие в процессе моделирования). Основной целью моделирования учебного случая в виртуальных тренажерах является успешное выполнение обучаемым ожидаемой последовательности действий. Успешность выполнения определяется своевременностью и точностью выполнения действий (отсутствие лишних действий, наличие всех предусмотренных действий, корректная последовательность действий). Стоит заметить, что с участием одних и тех же объектов и субъектов сцены можно моделировать различные варианты развития событий. Это означает наличие различных наборов логических состояний и переходов между ними, определенных на базе одних и тех же физических представлений объектов.

Совокупность физических представлений объектов сцены, введенных над ними логических состояний, суперпозиция которых образует логическое состояние сцены, переходов между логическими состояниями сцены и событий, приводящих к этим переходам, назовем сценарием операции.

Сценарий (как и процедура моделирования) завершается при достижении сценой одного из терминальных состояний. Когда сцена достигает одного из своих терминальных состояний, результатом выполнения операции является журнал событий, которые возникали в процессе моделирования, конкретное терминальное состояние, в котором находится сцена и текущий набор атрибутов объектов. Эти составляющие позволяют оценить действия оператора.

Оценка действий оператора должна выполняться в баллах по каждому из аспектов:

- соответствие реального терминального состояния ожидаемым;
- выход значений атрибутов объектов сцены за допустимые пределы;
- соответствие внешних событий, возникавших в процессе моделирования набору ожидаемых событий (т.е. выполнение всех предусмотренных действий).

Таким образом, обеспечивается решение, основанное на формировании базы знаний учебного симулятора, отделенного от его собственной реализации, и предоставлении возможностей специалистам университетов по расширению и дополнению этой базы знаний, что может потребоваться для адаптации и внедрения тренажеров в учебный процесс.

Предложенная модель базы знаний учебного симулятора позволяет сократить временные затраты и трудоемкость создания новых тренажеров, а также адаптации существующих симуляционных решений при их внедрении и практическом использовании в системе высшего образования. Области возможного применения включают симуляторы вождения, авиационные тренажеры, тренажеры промышленной, железнодорожной и сельскохозяйственной техники, медицинские тренажеры.



Литература

9. Колсанов А.В., Иващенко А.В., Кузьмин А.В., Черепанов А.С. Комплекс «Виртуальный хирург» для симуляционного обучения хирургии // Медицинская техника, 2013. № 6. С. 7 – 10
10. Kolsanov A.V., Ivaschenko A.V., Kuzmin A.V., Cherepanov A.S. Virtual Surgeon system for simulation in surgical training // Biomedical Engineering, Vol. 47, No. 6, March, 2014, pp. 285 – 287
11. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. СПб.: Питер, 2010. 700 с.
12. Троцкий Д.В., Городецкий В.И. Сценарная модель знаний и язык описания процессов для оценки и прогнозирования ситуаций // Труды СПИИРАН, 2009. Вып. 8. С. 94 – 127
13. Иващенко А.В., Горбаченко Н.А., Колсанов А.В. Построение расширяемой программной архитектуры хирургических тренажеров // Программные продукты и системы, 2016. № 2. С. 158 – 165
14. Иващенко А.В., Горбаченко Н.А., Колсанов А.В. Сценарное представление операции в хирургическом тренажере // Системы управления и информационные технологии, 2016. № 2(64). С. 91 – 97

Р.И. Круглик, Д.В. Лучанинов

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УДАЛЕННОГО ПОКАЗА СЛАЙДОВ

(Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема)

Введение

Современные информационные технологии стремительно развиваются в различных областях. Электронная презентация – это в первую очередь информационный инструмент, позволяющий взаимодействовать пользователю непосредственно через меню управления. Целью создания презентаций является простота и точность представления информации для аудитории. Онлайн сервисы по созданию, просмотру и загрузке презентаций очень востребованы.

Сапигора А. О. [1] исследует современные средства разработки веб-интерфейсов. В своей статье Егорова И. Н., Филипенко О. В. [2] разрабатывают методики создания графического интерфейса веб-сайтов. В работе Афанасьев А. А., Грушевская В. Ю. [3] представлен сравнительный анализ онлайн-сервисов для создания презентаций. Ситникова Д. Д. [4] рассказывает об онлайн сервисе prezі.com. В своей статье Майер А. В. [5] обучает учащихся созданию презентаций.

Реализация просмотра презентаций

В данной статье реализован интерфейс для удаленного показа слайдов. Для того чтобы перейти на нужную нам презентацию наведем на окно и нажмем на кнопку “Перейти” (см. рис. 1).



После наведения мы увидим текст, который кратко описывает, что будет находиться на слайдах. Далее перейдём непосредственно на просмотр (см. рис. 2).

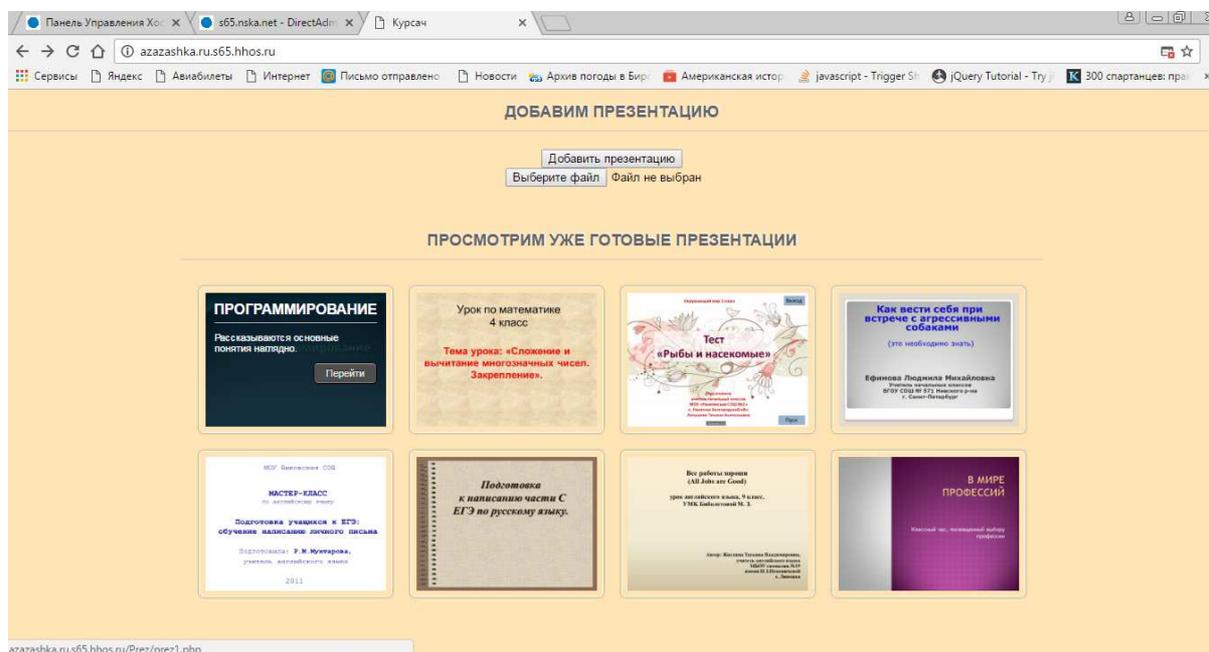


Рисунок 1.Переход

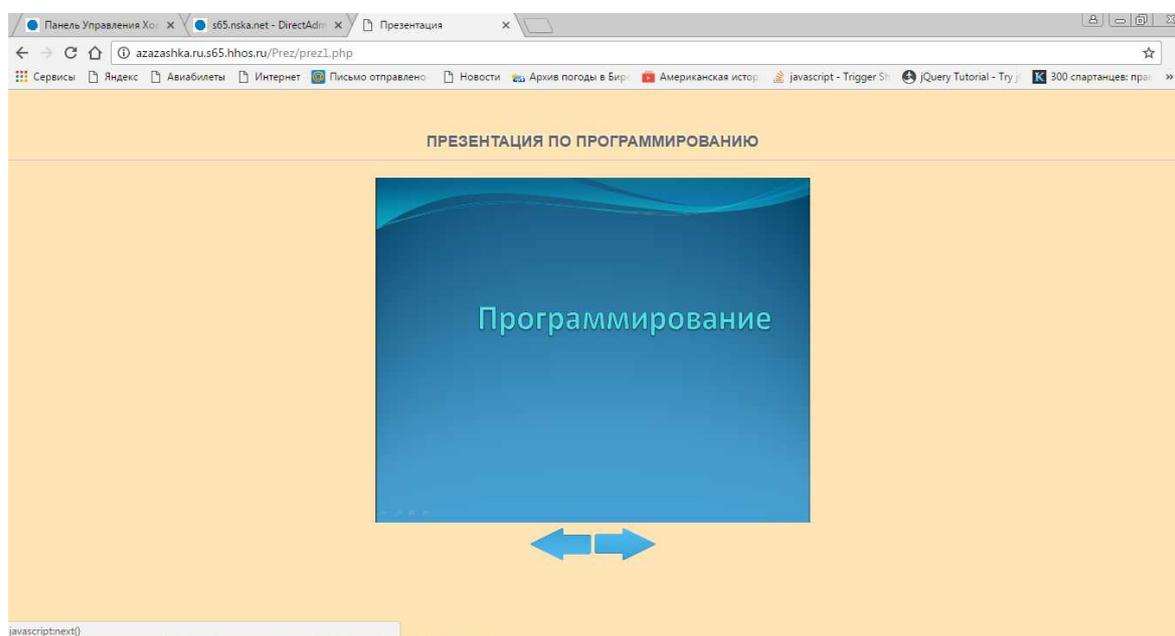


Рисунок 2. Просмотр презентации

На данной страничке мы можем непосредственно работать с презентацией. С помощью кнопок назад и вперед мы можем просмотреть всё содержимое презентации.

Загрузка презентации в систему

Для загрузки презентации в систему нужно нажать на кнопку добавить и выбрать из списка ту, которую хотите загрузить для просмотра (см. рис. 3).



Как видно, выходит сообщение, которое говорит, что презентация загружена успешно и проверяется администрацией.

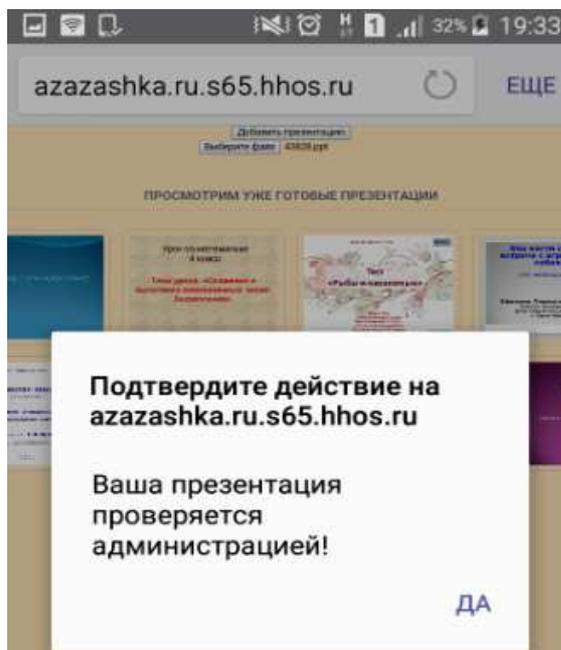


Рисунок 3. Клиентский вариант

Заключение

В работе был разработан интерфейс для удаленного показа слайдов с помощью сети интернет. Данную реализацию можно использовать в других различных целях.

Литература

1. Сапигора, А.О. Исследование современных средств разработки веб-интерфейсов и оптимизация интерфейса пользователя в открытой системе автоматизированного анализа текстов // Информатика: проблемы, методология, технологии Материалы XVI Международной научно-методической конференции. Под редакцией Тюкачева Н.А.. 2016 Издательство: Научно-исследовательские публикации. – 2016. – С. 227-230.
2. Егорова, И.Н., Филипенко, О.В. Разработка методики создания графического интерфейса веб-сайтов // Sciencerise Издательство: Технологический центр (Харьков) ISSN: 2313-6286eISSN: 2313-8416. – 2016. – №2. – С. 58-61.
3. Афанасьев, А.А., Грушевская, В.Ю. Сравнительный анализ онлайн-сервисов для создания презентаций // актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий Межвузовский сборник научных работ. Екатеринбург, 2016 Издательство: Уральский государственный педагогический университет (Екатеринбург). – 2016. – С. 128-136.
4. Ситникова, Д.Д. Онлайн-сервис prezi.com, как инструмент для создания и распространения учебных презентаций // электронная информационно-образовательная среда вуза: проблемы формирования, контекстного наполнения и функционирования IV Всероссийская методическая конференция / под



ред. Е.А. Ходыревой. 2015 Издательство: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС». – 2015. – С. 216-219.

5. Майер, А.В. Обучение учащихся созданию презентаций // педагогические технологии обучения физике. – Барнаул, 2005 Издательство: Алтайский государственный педагогический университет (Барнаул). – 2005. – С. 27-30.

И.В. Михеев, Д.В. Кондатов, О.В. Виштак

МЕТОДИКА РАБОТЫ С ОСНОВНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ТЕСТИРУЮЩЕГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

(Балаковский инженерно-технологический институт, Поволжский институт
управления)

Тестирующий программный комплекс для обучения программированию – законченный программный продукт, при реализации которого была использована модульная система построения программы. Таким образом, программа включает в себя две функциональные составляющие: модуль динамического тестирования и модуль статического анализа, каждый из которых выполняет свою функциональную задачу в рамках поставленной задачи анализа построенной программы [1,2,3].

Основная задача программного комплекса – анализ разработанных студентами учебных программ на языке программирования C/C++ с целью определения корректности и оптимальности её реализации. Используя такой подход, программный комплекс позволяет не только проверить корректность выполненной задачи, но и провоцирует студентов на поиск не тривиальных путей решения типичных задач, что в последствии развивает особое мышление будущего специалиста в сфере программирования.

Рассмотрим методику работы с представленным тестирующим программным комплексом.

Работа с программой начинается с её запуска, в процессе которого на экране отображается приветственное окно с пользовательским интерфейсом. Рабочее окно программы условно можно разбить на три сегмента: заголовок, панель меню и рабочая область. На рисунке 1 представлено главное окно тестирующего программного комплекса.

Более детально рассмотрим каждый из перечисленных сегментов пользовательского интерфейса.

Заголовок программы представляет собой горизонтальную панель на которой размещены логотип и функциональные компоненты: кнопки. Сегмент «Заголовок» представлен на рисунке 2.

Слева располагается логотип. Размещённые справа кнопки «Подсказки», «Уведомления» и «Настройки» предоставляют пользователю доступ к основным системным функциям программы. Кнопка «Подсказка» откры-



вает справочную информацию по работе с программой, кнопка «Уведомления» предоставляет доступ к системным уведомлениям, например, обновлениям или важным сообщениям по работе с программой, кнопка «Настройки» открывает дополнительное окно с системными настройками программы. Окно настроек состоит из двух вкладок: основные настройки и настройки компиляции. Окна настройки и компиляции представлены на рисунке 3 и 4 соответственно.

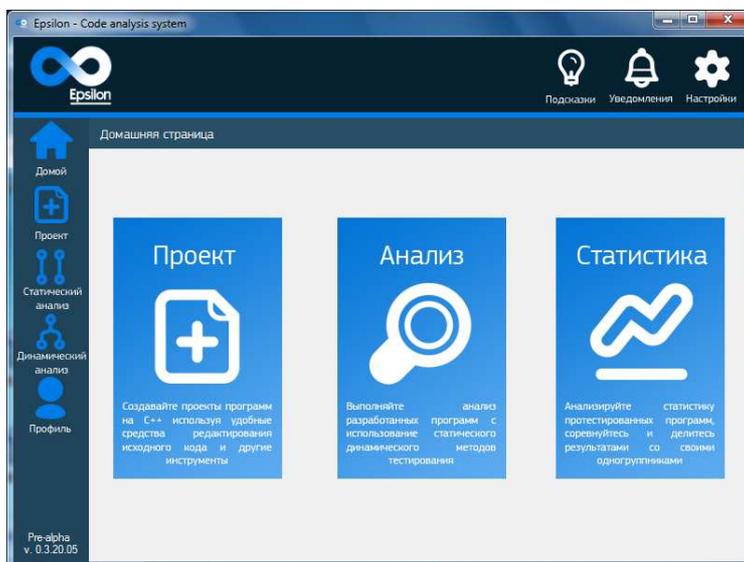


Рис. 1 – Главное окно тестирующего программного комплекса

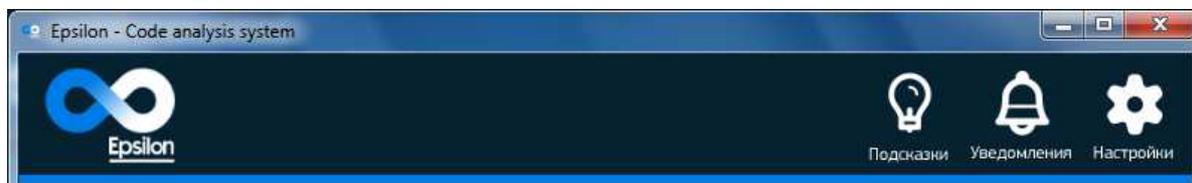


Рис. 2 – Сегмент «Заголовок»

Вкладка с основными настройками позволяет включить или отключить запуск приложения сразу после сборки, а так же на этой вкладке имеется возможность управления отображением служебной информации в процессе сборки приложения.

Вкладка «Компиляция» позволяет выбрать используемый для работы компилятор из списка установленных на используемом компьютере, либо указать путь к файлу вручную.

Панель меню представляет собой сегмент окна в виде вертикально ориентированных кнопок. Рассмотрим размещённые на панели меню кнопки более детально:

- кнопка «Домой» - является приветственным окном с которого начинается работа с программой. Окно содержит описание основных функций и возможностей программы;

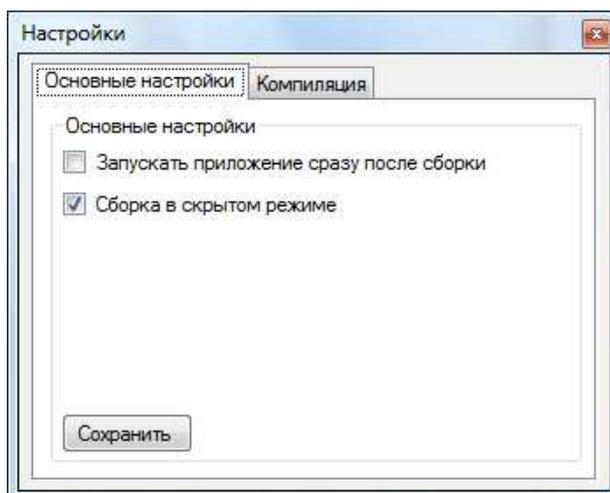


Рис. 3 – Окно «Основные настройки»

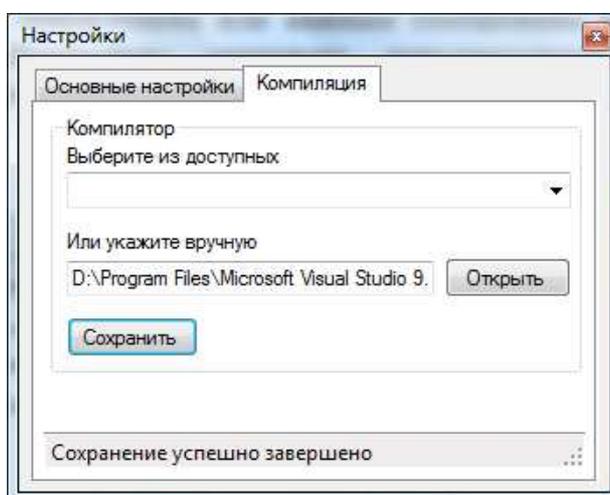


Рис. 4 – Окно «Компиляция»

- Кнопка «Проект» - является основным рабочим окном приложения. Здесь располагаются панель с основными инструментами разработчика и окно редактора исходного кода программы с подсветкой синтаксиса. Панель включает в себя инструменты для работы с файлами проекта, а так же инструменты для сборки и запуска программы. Общий вид окна «Проект» представлен на рисунке 5;

- Кнопка «Статический анализ» - является доступом к основным инструментам для выполнения статического анализа разработанной программы. Пример такого анализа представлен на рисунке 6 [3].

- Кнопка «Динамический анализ» - предоставляет доступ к инструментам динамического анализа программы. Пример такого анализа представлен на рисунке 7 [1,2].

- Кнопка «Профиль» открывает доступ к текущему профилю пользователя программы в котором собирается вся статистика по разработанным программам и качеству их выполнения.

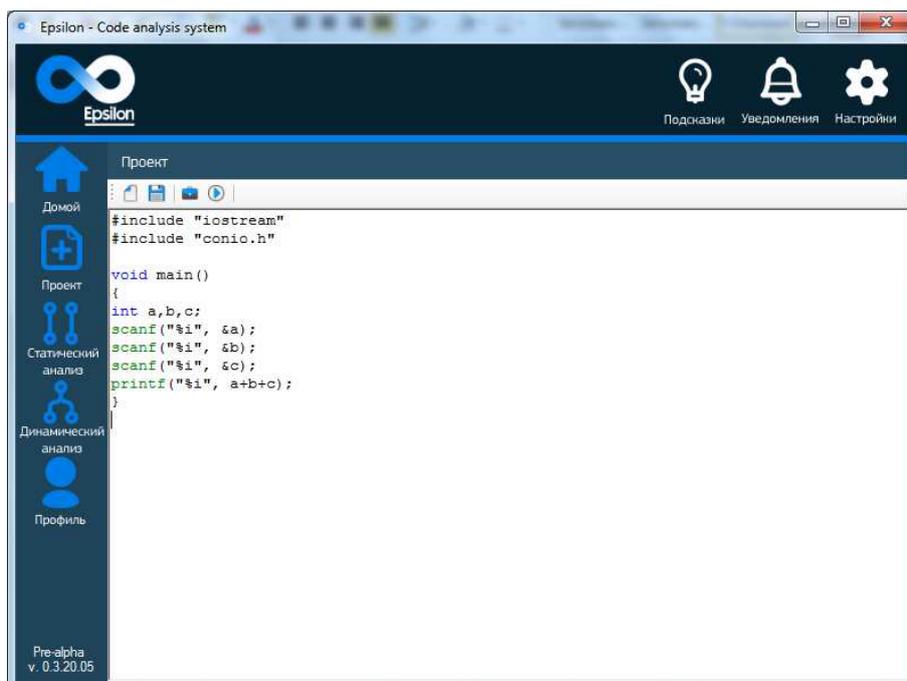


Рис. 5 – Окно «Проект»

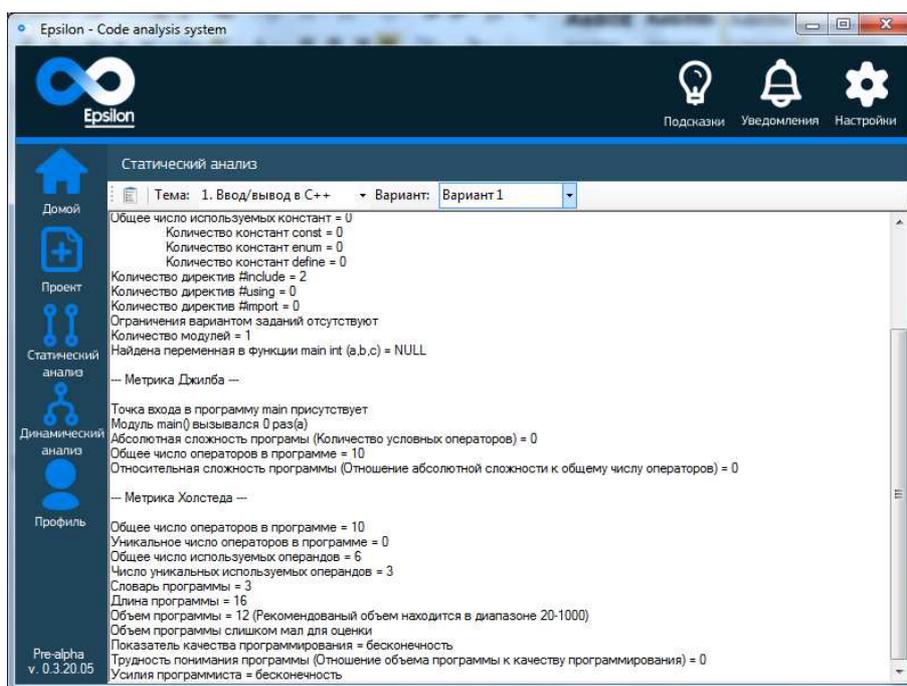


Рис. 6 – Окно «Статический анализ»

Таким образом, в процессе краткого обзора функциональных возможностей была рассмотрена методика работы с представленным тестирующим программным комплексом. Внедрение такого рода программного комплекса позволит значительно повысить уровень подготовки студентов высших учебных заведений.

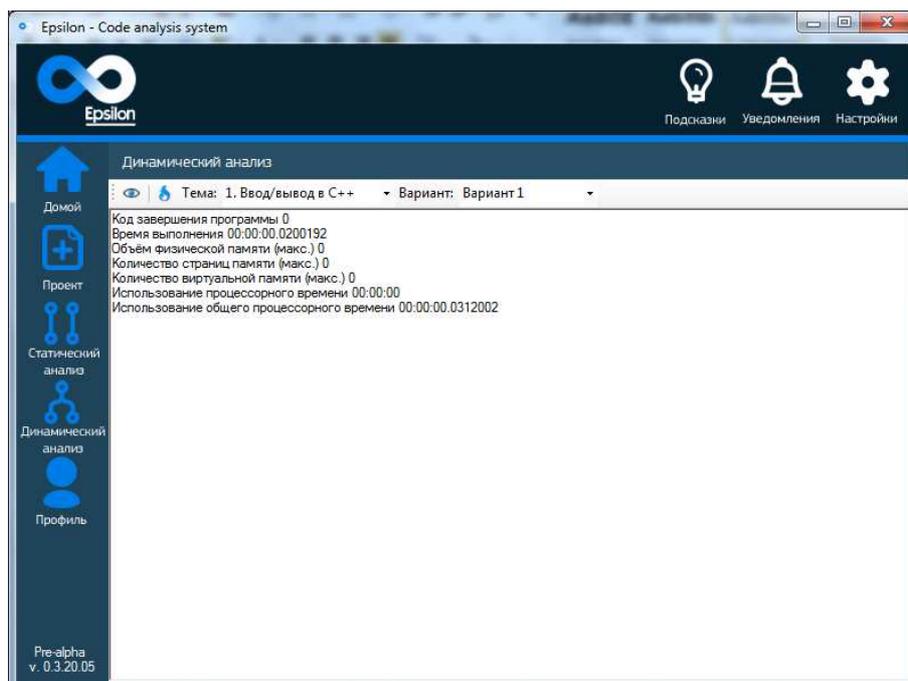


Рис. 7 – Окно «Динамический анализ»

Литература

1. Михеев И.В., Кондратов Д.В., Виштак О.В. Программная реализация модуля динамического тестирования учебных программ: сб. науч. тр. // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2015. Т. 2. № 1 (79). С. 113-117.
2. Михеев И.В., Кондратов Д.В., Виштак О.В. Анализ функциональных возможностей тестирующего программного комплекса для обучения программированию: сб. науч. тр. // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3-1. С. 65-69.
3. Михеев И.В. Жирнов В.И., Кондратов Д.В. Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества. // Сборник статей II Международной научно-практической конференции. НИЯУ МИФИ – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ. - 2016. - С. 78-81.

В.М. Мякишев Е.А. Керженцева Д.А. Гнетова

МОДУЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

(Самарский государственный технический университет. г. Самара)

В современных экономических условиях в системе высшего профессионального образования происходит совершенствование и диверсификация образовательных технологий, связанных с переходом от знаний определенных субстанций к компетентностной парадигме. [1,5].



Современный процесс обучения базируется на диалектическом подходе к решению многомерных энергетических задач и неразрывно связан с производственной деятельностью. Особое внимание здесь необходимо уделять заочной и дистанционным формам обучения.

Заочное и дистанционное обучение является одним из компонентов непрерывной системы образования и в основном ориентировано на самостоятельную работу студентов. Это возможно при использовании информационных и компьютерных технологий совместно с традиционными формами обучения при соответствующем методическом обеспечении. При заочной и дистанционной формах обучения возникает необходимость ориентироваться на задачи, решаемые предприятием, Параллельно предприятие через учебный процесс своих студентов решает вопросы расширения ассортимента продукции, улучшения ее качества, модернизации оборудования, внедрения новейших технологий, выхода на новые рынки. Всё это требует внедрения компетентностно-модульной технологии организации учебного процесса.

Компетентностно-модульная технология образовательного процесса требует целостного системного, информационного и методического обеспечения [1, 2]. Структура системы информационно-методического обеспечения компетентностно-модульной технологии обучения показана на рис. 1.

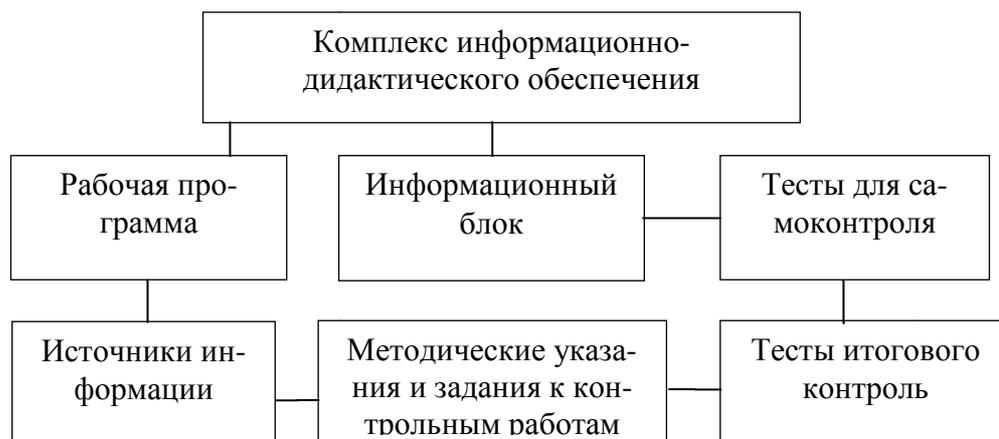


Рис. 1. Структура информационно-методического обеспечения компетентно-модульной технологии обучения

Элементами информационно-методической системы обучения можно считать методические блоки, объединяющие соответствующие разделы изучаемой дисциплины. Так, например, в курсе «Теоретические основы электротехники» выделяются блоки:

1. физические основы электротехники;
2. цепи постоянного тока;
3. цепи однофазного синусоидального тока;
4. трехфазные цепи и т.д.

Каждый из этих блоков подразделяется на первичные звенья-модули, которые включают в себя ряд методических компонентов взаимосвязь которых представлена на рис. 2.



В связи с переходом на двухуровневую систему подготовки возникает необходимость формирования у студентов предметных и профессиональных компетенций. Это требует создания адаптированных учебно-методических пособий.

Такое пособие по выполнению расчетно-графической и контрольных работ внедрено на кафедре ТОЭ СамГТУ и содержит задания с различными уровнями сложности, что позволяет индивидуализировать самостоятельную работу студента.

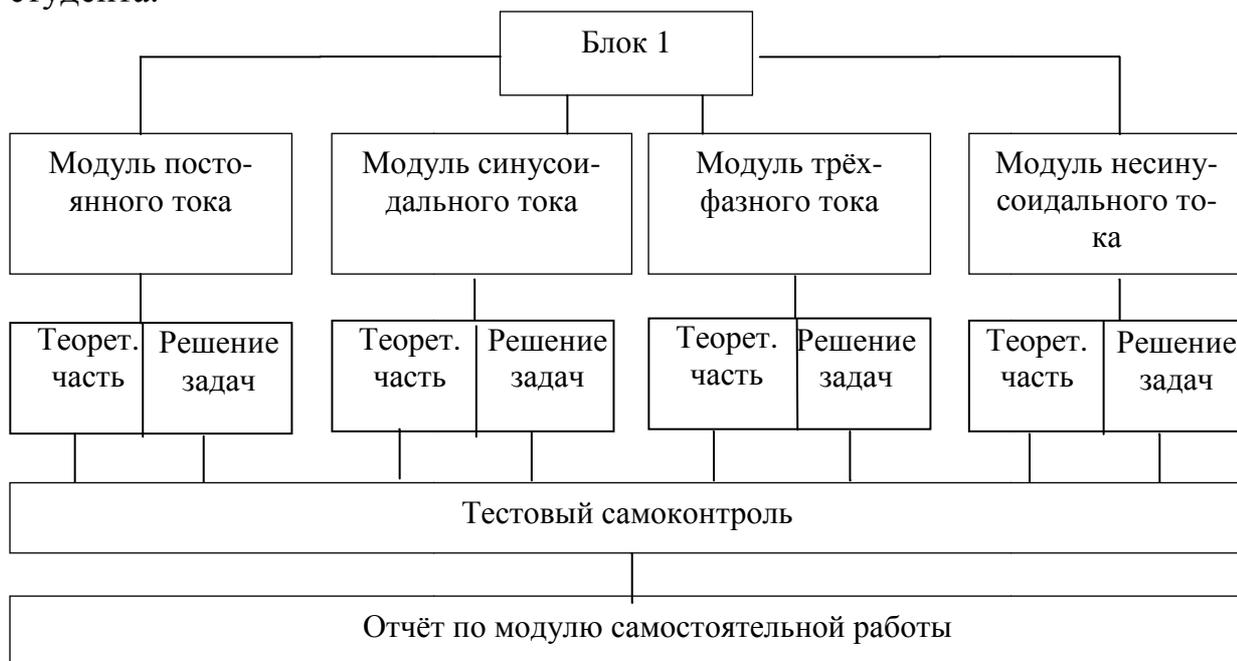


Рис. 2. Структурная схема информационно-дидактического блока.

Если часть студентов ограничивается заданием, требующим выполнение типовых расчетов, предусматривающих изучение определенных разделов курса, то студентам с улучшенной физико-математической подготовкой выдаются индивидуализированные задания с решением задач повышенной сложности, предусматривающие выбор оптимального решения.

Эффективность и качество самостоятельной работы будет тем выше, чем более индивидуализировано задание, содержащее элементы творческого поиска и научных исследований. Курс «Теоретические основы электротехники» является первым базовым предметом для студентов всех электротехнических и электроэнергетических направлений и содержит в себе фундаментальные и основополагающие теоретические принципы, которые затем будут использоваться в курсах специальных дисциплин Электроника, Электрическое освещение, Электромеханика и др.[2,3,4].

При самостоятельной работе студентов четкость и конкретность постановки задачи являются определяющими. С этой целью на кафедре «Теоретическая и общая электротехника» подготовлено методическое пособие, ориентированное на студентов всех форм обучения. Оно содержит краткие теоретические сведения по определенным разделам курса с примерами решением типовых задач и акцентировано внимание на базовые компетенции этого раздела. Здесь же



рассматриваются конкретные алгоритмы расчета и анализа соответствующих задач, а также указываются конкретные разделы основной и дополнительной литературы.

Большинство ранее используемых заданий к контрольным работам представляет собой расчет сложной электрической цепи с определением ряда энергетических величин. Опыт показывает, что такая постановка расчёта сложной задачи вызывает у ряда студентов некоторую неуверенность в своих силах и способностях. Студент ищет альтернативные пути решения. В результате это снижает качество выполнения контрольной работы и не способствует приобретению профессиональных компетенций. Разработанное учебное пособие [3] содержит контрольные задания, построенные по диалектическому принципу - от простого к сложному. Например, первая задача сопровождается подробно разобранным решением. Последующие задачи постепенно усложняются и требуют определенной работы с учебниками и методическим пособием. По ходу расчета студент проверяет свои расчеты и с большей уверенностью приступает к дальнейшим действиям.

Наряду с решениями задач, каждая из содержит пять–шесть теоретических вопросов связанных с рассматриваемой темой. Такая организация задания требует от студента дополнительной работы с литературой, а главное заставляет делать определенные выводы по соответствующему разделу курса и приобрести профессиональные компетенции.

Такой подход позволяет своевременно и четко выдать студенту задание к контрольной работе, своевременно провести нужную консультацию и помочь разобраться в проблеме и своевременно вмешаться в познавательный процесс, влияя на объем и особенности индивидуального задания. Методическое пособие [3] предусматривает использование информационно-компьютерных технологий при выполнении контрольных работ и индивидуальных заданий.

Такая методика организации самостоятельной работы студента позволяет значительно активизировать процесс познания и практически исключить невыполнение контрольной задачи. Все это положительно сказывается на результатах сессии.

Опыт применения данной методики для дистанционной и заочной форм обучения позволил более четко организовать самостоятельную работу и провести промежуточный контроль знаний. В результате этого 60-65% студентов своевременно выполняют контрольные работы и подготовленными подходят к началу экзаменационной сессии.

Опыт применения методики модульных учебно-методических комплексов в подготовке инженеров-электроэнергетиков по дистанционной и заочной формам обучения позволил более эффективно организовать их самостоятельную работу, оперативно и систематически проводить промежуточный контроль знаний.

Существенную помощь в интенсификации процесса обучения оказывают программы тестового самоконтроля по оценке остаточных знаний, разработанные на кафедре ТОЭ и размещенные в сети Интернет.

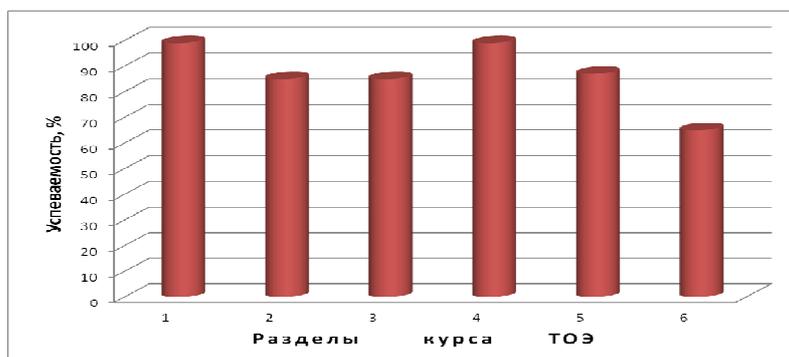


Рис. 3 Результаты интернет-экзамена по курсу «Теоретические основы электротехники»

Таким образом, адаптированное методическое пособие, оптимальное соотношение традиционных форм образования с компьютерными технологиями позволяют более четко организовать самостоятельную работу студентов, привив им определенную уверенность и навыки в решении задач и тем самым способствуют развитию и формированию предметных и профессиональных компетенций.

Литература

1. Педагогические технологии дистанционного обучения [Текст] / под ред. Е.С. Полат. – М: АCADEMA, 2006.
2. Акулов В.А., Мякишев В.М., Макаров Я.В., Гнётова Д.А. Компетентно-модульный подход в организации и управлении самостоятельной работы. Изв. ВУЗ. Электромеханика. №6, 2016г.
3. Киреев К.В., Мякишев В.М. Теоретические основы электротехники: учеб. пособие – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011.
4. Брятов А. С., Михелькевич В. Н., Мякишев В.М. Интенсификация самостоятельной работы студентов дистанционной формы обучения. Материалы VII Международной научно-методической конференции. Минск БГУИР, 2014
5. Михелькевич В. Н., Овчинникова Л. П. Учебный модуль-конструкт самоуправляемой дидактической системы формирования предметных компетенций. Вестник. 7(15). СамГТУ - Самара, 2011.
6. Мякишев В.М., Киреев К.В. Некоторые аспекты преподавания курса «Теоретические основы электротехники» // тр. VII Международной Научно-методической конференции НИТЭ-2006. – Астрахань. – с.128-131.



Т.В. Никифорова, Е.И. Колесникова, С.А. Пиявский

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ОДАренных СТУДЕНТОВ В РАМКАХ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ОБЛАСТНОЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ПОЛЕТ»

(Архитектурно-строительный институт
Самарского государственного технического университета)

В настоящее время в Самарской области уделяется большое внимание поддержке и развитию творческой и одаренной молодежи. В соответствии с Постановлением совета ректоров вузов Самарской области № 2 от 5 сентября 2016 года «О развитии в вузах Самарской области системы поддержки талантливой молодежи Самарской области» [1], начали активно внедряться научно-образовательные программы «ВЗЛЕТ» и «ПОЛЕТ» (далее НОП «ПОЛЕТ»). Данная программа уже реализована в десяти ведущих вузах Самарской области: СамГТУ (включая АСИ СамГТУ), ПГУТИ, СГСПУ, СамГУПС, СГЭУ, ТГУ, Самарский университет им. С. П. Королева (социально-гуманитарный институт), СФ МГПУ, СГСХА, СаГа, готовятся включиться с нового семестра СамГМУ, Самарский университет им. С.П.Королева (в полном объеме), СГИК.

В рамках НОП «ПОЛЕТ» всех вузах-участниках развернута инфокоммуникационная система ИКС «ПОЛЕТ», размещенная по адресу <http://creative-youth.ru>, которая обеспечивает мониторинг и управление научно-развивающей работой со студентами, вовлекаемыми в Единую областную систему мер [2]. От каждого вуза были представлены лучшие студенты с разных курсов, которые были распределены на развивающие группы, объединенные общей тематикой и направлением исследований [3]. Каждому студенту необходимо выполнять научно-исследовательскую работу совместно со своим научным руководителем. Последовательные результаты выполнения необходимо отражать в ИКС «ПОЛЕТ». Научный руководитель формулирует задания, а студент выполняя данное задание, пишет отчет. После этого научный руководитель оценивает выполненное задание, дает обратную связь и формулирует новое задание.

Творчески одаренной личности необходимо всестороннее развитие, а также помощь квалифицированных специалистов, чтобы лучше понять себя и раскрыть свой творческий потенциал, поэтому в НОП «ПОЛЕТ» был включен психологический модуль, который назывался «Психология творческой деятельности». К каждому вузу был прикреплен ответственный психолог, которому необходимо было провести установочную лекцию и четыре практических занятия для студентов с каждого курса. Для того, чтобы координировать деятельность психологов и конкретизировать потребности студентов, была разработана информационная система психологической поддержки одаренных студентов в рамках психологического модуля областной научно-образовательной программы «ПОЛЕТ».



При входе в систему, студент заполняет анкету из 12 вопросов, направленных на выявление степени понимания целей и задач НОП «ПОЛЕТ», осознания своего творческого потенциала и его особенностей, самоуважения, самопринятия, интереса к себе, к проявлениям своей индивидуальности, самореализации. Также студентам необходимо было указать, что они хотели бы узнать и чему хотели бы научиться. Главная страница системы представлена на рисунке 1.

Уважаемый участник Областной научно-образовательной программы «ПОЛЕТ»

Вам предстоит принять участие в учебных занятиях Психологического модуля. Работа в Программе доступна только для зарегистрированных пользователей, давших согласие на обработку в системе НОП «Полет» своих персональных данных. Подтвердите, пожалуйста, свое согласие

* Обязательно

Электронный адрес *

Рисунок 1 – Фрагмент главной страницы информационной системы

До начала работы психологического модуля с помощью разработанной утилиты всем участникам были разосланы на указанные при регистрации адреса электронной почты, информационные сообщения со ссылкой на главную страницу информационной системы.

Для того, чтобы не использовать персональные данные студентов (фамилия, имя, отчество) в качестве идентификатора каждого студента была использована электронная почта, которую участники указывали при регистрации в НОП «ПОЛЕТ». Также каждый студент, перед тем как приступить к опросу, должен был дать свое согласие на обработку результатов опроса.

Система используется в основном как аналитический инструмент для психолога. Психолог может зайти в систему и увидеть активность прикрепленных к нему студентов, их потребности и ожидания от занятий. Функционал системы подразумевает представление консолидированной информации в виде наглядных графиков и диаграмм по каждому вопросу анкеты (Рисунок 2).

Результаты ответов могут быть представлены в виде таблицы, как по всем студентам, так и по отдельному студенту.

Также в информационной системе предусмотрена возможность выгрузить полученные ответы в файл с расширением .csv.

После завершения работы с психологом участникам необходимо было повторно пройти анкету, чтобы дать обратную связь. Актуальность такой формы психологической поддержки подчеркивают сами студенты – участники программы.



Для исследования траектории личностного развития просим провести самооценку следующих характеристик

Понимание целей и задач научно-образовательной программы "Полет"



Рисунок 2 – Пример обобщенного результата ответов на вопрос понимания целей и задач НОП «ПОЛЕТ»

Полученные с помощью системы данные предполагается использовать для работы психологов на следующих этапах реализации НОП «ПОЛЕТ», а также индивидуального сопровождения участников программы. Войдя в личный кабинет НОП ПОЛЕТ, студент имеет возможность глубже осознать проявление своей личности через психологическое тестирование, а также лично связаться с психологом для преодоления затруднений повседневной, научной и творческой деятельности.

Литература

1. Мониторинг комплекса мер по реализации концепции общенациональной системы выявления и развития молодых талантов [Электронный ресурс] // Министерство образования и науки Российской Федерации. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/3451>, свободный. – (Дата обращения: 06.02.2017).

2. Бальзанников, М. И. Информационные технологии массового научного руководства одаренной молодежью в сфере науки и техники [Текст] / М. И. Бальзанников, С.А. Пиявский, В.В. Козлов // Информационные технологии в работе с одаренной молодежью. – 2015. – С. 11-24.

3. Колесникова, Е.И. Моделирование исследовательской деятельности в развитии одаренности студента вуза [Текст] / Е.И. Колесникова, Т.В. Никифорова, С.А. Пиявский // Психолого-педагогическое сопровождение одаренных детей: опыт, проблемы и перспективы Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 277-281.



С.А. Пиявский

ПЕРСПЕКТИВНАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННАЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РАЗВИВАЮЩАЯ СРЕДА ТВОРЧЕСКИ ОДАРЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

(Самарский государственный технический университет)

Постановлением Губернатора Самарской области №272 от 30.10.2013 поставлена задача интеграции действующих в области механизмов работы с одаренной молодежью в единую Самарскую областную систему мер по выявлению и развитию молодых талантов в сфере науки и техники и инновационного развития Самарской области (Единая система мер – ЕСМ). С начала 2015 года ЕСМ успешно формируется [1]-[4]. На январь 2017 года ею охвачено в различных формах около трех с половиной тысяч школьников старших классов из более чем пятисот школ и образовательных организаций, полтысячи студентов 1-4 курсов из десяти ведущих вузов Самарской области; к марту 2017 года планируется включить в нее дополнительно несколько сотен магистрантов, аспирантов, молодых ученых и специалистов.

Некоторая часть функций ЕСМ сходна с функциями государственного информационного ресурса об одаренных детях, создание которого предусмотрено Правительством РФ [5], однако целевое содержание его деятельности значительно шире. ЕСМ создается в целях выявления, развития и поддержки творчески одаренной молодежи Самарской области, привлечения ее к решению задач социально-экономического, научно-технического и инновационного развития региона. При этом под творческой одаренностью (в отличие от академической одаренности) понимается системное, развивающееся в течение жизни качество психики, которое определяет возможность достижения человеком более высоких, незаурядных по сравнению с другими людьми новаторских продуктивных результатов в определенной сфере деятельности и проявляется в обладающих новизной и полезностью законченных результатах деятельности - творческих результатах, измеряемых специально рассчитываемым творческим рейтингом. Соответственно ЕСМ включает информационный ресурс лишь как один из основных структурообразующих элементов. К ним относятся (рисунок 1):

- Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки техники и технологий;
- Объединенный губернский конкурс достижений творчески одаренной молодежи в сфере науки техники и технологий;
- Организации-лидеры – ведущие научные школы, предприятия и организации, активно участвующие в системной подготовке творчески одаренных кадров в сфере науки, техники и технологий;
- Молодежные исследовательские микроколлективы;



- Система показателей уровня развития и результатов деятельности одаренной молодежи Самарской области;
- Комплекс научно-методических и учебно-методических средств функционирования ЕСМ, включая базовую и индивидуальные программы творческого развития молодых исследователей;
- Региональная инфокоммуникационная научно-образовательная развивающая среда творчески одаренной молодежи (РИРС).



Рисунок 1 – Основные структурные элементы ЕСМ

РИРС обеспечивает целостное функционирование ЕСМ. Очевидным образом она легко типизируется и может быть внедрена в любом субъекте РФ. С этих позиций необходимо проанализировать ее потенциал развития с тем, чтобы предложить для распространения наиболее эффективный продукт. Наибольшую перспективу в этом отношении имеют наукоемкие модули РИРС, реализованные в настоящее время на уровне, соответствующем современному состоянию науки, но не наиболее перспективным технологиям, которые еще не успели получить широкое признание и завоевать общественное доверие, достаточное для их использования в социально значимых проектах уровня ЕСМ. Этими модулями являются

- расчет рейтинга многокритериальных объектов,
- отбор в ограниченную совокупность,
- моделирование творческого развития личности.



Действительно, при расчете рейтинга в РИРС используется завоевавший широкую известность метод аналитической иерархии [6]-[9], хотя его существенным недостатком является субъективность используемой шкалы сравнительной значимости объектов и самого алгоритма обработки данных (см. [10]. Этому недостатку лишены метод уверенных суждений ЛПР и метод шансов [11],[12], а также метод универсальных таблиц [10].

Отбор кандидатов на зачисление в Губернаторский реестр и победителей конкурсных мероприятий Объединенного губернского конкурса в РИРС осуществляется на основе рейтинга претендентов. Каким бы объективным ни был алгоритм расчета рейтинга, единственное число, конечно, не отражает всей полезной информации, содержащейся в полном наборе критериев. Более полноценным был бы конкурсный отбор на основе векторного сравнения. Ему препятствует тот факт, что при числе критериев в полтора и более десятка число эффективных альтернатив по Парето (см., например, [8]) в реальности будет превосходить объем ограниченной совокупности. Но предложенное в [11] и [13] более узкое, чем понятие векторов, эффективных по Парето, понятие векторов прогрессивности позволяет преодолеть это затруднение.

Компьютерное моделирование творческого развития личности в РИРС базируется на моделировании локально-оптимальных стратегий развития и типовых коэффициентах математической модели, разработанных нами еще в конце 20-го века [14], в то время, как нами и другими исследователями разработаны более совершенные методы моделирования развития творческих способностей и получения необходимых данных для соответствующих моделей [15]-[18].

В докладе анализируются перспективы развития РИРС на базе указанных перспективных технологий и подходов.

Литература

1. Овчинников Д.Е., Загребова Л.Е., Бальзанников М.И., Пиявский С.А., Акопов Г.В., Смирнов С.В., Шаталов Р.Б., Глушков А.А. Концепция развития творческого потенциала Самарской области. Проблемы управления и развития Самарской области, Труды научно-практической конференции (20-25 сентября 2016 г., г. Самара, Россия). Самара: АНО «Совет по вопросам управления и развития Самарской области»: ООО «ОФОРТ», 2016 - с.36 – 45
2. Бальзанников М.И., Пиявский С.А., Козлов В.В. Объединенная вузовская система научного консультирования индивидуальных проектов старшеклассников. Научное обозрение, 2014, №2, с. 161-166
3. Пиявский, С.А., Елунин М.Н. Информационная система организации, мониторинга и управления коллективной научной деятельностью студентов в вузе. Программные продукты и системы №1, 2014 – с. 208-211
4. Пиявский, С.А. Исследовательская деятельность студентов в инновационном вузе / С.А.Пиявский. – Самара, 2011. – 198 с.
5. «Правила выявления детей, проявивших выдающиеся способности, сопровождения и мониторинга их дальнейшего развития», утв. Председателем Правительства РФ, Постановление . N 1239 от 17.11.2015



6. Saaty T. L. (1980) The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill. [Reprinted by RWS Publications, available electronically free, 2000].
7. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
8. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, М., Логос, 2000. - 295 с.
9. Саати, Т. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений, Электронный журнал Cloud of Science. 2015. Т. 2. №1, <http://cloudofscience.ru>
10. Пиявский С.А. Как «нумеризовать» понятие «важнее». / С.А.Пиявский//Онтология проектирования. – 2016. – Т.6, №4(22). – С.414-435.
11. Пиявский С.А. Два новых понятия верхнего уровня в онтологии многокритериальной оптимизации. Онтология проектирования №1(7), 2013 – с. 65-85
12. Малышев В.В., Пиявский С.А. Метод «уверенных суждений» при выборе многокритериальных решений. Известия Российской Академии наук. Теория и системы управления №5. 2015 – с. 90-101
13. Пиявский С.А. Прогрессивность многокритериальных альтернатив, Онтология проектирования №4(10), 2013 – с. 60-71
14. Пиявский С.А. Управляемое развитие научных способностей молодежи. - М.: Академия наук о Земле, 2001. - 109 с.
15. Бальзанников М.И., Камальдинова З.Ф., Пиявский С.А. Упрощенная математическая модель формирования исследовательских компетенций студентов. Научное обозрение №7, 2015. – с.93-97
16. Ворошилов В.В., Пиявский С.А. Математические модели оптимальной систематизации фактографической информации. Инфокоммуникационные технологии, №1, 2014 г. – с. 123-128
17. Пиявский С.А., Галеев А.Х. Сравнение группы объектов с размытой характеристикой. Научное обозрение, №4, 2014 г.- с.67 -73
18. Пиявский С.А., Ворошилов В.В. Технология поиска и систематизации фактографической информации в информационном пространстве. Научное обозрение. 2014. № 2. С. 167-175.

С.А. Пиявский, Р.Б. Шаталов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ ШКОЛЬНИКОВ

(Самарский государственный технический университет)

В рамках развития форм работы с одаренной молодежью ([1],[2] и др.) в Самарской области активно продолжается реализация научно-образовательной программы конкурсного отбора школьников Самарской области в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и техноло-



гий (далее - Программа «ВЗЛЕТ») [3]. Ее составной частью является инфокоммуникационная система «ВЗЛЕТ» [5],[6] (ИКС «ВЗЛЕТ»).

Составным элементом Программы ВЗЛЕТ является проведение областного конкурса «Взлет» исследовательских проектов обучающихся образовательных организаций в Самарской области (далее - Конкурс). Конкурс предполагает участие с проектом научно-исследовательской направленности в двух этапах - дистанционный и очный (выступление с докладом). До участия допускается только ученик, зарегистрированный в ИКС «ВЗЛЕТ» и выполняющий научно-исследовательские проект под руководством учителя при научном консультировании ученого крупного ВУЗа Самарской области. На дистанционном этапе проект проходит стадию рецензирования двумя незаинтересованными экспертами, а также предполагается ввод саморецензий участниками «микроколлектива». Ввод саморецензий сделан для удобства оценивания проекта рецензентами (выбор ответа по критерию с последующим анализом этого ответа по рецензиям ученика, учителя и консультанта проекта).

Для оценки проекта требовалось разработать соответствующие критерии с вариантами ответа, а также методику оценивания. В качестве методики оценивания необходимо было выбрать один из существующих методов оценки многокритериальных альтернатив, который был бы понятен кругу лиц, которые его используют, а также имел бы достаточную авторитетность. В качестве такого метода был выбран метод Аналитических иерархий (метод Т. Саати).

При разработке критериев необходимо было их разбить по соответствующим группам важности (это было достаточно легко решено благодаря проведению нескольких дистанционных совещаний с дистанционным голосованием), а также постараться охватить все аспекты научного поля представляемого проекта, чтобы объективно произвести оценку.

В результате работы, а также проведенных дистанционных совещаний, критерии оценки творческого уровня проектов на дистанционном и очном этапе, представленных на конкурс «Взлет» в 2016/17 учебном году приняли следующий вид [4] (см. таблицы 1, 2).

В ИКС «ВЗЛЕТ» для оценки проектов, представленных на дистанционный этап Конкурса разработан соответствующий режим - «Ввод рецензий». Во время ввода рецензии пользователю (ученику, учителю, консультанту, а также рецензентам) предоставляется возможность не только выбрать соответствующий вариант ответа по каждому критерию, но и также краткий комментарий (почему был выбран именно такой ответ). Рецензент, произведя вход в режим рецензирования, имеет возможность увидеть текст файла проекта (как и консультант), а также ознакомиться с рецензиями, введенными непосредственно самими участниками «микроколлектива». Ввод рецензии допускается только один раз. При вводе рецензии всеми участниками «микроколлектива», а также рецензентами, итоговый балл проекта не отображается с целью исключения в дальнейшем накрутки баллов, а также составляющей дивергенции с другими участниками проектов с целью другими улучшить свой результат.



Таблица 1 - Сравнительная важность частных критериев при оценке предварительного балла проекта на дистанционном этапе Конкурса «ВЗЛЕТ»

№ п/п	Критерий	Группа важности
1	Характер работы	Наиболее важный
2	Актуальность направления, в котором выполнен проект, в соответствии с авторитетными перечнями [4]	Важный
3	Связь работы с исследовательской и методической деятельностью научного консультанта	Обычный
4	Связь работы с исследовательской и методической деятельностью руководителя	Обычный
5	Практическая значимость	Важный
6	Имеется обзор проблематики по направлению, в котором выполнена работа	Важный
7	Имеется обзор литературы по теме работы	Наиболее важный
8	Освоены дополнительные знания, умения, навыки сверх школьной программы (с учетом возраста)	Наиболее важный
9	Используются специальные теоретические методы <i>Для естественнонаучного и технического направлений - математические методы.</i> <i>Для социально-гуманитарного направления - понятийный аппарат социально-гуманитарного познания.</i>	Важный
10	Используются специальные прикладные (в частности, экспериментальные) приемы, методы и методики	Важный
11	Разработаны и реализованы специальные средства для выполнения работы (<i>например, разработанные программы для ЭВМ, созданные экспериментальные установки, модели, изготовленные костюмы и т.п. по результатам этнографических исследований</i>)	Важный
12	Масштабность многоплановость проведенного исследование	Наиболее важный
13	Получены новые научные результаты	Наиболее важный
14	Имеются оригинальные идеи	Важный
15	Качество оформления работы	Обычный
16	Глубина самооценки проекта его участниками	Обычный

Разработанная методика оценки творческого рейтинга проектов используется в Программе «ВЗЛЕТ» и в ИКС «ВЗЛЕТ» с 2015/16 учебного года, и хорошо себя зарекомендовала.



Таблица 2 - Сравнительная важность частных критериев при оценке итогового балла проекта на очном этапе Конкурса «ВЗЛЕТ»

№ п/п	Критерий	Группа важности
1	Соответствие доклада теме работы, представленной на дистанционный этап	Обычный
2	Качество презентации и доклада	Обычный
3	Качество ответа на вопросы и дискуссии	Важный
4	Личный вклад участника в выполнение проекта	Важный
5	Достоверность оценки проекта, данная рецензентами на дистанционном этапе	Важный
6	Перспективность участника как мотивированной творческой личности (оценка психолога - члена Жюри)	Обычный

Разработанные режимы ИКС «ВЗЛЕТ» активно используются в 15 территориальных управлениях, 12 университетах, а также более, чем в 600 образовательных организациях Самарской области. В результате работы ИКС «ВЗЛЕТ», по состоянию на 13.02.2017г., в системе размещено учеными вузов более 1600 предложений тематики индивидуальных проектов школьников и ведется мониторинг научного консультирования около 800 проектов, выполняемых школьниками 250 школ Самарской области.

В процессе внедрения работы проводятся непрерывные дистанционные консультации 12 университетов и общеобразовательных организаций Самарской области. Также осуществляется техническая поддержка пользователей системы. Количество удовлетворенных обращений пользователей – 230.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 17.11.2015г. №1239 «Об утверждении Правил выявления детей, проявивших выдающиеся способности, сопровождение и мониторинг их дальнейшего развития [Электронный ресурс] //URL:

<http://government.ru/media/files/oxUAa6PpURsefK00tPz6M5vhRX3qC81D.pdf>

2. Концепция общенациональной системы выявления и развития молодых талантов [Электронный ресурс] //URL: <http://www.edu53.ru/np-includes/upload/2012/09/10/2837.pdf>

3. Положение о научно-образовательной программе конкурсного отбора школьников Самарской области в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий [Электронный ресурс] //URL: <http://vzletsamara.ru/files/documents/approvalRegulationNOPVZLET.pdf>

4. Методика оценивания проектов, представленных на областной конкурс «Взлет» исследовательских проектов обучающихся образовательных организаций в Самарской области (на 2016/17 учебный год) [Электронный ресурс] //URL: http://vzletsamara.ru/files/documents/Methods_16_17.pdf



5. Шаталов, Р.Б. Региональная инфокоммуникационная система мониторинга выполнения исследовательских проектов школьниками [Текст] / Р.Б. Шаталов // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С.819-822.

6. Шаталов, Р.Б. Инфокоммуникационная система мониторинга взаимодействия университетов и общеобразовательных организаций Самарской области в направлении исследовательских проектов школьников [Текст] / Р.Б. Шаталов // Ученые записки института социальных и гуманитарных знаний. Выпуск №1(14), 2016. Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Электронная Казань 2016» (ИКТ в образовании: технологические, методические и организационные аспекты их использования). Казань, ЮНИВЕРСУМ, 2016, С.621-626.

И. Рустамов

МЕТОДЫ ПОИСКА, ОТБОРА И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ

(Узбекистан, Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологий)

Состязательность (конкуренция) - это соревнование, соперничество, позволяющие выявить лучших в определенной области. И одаренных в первую очередь. Состязательность в научной и технической областях позволяет выявить и отобрать интеллектуально одаренных.

Хорошо показавшими себя приемами состязательности являлись в недалеком прошлом Конкурсы, Смотры, Олимпиады, Конференции в вузах и ссузах, Турниры, Летние и Зимние Творческие Школы и Лагеря, Олимпиады и Конкурсы в школах, проводившиеся в СССР до последних лет его существования как в масштабе всей страны, так и в отдельных республиках, регионах, областях, районах, городах, образовательных учреждениях. Эти приемы были хорошо отработаны и показали свою эффективность. Они широко применялись и в Узбекистане, в частности в Ташкенте в Политехническом институте (ныне ТГТУ - Ташкентский государственный технический университет). В их применении и развитии в 80-е годы активно участвовали и автор, руководивший в течение ряда лет на общественных началах Научно-исследовательской работой студентов (НИРС) в ТашПИ (ныне ТГТУ).

Эти приемы состязательности применялись на всех уровнях, начиная со студенческой группы (или школьного класса), затем на курсе, факультете вуза или ссуза (или группе классов школы) до масштабов образовательного учреждения и далее в масштабах упомянутых выше более крупных территориальных образований вплоть до масштаба всей страны.



Что касается вузов, в масштабе всей страны (СССР) проводилось 3 тура: вузовский, республиканский, всесоюзный

Среди этих приемов состязательности: Конкурс на лучшую научную работу студентов по естественным, техническим и гуманитарным наукам, Олимпиада “Студент и научно-технический прогресс”, Смотр-конкурс студенческих конструкторских бюро (СКБ) и других творческих объединений типа СКБ, Конференции с выявлением и награждением лучших студенческих исследований, результаты которых заслушивались, обсуждались и оценивались на них

Исследования по развитию приемов состязательности, как и по развитию Методов интеллектуального творчества (МИТ) были включены в планы НИР по проблемам высшей и средней специальной школы, координировались и контролировались руководителями и советами вузов, министерств и ведомств.

В первые годы становления независимого Узбекистана эта важная деятельность высшей школы, к сожалению, была приостановлена и даже свернута, что, несомненно, сказалось на качестве подготовки специалистов, особенно естественного и технического профиля, профессии которых “померкли” перед модными экономическими и языковыми профессиями в связи с началом интеграции Узбекистана в Мировое сообщество и развитием международных связей, в том числе торгово-экономических.

Но в современном обществе инженер является не менее важной фигурой, чем управленец, экономист или переводчик. От него в гораздо большей степени, чем от других специалистов, зависит научно-технический прогресс (НТП), подъем и процветание экономики. Да и подготовка инженера требует гораздо больше средств, труда и времени, чем тех же экономистов и переводчиков. Автор, окончивший технический и языковой вузы и самостоятельно освоивший знания управленца и экономиста судит об этом по собственной практике обучения.

О подъеме инженерного образования шел заинтересованный разговор уже на проведенной в конце января 1997 г. республиканской научно-практической конференции в Ташкенте, организованной Минвузом Узбекистана. И в последующем развитию инженерного образования в республике уделялось должное внимание.

Хорошо, что пришло понимание необходимости восстановления использования приемов состязательности в творческом росте молодежи, применявшихся в бывшем СССР, и необходимости проведения исследований ученых в этом направлении, наряду с решением других проблем высшей школы.

И создание в 1995 г. Института проблем высшей и средней специальной школы (ИПВССШ) явилось еще одним подтверждением понимания необходимости дальнейшего развития этих видов образования. В настоящее время Институт преобразован в Центр развития высшей и средней специальной школы (ЦРВССШ).

Помимо перечисленных общепринятых в вузах бывшего СССР приемов состязательности в ТашПИ (ныне ТГТУ), где автор руководил научной работой студентов и организационной работой их преподавателей-наставников, вводи-



лись и использовались и специфические приемы: Неделя науки ТашПИ по инициативе автора, конкурсы слушателей Школ изобретательского творчества, работавших на ряде факультетов института по инициативе и под руководством проф. Зарипова М.Ф. и другие. Руководство Высшей школы СССР в январе 1990 г. приняло Целевую комплексную программу “Творческая одаренность” для развития деятельности по поиску, воспитанию и обучению одаренных детей и молодежи.

А в феврале 1990 г. был создан Узбекский Республиканский фонд поддержки одаренной молодежи имени Улугбека, который существует и по сию пору.

К сожалению, с распадом СССР в 1991 году выполнение программы “Творческая одаренность” в масштабах всего СССР было свернуто. Тем не менее, фонд Улугбека продолжил свою работу.

В конце августа 1990 г. еще в рамках существовавшего Союза Минвуз Узбекистана постановил объявить Конкурс на создание сквозной методики “Истеъдод” (талант, дарование) для выявления творческого потенциала молодежи в возрасте до 25 лет и разработки альтернативных творческих программ и учебных материалов в области научно-технического творчества. Было утверждено и Положение о Конкурсе. К сожалению, Конкурс практически не был проведен и не сыграл той роли, которая ему предназначалась, в связи последовавшими в следующем 1991 г. политическими потрясениями, развалившимися СССР, изменениями в вузовской системе Узбекистана, провозгласившим независимость, и возникновением других первоочередных задач государственного переустройства.

Представляют интерес, помимо советских, и приемы состязательности, применяемые в развитых странах, и, прежде всего, в США. Эти приемы в последние годы получили применение и в высшей школе Узбекистана. Это разного рода тесты при приеме в вузы и текущий тестовый контроль успеваемости, применяемый всеми вузами. Но при всех достоинствах тестов они не смогли полноценно заменить приемы состязательности, успешно применявшиеся в СССР в рамках системы НИРС в 80-е годы.

Рассмотрение системы подготовки интеллектуальной элиты в США заслуживает первоочередного внимания по той причине, что США - ведущая страна мира, которая, создав в начале XX столетия мощнейший научно-технический потенциал, на протяжении всего XX века и в начале XXI сохраняет лидирующее положение в мире в области науки, техники и производства. Примечателен тот факт, что за все время существования Нобелевских премий американские ученые получили более половины присужденных!

В США (а также в Японии, Канаде) проводится совместное обучение учащихся разной степени одаренности и умственного развития с предоставлением им права индивидуального выбора программ обучения в соответствии с их склонностями и возможностями.

Отыскание способных людей в США имеет свою длительную историю в виде применения тестов, которые широко применялись и применяются сейчас



для выявления способностей и умственного развития граждан этой великой страны.

Как уже отмечалось в начале данной работы, общеизвестна истина, что талант - это врожденная способность человека делать любое дело лучше многих, иногда - лучше всех, а гениальность - это трудолюбивый талант.

По мнению многих выдающихся людей России, которые ежедневно делились своим пониманием “Формулы успеха” с многомиллионной телевизионной аудиторией в одной из рубрик программы “Утро” ОРТ - Общероссийского телевидения – ныне Первый канал телевидения России (ведущим этой рубрики являлся добившийся лично большого успеха известный российский предприниматель Довгань), успех в жизни предопределяется талантом и трудолюбием, прежде всего, а также верой в себя, в свою звезду. Подобная замечательная рубрика могла бы быть полезной и для телезрителей Узбекистана, но вернемся к США. Развитая в этой стране система тестирования позволяет выявлять способности детей с самого раннего возраста в дошкольных учреждениях воспитателями или самими родителями дома. При этом исходят из того, что почти каждый ребенок в чем-то талантлив!

Одаренные и талантливые дети определяют будущее любой страны и всего мира, что прекрасно понимают в США и считают, что задачей общества является своевременное выявление одаренных и талантливых, создание им всех условий для своевременного раскрытия и использования своих возможностей.

Для проверки уровня подготовленности старшеклассников школ к обучению в вузе и облегчения службам приема вузов задачи сравнения знаний поступающих учащихся разных школ и предварительного отбора абитуриентов в США применяют два основных вида тестов:

1) Тесты американского колледжа (ТАК), с помощью которых измеряют уровень обучения: знания, умения, навыки и 2) Тесты на проверку способности к обучению в колледже (ТПСОК), с помощью которых определяют подготовленность к обучению в вузе.

Сдачу этих тестов учащиеся американских школ обычно начинают в конце школьного обучения: в конце 11-го - начале 12-го класса, чтобы к моменту завершения школы знать, в какой вуз они могут быть приняты по своей подготовленности.

Надо отметить, что в США применяют много различных тестов на всех уровнях обучения и в разных возрастных группах.

В связи с существованием фонда Президента «Истеъдод» (Одаренность), созданного на базе ранее существовавшего фонда Президента РУз “Умид” (Надежда) для поддержки обучения одаренных молодых преподавателей за границей для нас особый интерес представляют языковые тесты США по отбору иностранцев для обучения в этой стране : ТОЕФЛ (Teach of English as Foreign Language - Обучение английскому языку как иностранному) и ему подобные тесты. Многие приемы интеллектуальной состязательности хорошо уже известны из практики средней и высшей школы, поэтому автор не излагают их подробно.



Отмечу только, что в наши дни в Узбекистане проводится целый ряд новых мероприятий: Программа образовательных грантов и стипендий для одаренных студентов, Фестиваль «Янги авлод (новое поколение)», Конкурс «Келажак овози (голос будущего)», охватывающий практически все виды творческой деятельности (6 номинаций) и возрастную аудиторию от 15 до 25 лет (организаторы: Фонд «Форум культуры и искусства» и Общественное движение молодежи Узбекистана (ОДМУ) «Камолот (совершенство)», конкурс “LG Grant” (грант LG) для поощрения студентов Ташкента и Самарканда (организаторы: Представительство южнокорейской компании “LG Electronics” и ОДМУ «Камолот»), республиканская олимпиада для школьников по общеобразовательным предметам (организатор – Министерство народного образования), в Ташкенте «Интеллектуальная олимпиада» (организатор – ОДМУ «Камолот»), телеигры «Что? Где? Когда?», «Брейн-ринг», «Своя игра», «Шахматы», «Знаете ли вы закон?», «Знаете ли вы историю?».

Из победителей конкурса «Келажак овози» во всех регионах созданы Центры молодежных инициатив (ЦМИ) «Келажак овози», вовлекающие новых участников в этот конкурс, помогающие участвовать в нем. Год от года возрастает престиж этого конкурса. В 2005 году в конкурсе приняли участие около 2,5 тысяч юношей и девушек, в 2006 году эта цифра достигла 10 тысяч, а в 2007 году ожидается дальнейший роста числа участников.

В последние годы появился ряд организаций поддержки одаренных. О них можно подробнее узнать в молодежной секции НАННОУз и в Интернет. О некоторых из них уже упомянуто выше. Это, прежде всего, ОДМУ «Камолот», ЦМИ «Келажак овози». О ряде других организаций речь пойдет в дальнейшем изложении.

М.С. Светлов¹, А.А. Львов², А.Х. Аскарлова², М.К. Светлова²

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА НАПРАВЛЕНИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

¹Институт проблем точной механики и управления РАН (г. Саратов);

²Саратовский государственный технический университет
имени Ю.А. Гагарина)

В настоящее время эффективное осуществление учебно-образовательной деятельности, в частности в высшем учебном заведении уже не представляется возможным без использования достижений в области информационных технологий на базе мощной компьютерной поддержки различного функционального назначения.

Компьютеризация образовательного процесса на всех его этапах – безусловно, главное направление развития современной высшей школы. Разветвленные информационные сети, включая Интернет, телекоммуникационные системы, радио и телевидение сделали возможным реализацию новых и крайне эф-



фективных интерактивных учебных комплексов на базе практически автоматического управления всем образовательным процессом, включая и дистанционное обучение.

Одной из отличительных особенностей обучения студентов направления «Информатика и вычислительная техника» (ИВЧТ), как и других технических специальностей, является отсутствие в достаточном количестве новой учебной литературы по специальным дисциплинам. Имеющаяся в наличии учебная литература, в своем абсолютном большинстве, издана достаточно давно.

Это обстоятельство особенно отрицательно сказывается на процессе обучения магистрантов, предполагающих значительно меньший объем аудиторных занятий, чем при дневной форме обучения бакалавров и специалистов.

В настоящее время кафедрой «Информационно-коммуникационные системы и программная инженерия (ИКСИ) Саратовского государственного технического университета (СГТУ) имени Гагарина Ю.А. для организации дистанционного обучения разработан WEB-сервер, где размещены учебные планы студентов всех форм обучения, бакалавров и магистрантов со списком рекомендованной литературы по каждой дисциплине учебного плана направления ИВЧТ.

Электронные учебные материалы, обладая всеми достоинствами бумажных изданий, имеют ряд положительных отличий и преимуществ:

- гипертекстовые возможности;
- практически не ограниченная тиражируемость;
- возможность внесения оперативных изменений и дополнений;
- удобство пересылки по электронной почте.

Их наличие позволило говорить о создании специализированного электронного учебника, представляющего, по сути, автоматизированную обучающую систему, которая включает в себя материалы:

- дидактические;
- методические;
- информационные;
- справочные;
- программное обеспечение.

Это дает возможность компактно использовать его для самостоятельного обучения и контроля знаний в процессе обучения.

Разработанный электронный учебник включает в себя учебные материалы, относящиеся к информационному циклу подготовки по направлению ИВЧТ.

Дисциплины информационного цикла направлены на изучение вопросов получения, хранения, преобразования, передачи и использования информации и включают в себя следующие основные разделы:

- информатика;
- теория информации;
- передача данных в информационно-управляющих системах;
- информационное обеспечение систем управления;

Основное содержание этих разделов приводится ниже.



Информатика:

- основные понятия информатики;
- структура компьютера и программного обеспечения;
- средства и алгоритмы представления, хранения и обработки информации;
- организация и средства человеко-машинного интерфейса, мультисреды и гиперсреды;
- назначение и основы использования систем искусственного интеллекта;
- понятие о сетях ЭВМ, информационных технологиях на сетях;
- основы телекоммуникаций и распределенной обработки информации;
- основы защиты информации и сведений, составляющих государственную тайну.

Теория информации:

- основные понятия и определения;
- кодирование сообщений в различных каналах связи;
- кодирование в каналах с помехами;
- комбинаторная теория кодирования,
- алгебраическая теория кодирования.

Передача данных в информационно-управляющих системах:

- проблемы поэлементной (побитной) синхронизации передающей и приемной аппаратуры систем передачи данных;
- проектирование устройств поэлементной регистрации;
- основные принципы построения типовых узлов систем передачи информации при их аппаратной реализации.

Информационное обеспечение систем управления:

- основные понятия и определения, терминология;
- стандартные кодовые форматы;
- диалоговые процедуры обмена информацией между передающей и приемной сторонами;
- телемеханические каналы телеизмерительной информации;
- кодирующие и декодирующие устройства в телемеханических каналах передачи информации;
- модуляция.

Результатом проделанной работы является электронный учебник по изучению комплекса дисциплин направления ИВЧТ, оформленный в виде HTML-страниц и включенный в состав WEB-сервера дистанционного обучения. Использование этого электронного учебника, безусловно, крайне полезно не только при обучении дисциплинам по данному направлению кафедры ИКСП СГТУ имени Гагарина Ю.А., но и для обучающихся по смежным направлениям, в том числе других кафедр и вузов.



А.В. Соловов, А.А. Меньшикова

МИФЫ И РЕАЛИИ MOOCs

(Самарский университет)

Введение. Одним из важнейших перспективных направлений развития электронного обучения (ЭО) являются массовые открытые онлайн курсы (Massive Open Online Courses – MOOCs) [1]. В докладе рассматриваются некоторые проблемы создания и эксплуатации таких курсов.

Хотя размещение электронных образовательных ресурсов в открытом доступе началось еще в конце 90-х, в том числе и в нашей стране, ЭО изначально развивалось как своего рода учебный сервис в формальном и дополнительном образовании. Присущие этим формам образования корпоративные и коммерческие интересы предопределяют закрытость используемых электронных курсов (ЭК). Так большинство вузовских ЭК, размещенных в современных виртуальных средах, недоступны для свободного использования [2].

Стимулы развития MOOCs. Многие причины «моды» на MOOCs рассматриваются в многочисленных зарубежных публикациях и их обзорах, см., например, [3, 4]. Выделим некоторые важные и редко, либо совсем не обсуждаемые стимулы. С точки зрения потребителей MOOCs их использование стимулируют следующие факторы.

1. *Рост потребностей в неформальном образовании.* Если в недалеком прошлом хороший почерк был гарантией спокойной жизни до старости, то ныне даже диплом престижного вуза порой является лишь «приглашением к танцу». Повышение квалификации, эволюция технологий профессиональной деятельности, смена профессии, общекультурные потребности, освоение различных видов досуговой деятельности («вышивание крестиком, игра на трубе») и другие подобные стимулы возводят учебу в ранг важнейших форм жизнедеятельности современного человека.

2. *Эволюция потребностей в общении, обмене знаниями.* Социальные сети приучили их многочисленных пользователей не только к поиску чужого опыта, но и к возможности реализовать себя в качестве «учителя», что психологически очень важно для многих людей как средство повышения самооценки. MOOCs в этом плане очень привлекательны. В традиционных курсах ЭО все учебные взаимодействия обычно базируются на паре «преподаватель-студент», в MOOC преподаватель лишь задает тематику и основное содержание курса, а существенная часть обучения (осмысление знаний, приобретение практических умений) происходит в процессе совместной работы над проектами и общения (обмена знаниями) между самими обучающимися.

3. *Открытость MOOCs.* Главное здесь – это свобода выбора «быть или не быть». Нет финансовой ответственности, легко можно начать и бросить курс. По уже накопленной статистике до конца курса не доходят порядка 90% из числа зарегистрировавшихся на курс учащихся. На наш взгляд, это вполне



позитивные «издержки» свободы выбора. Преимущество такой свободы в том, что люди имеют возможность пробовать, искать и находить то, что им действительно интересно и необходимо.

Когда говорят о стимулах создания и эксплуатации MOOCs, обычно обсуждают потенциал их коммерциализации, в частности, посредством введения платных итоговых экзаменов. Однако вряд ли этот фактор является побудительным мотивом к инвестированию в MOOCs многочисленных государственных и частных фондов. И эти инвестиции отнюдь не благотворительность. Помимо сокращения опасного культурного разрыва между различными группами населения в экономически благополучных странах, между населением развитых и отсталых стран, стратегическое значение имеет возможность относительно дешевого «просеивания» умов и отбора талантов с помощью MOOCs.

Требования к разработке MOOCs. Особый характер требований к разработке MOOCs по сравнению с обычными ЭК определяется, прежде всего, их массовым предназначением. Во-первых, это выбор тематики курса, интересной многим людям. Например, курсы из сферы физической культуры по здоровому образу жизни и поддержанию высокой работоспособности [5].

Во-вторых, отбор содержания. Если содержание традиционных ЭК определяется чем-то типа наших ГОСов, то при разработке MOOCs образовательные стандарты вряд ли могут быть ориентирами при отборе содержания.

Говоря о представлении учебного материала, дополним уже имеющиеся рекомендации [4]. В частности, представление содержания исключительно в формате видеолекций в ЭК вряд ли следует считать удачной формой [6]. При создании MOOCs целесообразно использовать гипермедиа, где каждый формат представления учебного материала (текст, графика, видео, анимация, звук, моделирование) выполняет конкретную дидактическую функцию [7-11].

Ну и, конечно, основной акцент в MOOCs следует делать на различных формах совместной учебной работы (дискуссиях, коллективных проектах, взаимных проверках и т.п.). Ведь именно общение учащихся в ходе учебной деятельности по освоению курса является дидактической «изюминкой» MOOCs. При реализации такой концепции равноправного (peer to peer) обучения учащиеся нередко объясняют учебный материал друг другу, выполняя тем самым важную для себя учебную работу по его осмыслению и закреплению в соответствии с собственным опытом и когнитивными возможностями.

MOOCs в российских вузах. Для российских вузов хорошим стимулом тратить человеческие и материальные ресурсы на создание и эксплуатацию MOOCs может стать поиск «своего» студента. Успешно конкурировать с зарубежными MOOCs в спектре обычных учебных дисциплин вряд ли получится, разве что с точки зрения языка. Однако не секрет, что еще одним «пряником» зарубежных MOOCs для российской молодежи ныне является возможность совершенствования иностранного языка. Создание же своего рода «профорientационных» MOOCs позволит потенциальному студенту вуза поближе познакомиться с интересующей его специальностью.



И здесь важно сосредоточиться не на описательной части специальности (все это нынешний школьник может найти и в Интернет), а на учебных проектах, пусть простых и доступных потенциальному абитуриенту, но отражающих суть профессии. Известно, что у ряда студентов вузов порой наступает разочарование в выбранной профессии, когда они приступают к выполнению курсовых проектов по специальности на старших курсах. Но деваться некуда, приходится учиться дальше. Поэтому возможность попробовать себя хотя бы в дистанционной деятельности по выбранной профессии позволит абитуриентам более обоснованно подойти к выбору специальности, а вузу получить действительно своего студента. Заметим, что «профориентационные» курсы требуют высокой квалификации от их разработчиков и тьюторов, поэтому целесообразно привлекать к такой работе наиболее квалифицированных преподавателей выпускающих дисциплин. Главное здесь не технологические «изыски» (с ними могут помочь даже студенты [12]), а глубокая эрудиция в предметной области курса и умение методически грамотно организовать дистанционную проектную работу учащихся.

Эксплуатация MOOCs. Вслед за эйфорией от регистрации большого количества учащихся на курс быстро наступает и отрезвление – а как с ними работать? В числе возможных вариантов рассматривают взаимопроверку заданий самими учащимися, привлечение волонтеров из числа студентов. Однако такие формы учебной деятельности в курсе тоже надо как-то организовывать. Возможный выход – формализация и автоматизация процедур объединения учащихся в микроколлективы для выполнения проектной работы, процедур организации взаимной проверки и оценивания, в том числе и стимулирование этих видов учебной работы. Однако, все это неизбежно «тянет» за собой жесткую регламентацию, в частности по срокам, за что ныне критикуют «золотые клетки» современных виртуальных сред [2]. Таким образом, вопросов в проблематике эксплуатации MOOCs гораздо больше, чем ответов. И эти вопросы необходимо решать, иначе эйфория в этой сфере ЭО закончится, как только будут «освоены» инвестиции в разработку MOOCs.

Заключение. Среди инноваций в сфере образования в целом и электронного обучения в частности важное место занимают MOOCs – массовые открытые онлайн курсы. Их перспективы определяют не только эволюция электронных технологий, но и процессы глобализации общественных отношений, в том числе и в сфере формирования и распространения знаний. MOOCs позволяют в наиболее полной мере реализовать главную, концептуальную идею электронного обучения, провозглашенную еще в конце 90-х годов: «Учиться тому, что нужно, в любое удобное время, в любом удобном месте». Особый характер требований к разработке и эксплуатации MOOCs по сравнению с обычными электронными курсами определяется, прежде всего, их массовым предназначением. И здесь должны быть учтены современные достижения не столько в технологических, сколько в научно-методических основах электронного обучения.



Литература

1. Соловов А.В., Меньшикова А.А. Электронное обучение: вектор развития // Высшее образование в России, 2015. – № 11. – С. 66-75.
2. Соловов А.В. «Золотые клетки» виртуальных учебных сред // Высшее образование в России, 2012. – № 11. – С. 133-137.
3. Бугайчук К.Л. Массовые открытые дистанционные курсы: история, типология, перспективы // Высшее образование в России, 2013. – № 3. – С. 148-155.
4. Ключкин А. Тренды в образовательной среде – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/company/lektorium/blog/162793/> . (доступ 25.08.2015).
5. Богданов В.М., Пономарев В.С., Соловов А.В. Использование современных информационных технологий в теоретической и методико-практической подготовке студентов по физическому воспитанию. В сборнике: «Физическая культура и спорт на рубеже тысячелетий». Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2000. – С. 23-24.
6. Соловов А. В. Мифы и реалии дистанционного обучения // Инновации в образовании. – М.: Современный гуманитарный университет, 2004. – № 2, С. 82-89.
7. Осин А.В. Мультимедиа в образовании: контекст информатизации. – М.: Издательский сервис, 2004. – 320 с.
8. Соловов А.В. Дидактика и технология электронного обучения в системе КАДИС // Индустрия образования: Сборник статей. – Выпуск 6. – М.: МГИУ, 2002. – С. 54-64.
9. Соловов А.В. Виртуальные учебные лаборатории: некоторые направления и принципы разработки // В сборнике «Телематика 2002». Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Санкт-Петербург, 2002. – С. 304.
10. Основы концепции создания образовательных электронных изданий (ОЭИ). Перед заглавием авторы: Беляев М.И., Вымятнин В.М., Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Демкин В.П., Зимин А.М., Краснова Г.А., Коршунов С.В., Макаров С.И., Можаяева Г.В., Нежурина М.И., Норенков И.П., Плосковитов А.Б., Позднеев Б.М., Роберт И.В., Сафронов В.Е., Соловов А.В., Теслинов А.Г., Щенников С.А. В сборнике: «Основные направления развития электронных образовательных изданий и ресурсов». – М.: РМЦ, 2002. – С. 24-50.
11. Комаров В.А., Соловов А.В. АОС и инженерная интуиция // Almatater (Вестник высшей школы), 1986. – С. 13-19.
12. Соловов А.В. Технологические средства электронного обучения. Учебное пособие. – М.: «Информационно-телекоммуникационные технологии в образовании», 2008. 40 с.



А.В. Соловов, А.А. Меньшикова

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

(Самарский университет)

Введение. Еще совсем недавно мы обсуждали трансформацию понятия электронного обучения (ЭО) из категории новых технологий в категорию новой парадигмы образования 21-го века [1]. А уже ныне эволюция электронных технологий, процессы глобализации общественных отношений, в том числе и в сфере формирования и распространения знаний, заставляют задуматься о смене парадигмы уже самого ЭО [2]. Или хотя бы о совершенствовании его организационных и научно-методических основ. В докладе обсуждаются перспективы развития ЭО. В их числе уже явно проявившие себя направления и некоторые возможные тренды.

Мобильные технологические системы. Периодическое анкетирование студентов СГАУ, изучающих электронные курсы (ЭК), выявило преимущественное применение для учебной работы мобильных устройств: смартфонов и планшетов, ноутбуков, нетбуков и ультрабуков [3]. К сожалению, несмотря на широкое распространение мобильных устройств, всерьез к их применению в учебном процессе относятся лишь сами обучающиеся. Преподаватели, как обычно при использовании электронных технологий, находятся в арьергарде. Хотя использование мобильных устройств в ЭО имеет ряд существенных дидактических особенностей, которые необходимо учитывать при создании и использовании ЭК [2].

Облачные сервисы. Эти сервисы предлагают учебным заведениям новые возможности для предоставления динамичных и актуальных, основанных на интернет-технологиях приложений для ЭО. Облачные технологии хотя и несут с собой новые риски, но создают ряд существенных преимуществ не только экономического, но и дидактического характера, как для учебных заведений, так и для непосредственных участников учебного процесса – обучающихся и преподавателей [4].

Социальные сети. Этот облачный сервис уже активно используют большинство студентов и многие преподаватели в своей обыденной жизни. Ряд преподавателей начинает включать социальные сети и в свою профессиональную деятельность. Особенно для размещения фрагментов учебного материала и учебных коммуникаций. Исследования показывают, что социальные сети хорошо вписываются в концепцию смешанного обучения (blended learning), занимая вполне значимую дидактическую нишу [5].

MOOCs. Среди инноваций в сфере образования в целом и электронного обучения в частности важное место занимают MOOCs – массовые открытые онлайн курсы (Massive Open Online Courses – MOOCs). Их перспективы определяют не только эволюция электронных технологий, но и процессы глобали-



зации общественных отношений, в том числе и в сфере формирования и распространения знаний. Некоторые «оптимисты» даже считают, что MOOCs постепенно вытеснят традиционные университеты. Хотя реальная сфера применения MOOCs – дополнительное, прежде всего, неформальное образование.

Особый характер требований к разработке и эксплуатации MOOCs по сравнению с обычными ЭК определяется, прежде всего, их массовым предназначением. И здесь должны быть учтены достижения не столько в технологических, сколько в научно-методических основах ЭО [6-8].

Компьютерное моделирование. С него собственно начиналось применение компьютеров в образовании. Но и ныне компьютерное моделирование изучаемых объектов и процессов остается одним из наиболее эффективных и перспективных направлений развития ЭО. Это виртуальные учебные миры, виртуальные лаборатории, компьютерные тренажеры и т.п. [9, 10].

Особое место в ряду подобных средств ЭО занимают системы автоматизации профессиональной деятельности типа CAD/CAM/CAE/PDM. К сожалению не всегда применение таких систем в учебном процессе позитивно сказывается на собственно профессиональной подготовке. Однако, исследования в сфере развития специальных дидактических интерфейсов в подобных системах, позволяющих уменьшить дидактический негатив автоматизации и в полной мере реализовать соответствующий потенциал компьютерного моделирования, показали высокую эффективность и перспективность этой работы, казалось бы "лишней" для разработчиков автоматизированных систем [11].

Компьютерные игры-тренажеры. Феномен популярности компьютерных игр заставил исследователей ЭО задуматься об их применении в образовании. В последние годы компьютерные игры становятся предметом обсуждения на многих конференциях по проблематике ЭО, причем не только в плане общего развития, но и в профессиональной подготовке, в том числе и в развитии ее креативных компонентов [12]. При этом возможно развитие такого важного для любого специалиста качества, как профессиональная интуиция, позволяющая принимать решения в трудно формализуемых ситуациях, всегда имеющих в любой профессиональной деятельности, в том числе и при работе с человеко-компьютерными комплексами, в частности с CAD/CAM/CAE/PDM системами [13].

SMART-образование. Аббревиатура SMART (Self Monitoring Analysis and Reporting Technology, букв. пер. с англ.: "Технология самостоятельного контроля, анализа и отчетности"), появившись в электронной технике, в последние годы начинает активно проникать в различные сферы человеческой деятельности: экономику, социальную политику, образование, трудовые отношения и др. Одна из базовых идей SMART-образования - главенствующая роль обучающегося в определении содержания и управлении процессом обучения, подкрепленная развитыми электронными ресурсами и технологиями [14]. Строго говоря, понятие SMART-образования гораздо шире понятия ЭО. SMART-образование интегрирует различные инновации в сфере ЭО (виртуальные учебные среды, облачные сервисы, мобильные системы, MOOCs и др.) и позволяет



в наиболее полной мере реализовать главную, концептуальную идею ЭО, провозглашенную еще в конце 90-х годов: "Учиться тому, что нужно, в любое удобное время, в любом удобном месте".

Что следует за электронным обучением? Вопрос не в эволюции ЭО во времени, а в эволюции методов и форм обучения на протяжении жизни человека. Всегда ли мы готовы прервать работу и выделить время на регулярное обучение (пройти необходимый курс, в частности электронный), когда у нас возникает тот или иной вопрос? Вероятно, нет. Идеальным был бы простой и надежный доступ к информации и экспертным оценкам, которые гарантировали бы получение ответов на возникающие вопросы, разъясняли задачи и показывали процессы, давали советы и помогали тем самым выполнять работу легче и лучше. Только такая технология, которая сродни человеку, помогающему другому достичь желаемого, и которая доступна буквально с рабочего стола, даст возможность быстро обучиться, когда это необходимо, и в подходящий момент. Именно такой контекст обучения рассматривается в перспективах развития систем управления знаниями, которые ныне активно развиваются, хотя пока, преимущественно, в корпоративном обучении.

Станет ли процесс получения образования полностью электронным? Ответ на это вопрос кажется вполне очевидным, по крайней мере, на первый взгляд, - конечно же, нет. Ведь функции общего развития и воспитания невозможно реализовать только путем формального, технологического обучения - еще с древних времен подражание окружающим людям является самым эффективным методом воспитания.

Однако не все так просто, как кажется на первый взгляд. Например, феномен компьютерных игр заставляет задуматься и о воспитании. Виртуальные электронные миры компьютерных игр уже сегодня являются сильнодействующим образовательным средством, как в плане общего развития, так и в формировании стереотипов поведения.

Вместо заключения. Сфера электронных технологий настолько динамична, что практически невозможно экстраполировать ситуацию и предсказать, как распорядится этими возможностями следующее поколение. Отношение общества к этим переменам неоднозначно. Жить в эпоху перемен, конечно, не просто, но интересно, особенно если не игнорировать изменения, а пытаться "вписаться" в них и даже участвовать в их развитии.

Литература

1. Соловов А.В. Электронное обучение - новая технология или новая парадигма? // Высшее образование в России. 2006. № 11. С. 104-112.
2. Соловов А.В., Меньшикова А.А. Электронное обучение: вектор развития // Высшее образование в России, 2015. – № 11. – С. 66-75.
3. Богданов В.М., Пономарев В.С., Соловов А.В. Дистанционное обучение в сфере физической культур: от настольных компьютеров к мобильным системам, SMART и MOOCs // В сб. «Совершенствование учебного и трениро-



вочного процессов в системе образования». – Ульяновск: УлГТУ, 2014. – С. 280-282.

4. Соловов А.В. «Золотые клетки» виртуальных учебных сред // Высшее образование в России, 2012. – № 11. – С. 133-137.

5. Фещенко А.В., Можаяева Г.В. Использование социальных сетей в обучении: мнение преподавателей и студентов // Материалы конференции и труды семинара ИТОН-2014. – Казань: Изд-во ООО «Фолиант», 2014 – С. 72–75.

6. Осин А.В. Мультимедиа в образовании: контекст информатизации. – М.: Издательский сервис, 2004. – 320 с.

7. Соловов А.В. Дидактика и технология электронного обучения в системе КАДИС // Индустрия образования: Сборник статей. – Выпуск 6. – М.: МГИУ, 2002. – С. 54-64.

8. Основы концепции создания образовательных электронных изданий (ОЭИ). Перед заглавием авторы: Беляев М.И., Вымятнин В.М., Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Демкин В.П., Зимин А.М., Краснова Г.А., Коршунов С.В., Макаров С.И., Можаяева Г.В., Нежурина М.И., Норенков И.П., Плосковитов А.Б., Позднеев Б.М., Роберт И.В., Сафронов В.Е., Соловов А.В., Теслинов А.Г., Щенников С.А. В сборнике: «Основные направления развития электронных образовательных изданий и ресурсов». – М.: РМЦ, 2002. – С. 24-50.

9. Морозов М.Н., Танаков А.И., Быстров Д.И. Педагогические агенты в образовательном мультимедиа для детей: Виртуальное путешествие по курсу естествознания // IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies: Тр. междуна. конф. Казань: КГТУ, 2002. С. 69-73.

10. Соловов А.В. Виртуальные учебные лаборатории: некоторые направления и принципы разработки // В сборнике «Телематика 2002». Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Санкт-Петербург, 2002. – С. 304.

11. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: Новая техника, 2006. – 464 с.

12. Соловов А.В. Компьютерные игры-тренажеры как средства креативного развития в профессиональной подготовке // Развитие творческого потенциала студентов в компетентностной парадигме высшего образования с использованием информационных технологий (Творческий потенциал-2011): Тр. междуна. конф. Самара: СГАСУ, 2011. – С. 270-274.

13. Комаров В.А., Соловов А.В. АОС и инженерная интуиция // Almamater (Вестник высшей школы), 1986. – С. 13-19.

14. Тихомиров В.П., Тихомирова Н.В. Smart-education: новый подход к развитию образования / URL: <http://www.elearningpro.ru/forum/topics/smart-education> (доступ 25.08.2015).



Р.Б. Шаталов, Т.В. Резаева

МОДУЛЬ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВНУТРИ МИКРОКОЛЛЕКТИВА В РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ ШКОЛЬНИКАМИ

(Самарский государственный технический университет)

Ключевые слова: Научная конференция, одаренная молодежь, программный модуль.

В работе рассматривается необходимость создания модуля анализа динамики взаимодействия внутри микроколлектива информационной системе "Взлет", проводится конкурентный анализ, существующих наиболее значимых и необходимых методик взаимодействия. Программный модуль написан самостоятельно.

Что же такое коллектив? Это группа людей, составляющая часть общества, объединенная общими целями и близкими мотивами совместной деятельности, эффективно развивающая это общество. В данном случае, в качестве общества выступает информационная система "Взлет", а участниками школьники образовательных учреждений.[1]

Важнейшей целью данного общества является повышение эффективности выявления и развития творчески одаренной молодежи старшего школьного возраста за счет повышения ее мотивации к занятиям творческой деятельностью в сфере науки, техники и технологий, укрепления творческих связей «школа – вуз», повышения качества руководства выполняемыми школьниками индивидуальными проектами исследовательского характера, ведения индивидуализированной развивающей работы с наиболее творчески одаренными школьниками, использования современных информационно-коммуникационных технологий. [2]

Работа в микроколлективе происходит следующим образом:

1. Преподаватель знакомится с предлагаемой тематикой и возможностями программы ВЗЛЁТ.
2. Преподаватель принимает решение об участии в качестве руководителя проектов школьников. Определение темы.
3. Регистрация в инфокоммуникационной системе ВЗЛЁТ . Формирование коллектива.
4. Периодически отражать в системе ход работы над проектом.
5. По завершении проекта ,ученик направит оформленный проект на региональный конкурс ВЗЛЁТ.

Существует несколько основных методик взаимодействия в микроколлективе: “А.С Маскаренко” Учение о коллективе; “Стадии развития коллектива” А.Н. Лутошкин; “Уровень развития малой группы” Л.И. Уманского; “Этапы и развития детского коллектива” Л.И. Новиковой.



1. Определим иерархию в микроколлективе с помощью метода Саати, где получим оценки альтернатив и веса критериев . Для подсчета баллов используется следующая формула . Баллы = альт. вес * вес критерия.
2. Определим коэффициент взаимодействия в баллах.
3. В соответствующей базе данных рассчитаем коэффициент взаимодействия в баллах.
4. Создадим программного модуля ,подключение базы данных.
5. Проведения исследования на основе полученных данных.

В качестве метода анализа иерархии выбран метод АНР ,т.к имеет широкое распространение и авторитет.[2]

Главная идея данного метода состоит в парном сопоставлении критериев. Все критерии, предназначенные для анализа проекта, оцениваются путем построения матрицы парных сравнений. Матрица парных сравнений представляет собой матрицу, в которой критерий, расположенный в строке, сравнивается со всеми критериями, указанными в столбцах матрицы.

Альтернативы: ученик, консультант, преподаватель.

Критерии: Взаимодействие; Производительность; Связь (Частота общения).

В основе АНР все та же линейная свертка, но оценки альтернатив и веса критериев получаются особым образом. В модели АНР вместо критериальной таблицы принята иерархия.

Уровень 0: Цель - выбрать наиболее лучшего

Уровень 1: Критерии – влияние, производительность, связь

Теперь нужно получить оценки каждой альтернативы по каждому критерию. Если существуют объективные оценки, то они просто выписываются и нормируются таким образом, чтобы их сумма была равна единице.

А как быть с таким критерием как "стиль", для которого не существует объективных оценок? В этом случае процедура Саати рекомендует использовать парные сравнения. Для фиксации результата сравнения пары альтернатив может использоваться, например, шкала следующего типа: 1-равноценность; 3-умеренное превосходство; 5- сильное превосходство; 7-очень сильное превосходство; 9- высшее (крайнее) превосходство.

Применяя к этой таблице описанную выше процедуру, получим веса критериев:

$w_1 = 0,309$ (влияние), $w_2 = 0,53$ (производительность), $w_3 = 0,162$ (связь).

Таким образом, мы можем получить как веса критериев, так и оценки альтернатив по критериям:

Таблица 1-Оценки альтернатив по критериям:

	Влияние	Производительность	Связь
Ученик	0,08	0,08	0,072
Консультант	0,297	0,297	0,339
Преподаватель	0,623	0,623	0,589



Далее, применяя линейную свертку (взвешенную сумму), получим следующие интегральные оценки альтернатив (функция полезности):

- Ученик - 0,08
- Консультант – 0,311
- Преподаватель – 0,611

Таблица 2- Функция полезности

	Балл	Нормированная стоимость	Функция полезности	Отношение
Ученик	10	0,1	0,08	0,80
Консультант	30	0,3	0,311	1,04
Преподаватель	60	0,6	0,611	1,02
Сумма	100	1	1,00	

■ Взаимодействие с преподавателем ■ Взаимодействие с консультантом

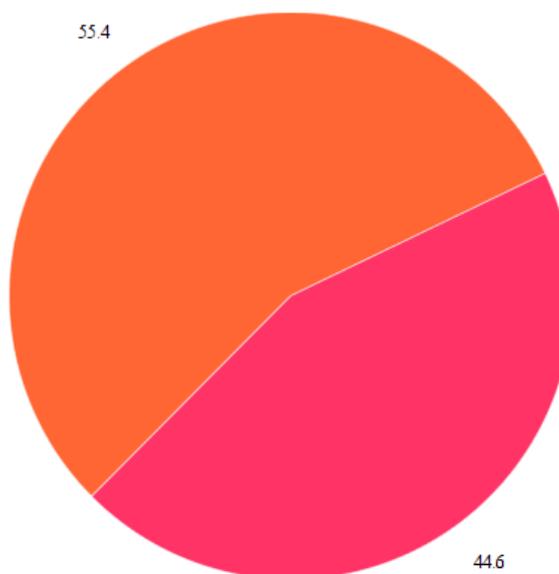


Рисунок 14 – Взаимодействие консультанта, преподавателя и ученика в микроколлективе

Создаем программный модуль написанный в среде разработки QT на языке с++ ; На основе полученных данных ,составляем диаграмму. Используя базу данных , созданы запросы:

- определения консультантов и преподавателей, на основе учета ученой степени
- запрос подсчета кол-ва оценивания преподавателя или учителя по данному проекту.

На основе запросов ,сравниваем кол-во оценивания между преподавателем и учителем, при условии чем больше кол-во оценивания , тем больше ко-



эффицент взаимодействия; Соответственно выводится кто больше взаимодействует с учеником преподаватель или консультант.

В результате работы сделан вывод, что целью данного общества является повышение эффективности выявления и развития творчески одаренной молодежи старшего школьного возраста за счет укрепления творческих связей «школа – вуз», повышения качества руководства выполняемыми школьниками индивидуальными проектами исследовательского характера. Таким образом, учитывая предпочтения данного конкретного ЛПР, процедура АНР рекомендует выбрать преподавателя для получения высоких результатов.

Литература

1. Подласый И.П. Педагогика: 100 вопросов - 100 ответов: учеб. пособие для вузов/ И. П. Подласый.

2. Шаталов, Р.Б. Региональная инфокоммуникационная система мониторинга выполнения исследовательских проектов школьниками [Текст] / Р.Б. Шаталов // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С.819-822.

3. Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. Модификация метода анализа иерархий т. Саати для расчета весов критериев при оценке инновационных проектов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2.; [Электронный ресурс]

Р.Б. Шаталов, Е.А. Кутепова

ИНФОКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ВЗЛЕТ» ДЛЯ ОДАРЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

(Самарский государственный технический университет)

Ключевые слова: Научная конференция, одаренная молодежь, программный модуль.

Программа ВЗЛЕТ является составной частью Единой областной системы мер по выявлению и развитию молодых талантов в сфере науки и техники и инновационному развитию Самарской области, формируемой в соответствии с Постановлением Губернатора Самарской области №272 от 30.10.2013 г. Учредители Программы – Министерство образования и науки Самарской области, Совет ректоров вузов Самарской области, Самарский научный центр Российской академии наук.[8]

В рамках Программы «ВЗЛЕТ» школьники 8-11 классов Самарской области и других регионов страны совместно со своими руководителями-учителями имеют возможность выбрать тему индивидуального проекта исследовательской направленности из тематики, предложенной ведущими учеными самарских вузов и научных организаций. Выполнив проект при научном кон-



сультуровании (очном или заочном) предложившего ученого, они представляют результат на региональный конкурс «ВЗЛЕТ».

Победители этого конкурса зачисляются в состав Губернаторского Реестра, предусматривающего усиленные меры стимулирования и поддержки его участников в течение всего периода обучения в школе и вузе. Одной из таких мер является начисление всеми вузами Самарской области дополнительных баллов к результатам ЕГЭ за индивидуальные достижения для абитуриентов, являющихся участниками Реестра.

Инфокоммуникационная система «ВЗЛЕТ» является интернет - площадкой, дающей возможность координировать действия трех основных «игроков». Ученик, школьный учитель и преподаватель ВУЗа. Главная страница сайта представлена на рисунке 1.[1]

Инфокоммуникационная система
для организации и проведения научно-исследовательских работ
творчески одаренной молодежи
в сфере науки и техники

Самарская научно-образовательная программа «ВЗЛЕТ»
конкурсного отбора школьников в Губернаторский реестр
творчески одаренной молодежи
в сфере науки и техники

Система оптимизирована под бесплатный браузер Google Chrome. Сканировать можно, например, [здесь](#).

Организатор: [www.vzlet.samara.ru](#)
Телефон: [88003030303](#)

ВНИМАНИЕ!!
Присылайте эссе, зарабатывайте баллы
(срок - до 15 декабря 2016г.)
Научим легко и бесплатно!

Дистанционные совещания Программы "ВЗЛЕТ"
Коды доступа
для участия
и дистанционных совещаний:
Личные: [www.vzlet.ru](#)
Пароль: [vzlet](#)

Дистанционное совещание вузов АСВ и опорных вузов региона состоится **15 ноября в 13:00**
Дистанционное совещание образовательных организаций и вузов Самарской области состоится **15 ноября в 15:00**

Инструкция для участия в дистанционных совещаниях Программы "ВЗЛЕТ" [здесь](#)

Материалы совещания 8 сентября 2016г. [здесь](#)
Материалы совещания 16 сентября 2016г. [здесь](#)
Материалы совещания 23 сентября 2016г. [здесь](#)
Материалы совещания 30 сентября 2016г. [здесь](#)
Материалы совещания (для Координатора вузов) 28 сентября 2016г. [здесь](#)
Материалы совещания (для Координатора школ) 28 сентября 2016г. [здесь](#)

Информационные материалы

Список членов Губернаторского реестра:
[http://www.vzlet.ru](#)
Список победителей конкурса "ВЗЛЕТ" 2015/16 учебного года

Великолепная двадцатка по текущему сводному рейтингу:
[на текущем этапе октября 2016г.](#)
[за весь конкурс октября 2016г.](#)

Распоряжение ИОН СО "Об итогах проведения областного конкурса "Взлет" в 2016 году

Благодарность ИОН Самарской области консультантам Программы "ВЗЛЕТ"
[в сфере областной научно-образовательной программы "Взлет" для школьников - члена Губернаторского реестра творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий состоялся 22 октября 2016 года.]

Документы и новости
Поздравительные письма выполненных проектов исследовательской направленности

Рекомендации:
автору проекта (1 уровень)
директору проекта (1 уровень)
контингенту проекта (1 уровень)

Рекомендации координатору Программы:
от координатора
от территориального управления
от вуза

Рисунок 1- Главная страница сайта

Одной из составляющих информационной системы «Взлет» является программный модуль, который рассчитывает творческий рейтинг участника на очном этапе конкурса по 6 критериям, каждый из которых имеет свою степень важности.

Степень важности было выбрано три, так как для человека данная градация достаточно сложная: «Обычный», «важный» и «наиболее важный». В зависимости от степени важности критерия он имеет свой весовой коэффициент, который учитывался при создании теста «Критерии оценки проектов на очном этапе конкурса ВЗЛЕТ». На основе этих коэффициентов и степеней важности можно считать возможным написание программного модуля, рассчитывающий творческий рейтинг проекта. Модуль был разработан, его интерфейс представлен на рисунке 2.

На основе данных конференции 2015-2016 года было проведено исследование. Изучив его результаты можно сделать некоторые выводы.

Наибольшее предпочтение авторы отдали секции Информатика, а меньше всего их заинтересовала Биология.

Также, выяснилось, что лучшие творческие рейтинги у людей, выбравших секцию Информационные системы и технологии.

Ко всему прочему, критерий «Качество презентации и доклада» почти у всех ребят с одной оценкой. То есть, у всех ребят хороший уровень подготовки



Критерий	Варианты
1 Соответствие доклада теме работы, представленной на дистанционный этап	0 - в основном не соответствует
2 Качество презентации и доклада	0 - чрезвычайно низкий уровень
3 Качество ответа на вопросы и дискуссии	0 - чрезвычайно низкое
4 Личный вклад участника в выполнение проекта	0 - проект выполнен не самостоятельно, участник в нем вообще не ориентируется
5 Перспективность участника как мотивированной творческой личности (оценка психолога - члена Жюри)	0 - оценка существенно завышена
6 Достоверность оценки проекта, данная рецензентами на дистанционном этапе	0 - не мотивирован, творческий потенциал невысок

Рисунок 2- Интерфейс программного модуля оценки проекта

Распределение участников по секциям в процентном соотношении

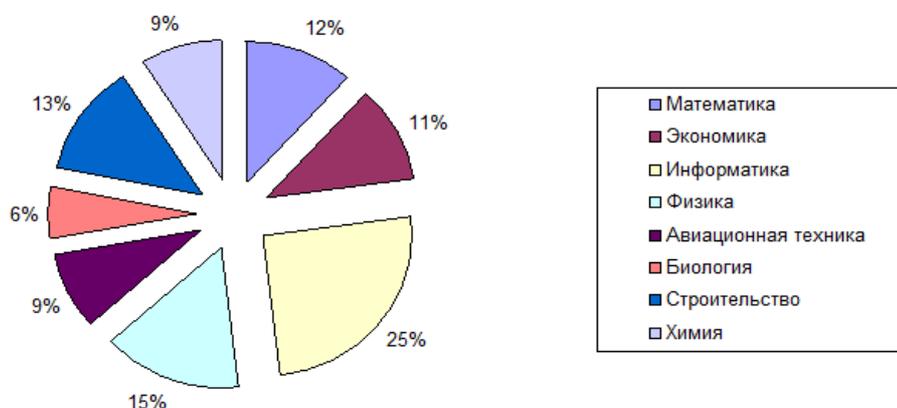


Рисунок 3- Распределение участников

Также, одной из самых важных составляющих информационной системы «Взлет» является «микроколлектив», состоящий из научного консультанта, руководителя и ученика, каждый из которых имеет свои обязанности. Автор непосредственно занимается разработкой проекта. Консультант отражает в системе основные сведения о ходе работы, а именно: текущий этап выполнения проекта и уровень удовлетворенности взаимодействием с учителем и учеником, а также осуществляет научное консультирование.[9] Учитель на протяжении всего выполнения работы осуществляет научное руководство и отмечает ход работы ученика.

При эксплуатации системы ситуация сложилась таким образом, что консультант и учитель одновременно могут быть одним и тем же человеком.

На основе данных, взятых из реально-действующей базы «ВЗЛЕТ» можно провести анализ, помогающий лучше разобраться в правильности подхода подведения итогов. В таблице 2 можно заметить зависимость между своевременным предоставлением сведений консультанта/учителя и творческим рейтингом



работы. Чем больше предоставлялось отчетов, тем выше получался рейтинг. Для примера были взяты несколько различных проектов.

Исследование системы регионального конкурса «Взлет» проводилось с целью его дальнейшего усовершенствования. В результате были получены данные, которые можно использовать для улучшения этой конкурсной программы. Например, изменить критерии оценивания проектов по количеству участников в «микроколлективе» или приобщить больше консультантов к проектам в непопулярных секциях.

Таблица 1 – Статистика наиболее «успешных» секций этапа

Название предмета	Суммарный творческий рейтинг дисциплины
Математика	12%
Биология	6%
Экономика	3%
Информатика	63%
Физика	5%
Авиационная механика	4%
Строительство	6%
Химия	1%



Рисунок 4 – Наивысшие оценки критериев



Код темы	Консультант	Учитель	Статус темы	Город уч-ля	Город кон-та
178	Архипова Екатерина Сергеевна	Архипова Екатерина Сергеевна	Выполняемая	г.Сергиевск	г.Сергиевск
1073	Паничева Наталья Андреевна	Паничева Наталья Андреевна	Выполняемая	г.Нефтегорск	г.Нефтегорск
928	Пахоменко Анатолий Николаевич	Пахоменко Анатолий Николаевич	Выполняемая	г.Кинель	г.Кинель
1461	Пахоменко Анатолий Николаевич	Пахоменко Анатолий Николаевич	Выполняемая	г.Сызрань	г.Сызрань
389	Чугунова Тамара Анатольевна	Чугунова Тамара Анатольевна	Выполняемая	г.Красный Яр	г.Красный Яр
1266	Кузнецова Ольга Дмитриевна	Кузнецова Ольга Дмитриевна	Выполняемая	г.Отрадный	г.Отрадный
1415	Горячкина Ирина Анатольевна	Горячкина Ирина Анатольевна	Выполняемая	г.Отрадный	г.Отрадный
412	Яценко Анна Анатольевна	Яценко Анна Анатольевн	Выполняемая	г.Тольятти	г.Тольятти

Выявить совпадения Показать итоги

Рисунок 5 - Интерфейс программного модуля,
выявляющий подобные совпадения

Таблица 2 – Зависимость рейтинга от отчетов

Номер ра-боты	Своевременное представление сведений о работе	Творческий рейтинг работы
1	нет	65%
2	да	87%
3	нет	51%
4	да	96%
5	да	82%

Литература

1. Инфокоммуникационная система для организации и проведения научно-исследовательских работ с творчески одаренной молодежью в сфере науки и техники [Электронный ресурс] Режим доступа:<http://vzletsamara.ru>, свободный. – Загл. с экрана
2. Бальзанников М.И., Козлов В.В., Пиявский С.А Информационные технологии массового научного руководства одаренной молодежью в сфере науки и техники [Текст] // Бальзанников М.И., Козлов В.В., Пиявский С.А // Информационные технологии в работе с одаренной молодежью. – Самара, 2015. – С. 11-24.
3. Нечитайло Ю.О. Концепция работы с одаренной молодежью [Текст] //Бальзанников М.И., Козлов В.В., Пиявский С.А // Информационные технологии в работе с одаренной молодежью. – Самара, 2015. – С. 399-404.
4. Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2012): Материалы Всероссийской молодежной конференции, г. Кемерово, 20-22 сентября 2012 г. // [Текст]Под редакцией проф. А.Г. Пимонова; Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева.– Кемерово, 2012 .С– 247



5. Зыков А. А. Технологии работы с одаренной молодежью за рубежом [Текст] / М.И. Козлов В.В., Пиявский С.А // Информационные технологии в работе с одаренной молодежью. – Самара, 2015. – С. 383-388.
6. Бальзанников М.И., Пиявский С.А., Козлов В.В. Объединенная вузовская система научного консультирования индивидуальных проектов старшеклассников // [Текст] Научное обозрение. 2014. № 2. С. 161-166
7. Шаталов, Р.Б. Региональная инфокоммуникационная система мониторинга выполнения исследовательских проектов школьниками [Текст] / Р.Б. Шаталов // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С.819-822.
8. Общие положения [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://vzletsamara.ru/files/instructions/forChild.pdf>, свободный. – Загл. с экрана
9. Рекомендации для консультанта [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://vzletsamara.ru/files/instructions/forConsultant.pdf> свободный. – Загл. с экрана

Д.А. Шеверев, И.Н. Козлова

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «VR.LAB» НА ОСНОВЕ ИГРОВОГО ДВИЖКА UNREALENGINE 4И ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Образовательные программные продукты, использующие виртуальную реальность, в течение последнего пятилетия активно разрабатываются зарубежными компаниями и внедряются в систему обучения наряду с классическими методами. Однако, зарубежные реализации подобных программ зачастую носят ознакомительный характер, имея минимальную научную ценность, или являются узкоспециализированными. Например, виртуальная лаборатория с медицинским оборудованием Labster[3]. Такие проекты уже продемонстрировали на практике широкие возможности применения виртуальной реальности в образовании и их высокую эффективность. Отечественных проектов подобного направления практически нет. Единственным известным является проект игровой студии Nival под названием InMind[2], который представляет собой скорее игру, нежели образовательный продукт.

Проект «VR.LAB» предполагает использование виртуальной реальности для симуляции работы с измерительным, научно-исследовательским и другим высокотехнологичным оборудованием для подготовки высококвалифицированных инженерных кадров.

Одним из основных достоинств является возможность симуляции работы практически с любым оборудованием, вне зависимости от его стоимости и рас-



ходных материалов. При этом такое оборудование не придется ремонтировать и выделять под него отдельное помещение и создавать условия для его работы. Именно эти причины в настоящее время препятствуют возможности проведения лабораторных работ на регулярной основе. Отсюда вытекает второе достоинство – это практически неограниченное наращивание функционала, добавления новых лабораторных работ и иных методических разработок, требующих визуализации без изменения аппаратного комплекса или с несущественными дополнениями (создание и включение в состав новых видов контроллеров, например перчаток симулирующие сопротивление сжатию реальных объектов). И все это легко умещается в одной комнате.

В основе высокотехнологичного производства продукции лежат разделы теоретических наук, связанные с высокой абстракцией знаний, которая препятствует хорошему усвоению материала студентом. Использование виртуальной реальности решает данную проблему, позволяя визуализировать физико-химические процессы, наглядно продемонстрировать их протекание и практически дать «пощупать» руками.

С другой стороны, привнесение в процесс обучения игровых элементов приводит к росту мотивации студентов[5].

Для реализации программной составляющей проекта используется игровой движок «UnrealEngine 4» от компании EpicGames[1]. Он используется для компоновки объектов на уровне (сцене), написания логических и математических операций, настройки освещения и материалов (текстур), а так же финальной сборки приложения. Преимуществами его использования являются:

- Обеспечение точной модели освещения, что позволяет добиться реалистичности картинки;
- Система визуального программирования «Blueprint» ускоряющая процесс разработки и исключая необходимость знания языков программирования;
- Полная совместимость и поддержка виртуальной реальности, и в частности шлема HTC Vive.

Виртуальная лаборатория, созданная, как результат завершения данного проекта будет состоять из двух частей: аппаратной и программной.

Аппаратная часть состоит из высокопроизводительного компьютера, шлема виртуальной реальности, контроллеров и системы датчиков захвата движения. Общий вид лаборатории оснащенной шлемом виртуальной реальности представлен на рисунке 1, где:

- 1) Шлем виртуальной реальности HTC Vive, обеспечивает отображение высокодетализированного стереоскопического изображения для каждого глаза[4];
- 2) Система датчиков отслеживания движения Lighthouse – проецирует реальные перемещения в перемещения управляемого виртуального персонажа;
- 3) Высокопроизводительный ноутбук – вычислительное ядро;
- 4) Ограничитель доступной для перемещения области, предназначенный для обеспечения безопасности окружающих и человека использующего шлем.



5) Контроллеры, позволяющие взаимодействовать с предметами в виртуальной реальности (кнопки, тумблеры, ручки, шторки, сенсорные панели и т.д.)



Рисунок 1 – Общий вид плана лаборатории оборудованной шлемом виртуальной реальности



Рисунок 2 – Лабораторное оборудование и дрон-помощник

На данный момент активно ведется разработка лабораторной работы "Исследование гистерезиса линейных деформаций пьезокерамических элементов" по дисциплине "Physical and chemical bases of micro- and nanotechnology". Освоены базовые принципы разработки логических и математических алгоритмов, приложений на их основе и 3D визуализации. К настоящему моменту выполнение лабораторной работы осуществляется с использованием клавиатуры и мыши и представляет собой управление абстрактным персонажем от первого лица. Приложение находится на стадии прототипирования и реализации базового функционала. Также ведется работа над звуковым сопровождением лабо-



раторной работы, которое является важным фактором, создающим ощущение реальности, а следовательно, обеспечивающим более эффективное усвоение учебного материала. Дальнейшее развитие проекта предполагает добавление новых модулей лабораторных работ и полный перевод в VR. На рисунке 2, приведены скриншоты из приложения, существующего сейчас.

Литература

1. UnrealEngine 4 Documentation[Сайт]/ Официальная документация по движку - Режим доступа: <https://docs.unrealengine.com>, свободный – Загл. с экрана. – Яз.англ.
2. InMindVR в Steam[Электронный ресурс] / Steam Store – URL: <http://store.steampowered.com/app/343740/>
3. Labster: Award Winning Virtual Laboratories[Сайт]: Офиц. Сайт. – Режим доступа: <https://www.labster.com>– Загл. с экрана. – Яз.англ.
4. VIVE | Discover Virtual Reality Beyond Imagination [Сайт]: Офиц. Сайт. – Режим доступа: <https://www.vive.com>– Загл. с экрана. – Яз.англ.
5. Annetta L.A. Video Games to Education: Why They Should Be Used and How They Are Being Used//Theory Into Practice. 2008. Vol.47.№ 3. P.229-239.

У.Р. Кубаев, Б.Э. Элмуродова

КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ С ПРОИЗВОДСТВОМ

(Ташкентский университет информационных технологий, Узбекистан)

Интенсивное развитие социально-экономических систем во всем мире характеризуется динамичным и сложным процессом глобализации как в экономике, образовании, промышленности, так и в других областях. Происходит трансформация экономических отношений, обуславливающая интеграционные процессы и требующая установления порядка взаимодействия между ее субъектами.

Интеграция профессионального образования и производства - это совместное использование потенциала образовательных и производственных организаций во взаимных интересах. В первую очередь, в областях подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров, а также проведения совместных научных исследований, внедрения научных разработок и т.д. Данные интеграционные процессы охватывают широкий спектр различных направлений деятельности и проявляются в самых разнообразных формах.

Развитие производства в настоящее время невозможно представить без развития науки и образования, вследствие чего формируются интеграционные системы, включающие взаимодействие между его субъектами. Особенностью процесса интеграции является многогранность, противоречивость внутреннего содержания, что обуславливает необходимость интеграции профессионального



образования и производства бизнеса как основы повышения эффективности региональной системы.

Целью данной работы является исследование механизмов повышения эффективности региональной системы профессионального образования, для достижения которой необходимо решение следующих задач:

- исследовать современные состояния интеграции профессионального образования и производства бизнеса в региональной системе;
- сближение производства с образовательной системой;
- выявить основные приоритетные задачи производства, привлечь для решения этих проблем молодежи, профессионально подготовленных кадров, имеющих практических навыков;
- создание новых рабочих мест для выпускников профессиональных учебных заведений, решать проблемы безработицы;
- формировать у молодёжи способности вести дело в малом бизнесе и предпринимательстве; выпуске новых видов продукции или оказании услуг;
- выявить основные механизмы для успешной интеграции.

Экономический и социальный рост большинства стран полностью зависит от успешности развития систем образования, производства и бизнеса, которое зависит от конкурентной среды, глобальных изменений в экономике. В данных условиях для успешного развития компании заинтересованы в производственных инновациях и расширении предоставляемых услуг, что невозможно без участия научных и образовательных учреждений. Следовательно, образование является важным звеном в процессе взаимодействия между бизнесом и промышленностью, обеспечивая успешное развитие всей системы.

Интеграция в системе высшего профессионального образования решает важную задачу: подготовку человека к активному и успешному функционированию в условиях конкуренции.

Сущность интеграции можно выразить в следующих типах взаимосвязей:

- устойчивое сотрудничество сближающихся субъектов интеграции, обуславливающих совместное развитие;
- совместная разработка технологий и взаимное оптимальное и продуктивное их взаимоотношение;
- приобретение студентами профессиональных и межпрофессиональных компетенций, необходимых в будущей работе;
- развитие инновационных и предпринимательских способностей;
- применение знаний и умений самообразовательной деятельности;
- согласование уровней социально-экономического развития за счет многообразия складывающихся отношений в новой интегрированной системе.

Интеграция приведет к следующим преимуществам [1]:

- разработке совместных технологий, согласно текущим фактическим и стратегическим целям компаний, обеспечивающих прогресс на каждой ступени их реализации;
- переплетению профессиональной деятельности с обучением на протяжении всей профессиональной деятельности;



- возвращению конкурентноспособных выпускников, способных осваивать новые области знаний и приобретать новые умения, что является важным определением карьерной траектории их будущей профессиональной деятельности;

- возможности для студентов взаимодействовать с персоналом компаний при разработке проектов компаний, что является важным в процессе приобретения навыков будущей профессии и приобщения к культурной среде компании;

- экономической эффективности и обновлению навыков работников на базе интегрированных образовательных комплексов;

- согласованию нужд организаций, бизнес-компаний с уровнем требуемых компетенций выпускников за счет обратной связи студентов с организациями;

- устойчивому развитию исследовательской среды, привлекающей талантливых студентов, специалистов, ученых для обеспечения совместного развития науки, образования, бизнеса и производства, обеспечивающей постоянный обмен между академической средой и бизнес сообществом;

- возможности применения исследований на базе институтов и университетов в промышленных масштабах, обеспечивающего экономическое благосостояние экономики региона и возможность получения государственной поддержки для исследований, инноваций и разработок;

- сотрудничеству с государственными ведомствами в разработке будущей стратегии развития и создании интеграционного пространства, в котором инвестиции распределяются согласно совместным разработкам и исследованиям;

- благодаря интеграции обучение приобретает опережающий характер, формирующий необходимые способности, умения и навыки, позволяющие решать производственные задачи в условиях неопределенной ситуации, динамичных трансформаций социума и рынка труда.

Конечной целью интеграции является создание инновационных форм сотрудничества профессионально образовательных учреждений с промышленностью и бизнесом (технопарки, технополисы, иннополисы и др.), являющихся специальными формами техниквнедренческих зон с особыми экономическими условиями при государственной поддержке. Интеграция предусматривает:

- формирование систем преемственной передачи знаний и усиление поддержки;

- генерация новаторских идей и внедрение их в промышленность;

- внедрение научных исследований в производство и бизнес;

- исследование и диагностика оборудования и технологических процессов для конкретного производства, отрасли;

- повышение уровня теоретической и научной подготовки специалистов;

- предоставление возможности преподавательскому составу и студентам ПОУ к использованию современной техники и технологий предприятий;



- расширенные функции поддержки для передачи знаний и коммерциализации интеллектуальной собственности;
- привлечение дополнительных источников финансирования на региональном уровне;
- создание инновационных форм сотрудничества ПОУ с промышленностью и бизнесом (технопарки, технополисы, иннополисы и др.) [2].

Таким образом, для успешного развития экономики региона необходимо новое качество взаимосвязей между профессиональным образованием, производством и бизнесом на основе глубокого взаимного сотрудничества, расширения коммуникаций и совместного планирования стратегии развития.

В данных процессах государство играет решающую роль в процветании интегрированных систем путем создания благоприятной среды, которая позволяет формироваться и способствует развитию интеграционной системы.

Интеграция обучения и производства предусматривает их органическое соединение в деле подготовки конкурентоспособного специалиста по избранной специальности в ПОУ. Эффект от такого соединения существенно зависит от формы его реализации, причем **открытое пространство образования** строится в виде системы формальных и неформальных отношений, предоставляющих обучаемым единые возможности для профессионального роста и последующей деятельности в соответствии с полученной подготовкой.

Следовательно, каждая форма имеет свои особенности в различных условиях и конкретных образовательных учреждениях. В тоже время, каждой форме присущи общие черты, которые и легли в основу их определения.

Профессиональная квалификация выпускников во все возрастающей мере определяется научной базой их подготовки, способностью адаптироваться к меняющимся хозяйственным условиям, постоянным пополнением и творческим использованием своих знаний. Современный специалист должен уметь согласовывать свои цели, задачи и действия с целями, задачами и действиями других людей. Во многих жизненных и производственных ситуациях советы и рекомендации, полученные во время обучения в ПОУ, не "срабатывают", а зачастую и становятся вредными: молодой специалист использует их, не понимая сути конкретной ситуации. Система образования, а профессиональное образование в особенности, неразрывно связаны с той социально-экономической формацией, в рамках которой она сформировалась и существует.

Литература

1. Бегидова С.Н., Хазова С.А., Мозгот В.Г. Развитие конкурентоспособной личности учащихся как целевой ориентир системы общего образования // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Педагогика и психология. Майкоп: Изд-во АГУ, 2012. Вып. 2. С. 25-31.

2. Kurtulu. K., Kadir Y.E. Determining Factors Hindering University-Industry Collaboration: An Analysis from the Perspective of Academicians in the Context of Entrepreneurial Science Paradigm // International Journal of Social Inquiry. 2011. Vol. 4, № 1. P. 185-213.



А.Р. Янборисова

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ БАЗОВЫХ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ МАССИВОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Алгоритмы сортировки и поиска являются базовыми алгоритмами, которые просто необходимо знать и понимать то, как они работают, школьникам, начинающим делать свои первые шаги в информатике и программировании. Стоит отметить, что реализация одних и тех же алгоритмов на разных языках программирования может отличаться из-за различий синтаксиса языков, да и код может отличаться трудоемкостью и своим объемом.

В настоящее время существует большое количество литературы (например, [1]), в которой описаны принципы работы данных алгоритмов. Только текстовая информация не является столь же простой и интуитивно понятной для школьника, как анимированное пошаговое представление работы алгоритма. Поэтому задача разработки подсистемы визуализации базовых алгоритмов обработки массивов является актуальной, данная подсистема позволила бы начинающим программистам изучить их работу и ознакомиться с реализацией алгоритмов на различных языках программирования.

В подсистеме внимание особое будет уделено внутренним алгоритмам сортировки (метод вставок, обменные сортировки, сортировка слиянием, сортировку путем подсчета, гибридные сортировки) и алгоритмам поиска (простой и бинарный поиск).

Подсистема разрабатывается с использованием Javascript, HTML и CSS, в среде программирования Visual Studio Code. Она должна быть интегрирована в качестве отдельного модуля в систему дистанционного обучения школы информатики СГАУ. На рис. 1 приведена архитектура данной системы.

В подсистеме должна быть предусмотрена возможность выбора алгоритма, вида его представления, обеспечена возможность заполнения массива (ручной и автоматический ввод данных из диапазона [-100; 100]), искомого элемента (для алгоритмов поиска), а так же языка программирования для отображения: Pascal, C#, Python. Эти языки были выбраны из-за своей большой популярности.

На рис. 2 приведен прототип страницы сайта с отображением данных и исходного кода на выбранном языке программирования.

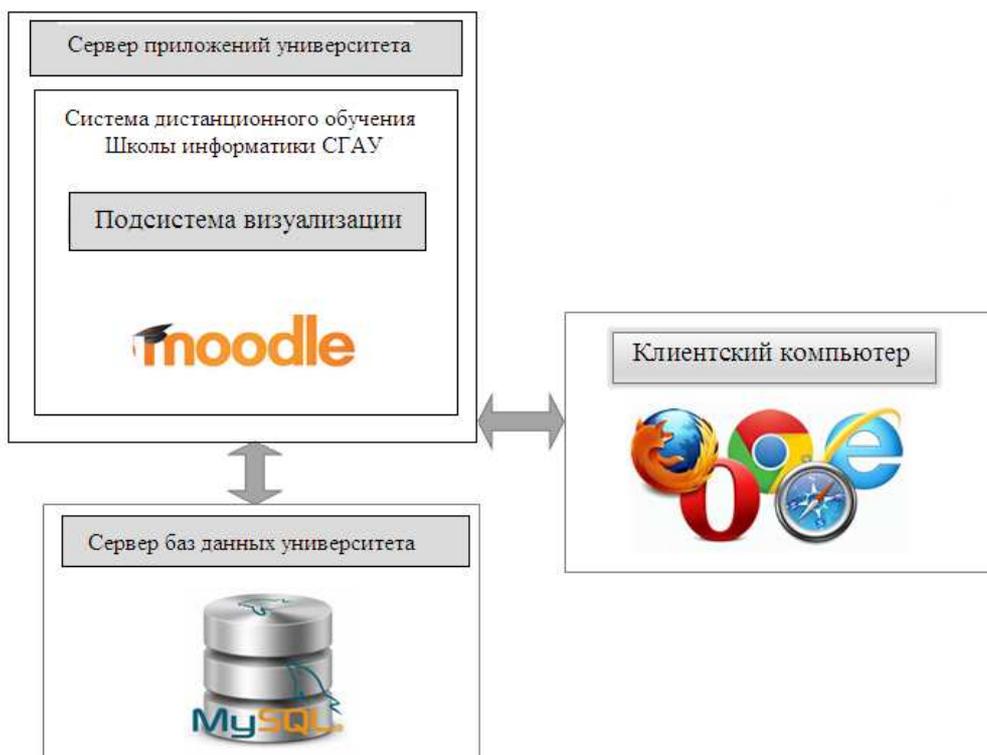


Рис. 1. Архитектура системы дистанционного обучения школы информатики

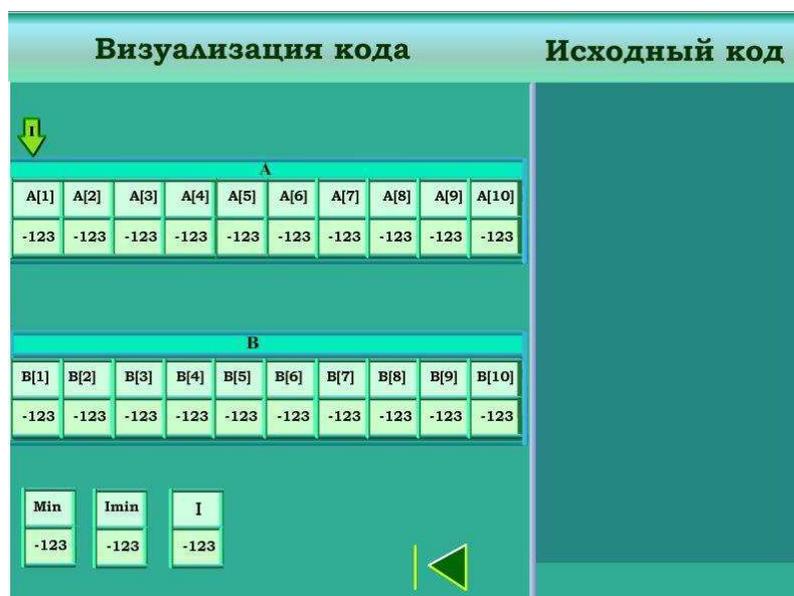


Рис. 2. Прототип страницы сайта

Разработанная подсистема поможет школьникам, изучающим информатику, понять принцип работы алгоритмов, и, как следствие, увеличит эффективность обучения.

Литература

1. Кнут, Д. Искусство программирования (в 7 томах) [Текст]. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2016.



ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТРАНСГУМАНИЗМ

А.Г. Арзаматов

КОММУНИСТИЧЕСКАЯ АЛЬТЕРНАТИВА ТРАНСГУМАНИЗМУ

(Самарский университет)

Распад СССР и крах мировой социалистической системы в 1991 г. привел к кардинальным переменам в экономической системе социалистических стран. В научно-популярной литературе даже появился термин «страны с переходной экономикой». Типичным представителем таких стран стала постсоветская Россия, в которой в 90-ых гг. начался переход от командно-административной к рыночной экономике. В результате целого ряда экономических реформ у нас возник своеобразный российский олигархический капитализм, а страна превратилась практически в сырьевой придаток постиндустриального общества.

Сегодня в результате экспоненциального (лавинообразного) нарастания санкций практически разрушен инвестиционный цикл, и наша экономика, для которой характерна нарастающая гипертрофия производительных сил переходного типа и всепоглощающая коррупция, приближается к потере контроля над процессом воспроизводства. Задача, стоящая перед руководством страны – сделать все возможное и невозможное для осуществления перехода к новому типу развития, сознательно избегая экономического коллапса.

В принципе, опираясь на достижения современной экономической науки, реально теоретически даже предсказать сроки экономической катастрофы. Мы, конечно, не в состоянии назвать точную дату такого события, но с уверенностью можно сказать, что сохранение существующего типа развития еще лет на пять будет означать «игру в русскую рулетку».

Возможные пути развития, в конечном счете, могут быть сведены к альтернативе: трансгуманизм или коммунизм. Сразу же оговоримся, что под словом «коммунизм» мы понимаем не возврат к СССР и не возврат к марксизму-ленинизму, извратившему истинное учение К. Маркса, а достижение человечеством той стадии развития, которую немецкий философ называл эпохой «положительного гуманизма», свободной ассоциацией всесторонне развивающихся индивидов.

Особую остроту приобретает вопрос о том, на каком этапе общественного развития находится наша цивилизация. В последней четверти XX века в мире произошли такие кардинальные изменения в области экономики, политики, идеологии..., что это позволяет сделать вывод о наступлении качественно нового, не капиталистического общества. С учетом того, что и мировая система



социализма перестала существовать в конце 80-ых – начале 90-ых гг. XX века, можно смело утверждать, что в настоящее время «великий разлом» (основное противоречие) проходит не между капитализмом и социализмом, а между элитаризмом и эгалитаризмом.

Современное Западное общество не есть капиталистическое. Оно даже не является государственно-монополистическим капитализмом. Это сложная многоукладная система, в которой уживаются вместе капиталистический и социалистический уклады. Но при этом ни тот, ни другой не является господствующим. Над ними, и не только над ними, но и над государством господствует финансовая элита.

Сто лет назад, после Великой Октябрьской социалистической революции и под ее влиянием капиталистический уклад стал трансформироваться, приспособившись к новым мировым реалиям. Процесс трансформации был ускорен «великой депрессией» 1929-33 гг. и проявился в разных формах: от фашизма в Италии и национал-социализма в Германии до новой экономической политики Ф. Рузвельта в США. В итоге в развитых капиталистических странах сформировалась финансовая элита, объединившая крупнейших представителей финансового капитала. Используя государственные структуры, в том числе и механизмы тайной полиции, она установила контроль, а потом и монополизировала всю банковскую систему и стала управлять инвестиционным циклом, сначала в масштабе одной страны, а затем и в масштабе всего Западного мира. Развал СССР позволил финансовой элите распространить свое влияние и на страны, ранее входившие в мировую систему социализма.

Финансовая элита – это уже не капиталисты, в классическом понимании этого слова. Элита – единственный совокупный собственник всех производительных сил. Элитаризм сглаживает и даже постепенно ликвидирует основное противоречие капитализма: между частной формой присвоения и общественным характером производства, ибо сама форма присвоения производительных сил перестает быть частной и становится корпоративной. Конечно, в обществе элитаризма есть свои противоречия, как экономические, так и социальные, национальные, политические. Но элита обладает механизмами их выявления и разрешения. В принципе, марксистско-ленинская теория «общего кризиса капитализма с его неизбежной гибелью» оказалась формально верной. Классический капитализм перестал существовать, а элитаризм не имеет с ним ничего общего. Экономические кризисы современного мира вызываются не перепроизводством товаров и услуг, а сознательными структурными перестройками экономики. По отношению к своим наемным работникам элита проводит политику уменьшения их эксплуатации и вытеснения их из сферы производства. Уровень жизни наемных работников достаточно высок, многие из них являются держателями мелких пакетов акций предприятий и фирм, что привело к утрате ими признаков пролетариата. В то же время, часть населения превращается в маргиналов.

Элитаристская экономика основана на эксплуатации третьего мира и обладает огромным избыточным капиталом. Если для классического капитализма



характерной формулой товарно-денежных отношений была формула Т-Д-Т, для финансового капитала – формула Д-Т-Д, то финансовая элита предпочитает: Д-Д.

Источником преумножения избыточного капитала является военно-промышленный комплекс. Производство вооружений – неотъемлемая часть элитаризма. Постсоветская Россия пошла именно по этому пути. Этим можно объяснить начавшийся сейчас новый виток гонки вооружений и увеличение в мире вооруженных конфликтов.

А какова же идеология элитаризма? Если мы думаем, что идеологией Западного мира является либеральная демократия, то мы глубоко заблуждаемся! И либеральная демократия, и пресловутая толерантность есть не что иное, как фиговый листок совершенно другой элитарной идеи – идеи трансгуманизма. Элита жаждет обрести бессмертие. Именно это и обещает ей трансгуманизм.

При всей кажущейся привлекательности идеи бессмертия человека – это есть своеобразная сделка с дьяволом. Платой за «вечную жизнь» станет не только утрата человеком своей видовой сущности, но и появление таких форм неравенства между людьми, нациями, расами, о которых человечество даже не подозревало.

Что можно противопоставить элитарному обществу и теории трансгуманизма?

Подобно элитаризму, уничтожающему частную собственность, ту же цель преследует и коммунизм. В «Манифесте коммунистической партии» К. Маркс написал, что теорию коммунизма можно выразить одним положением: «Уничтожение частной собственности». Но позитивной целью коммунизма является совершенно другой общественный строй, основанный на принципах социальной справедливости. Элитаризму противостоит эгалитаризм.

Принципу элитаризма «Каждому по способностям» противостоит принцип гуманизма «Каждому по потребностям». Что это означает? Замену отношений между людьми в процессе производства отношением между неодушевленными элементами производительных сил. Т.е. постепенно человек вытесняется из сферы производства, а автоматы (искусственные производительные силы) будут обеспечивать все его материальные потребности. В «Немецкой идеологии» К. Маркс написал, что «Коммунистическая революция ...устраняет труд». Это не означает, что человеческая деятельность исчезнет. Уничтожены будут производственные отношения между людьми, а человек будет заниматься всесторонним гармоничным развитием своей личности.

Литература

1. Маркс К. Немецкая идеология. – М., Политиздат, 1988.
2. Маркс К. Манифест коммунистической партии. – М., Политиздат, 1979.
3. Маркс К. Критика Готской программы. / К. Маркс, Ф. Энгельс. Избранные произведения. Т. II, с.5-38. М., ОГИЗ, 1948.
4. Фукуяма Ф. Наше постчеловеческое будущее: Последствия биотехнологической революции. - М., ООО «Издательство АСТ», 2004.



П.Н. Барышников

ПРОБЛЕМА МЕНТАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ В АРГУМЕНТАХ АНТИКОМПЬЮТАЦИОНАЛИСТОВ

(Пятигорский государственный университет)

Системы антикомпьютационалистской аргументации зачастую строятся на основании тезиса о вычислительной неполноте когнитивных процедур. Возражение против вычислительных моделей сознания выглядит так: достаточны ли основания считать все когнитивные процедуры вычислительными процессами, исходя из неоспоримости факта вычислительной природы некоторых когнитивных процессов? Так, например, нестандартная работа памяти и восприятия при формировании сновидений или «истерических фантазий» (daydreams) не позволяет говорить об алгоритмичности данных процессов. У человека нет фиксированного старта и окончания алгоритма восприятия. Мы погружены в поток символического распознавания и интерпретации, и мы не в состоянии включать и выключать режимы памяти, ассоциаций, интерпретации и понимания и т.д. Реальность «поступает» в субъективное пространство вне какой-либо квантификации (символической или физической). [1] При этом вычислимость когнитивных процессов обладает таким атрибутом, как автоматизм.

Тогда возникает дилемма: с одной стороны, алгоритмизация (и вычислимость) когнитивных процессов реализуется лишь в тех участках ментальной деятельности, которые подчинены волевой интенциональности (например, при говорении, управлении транспортом, выборе товаров и т.п.); с другой – эта реализация происходит в бессознательных автоматизированных системах вывода.

Если сгруппировать известные критические программы компьютеризационизма, то можно представить список наиболее распространенных возражений и попытаться выявить ключевую идею, способствующую убедительности данной критики:

Математическое возражение. (Менталистский аргумент) Тьюринг показал, что существует строго ограниченное количество теорем, которые могут быть доказаны вычислительной машиной. При этом математики владеют методами, позволяющими преодолеть конечность шагов машины Тьюринга. Следовательно, когнитивные системы, по крайней мере, людей-математиков не являются вычислительными устройствами. Данный аргумент основывается на невозможности интерпретации вычислительной системой геделева предложения, которое одновременно истинно и недоказуемое в этой системе. [2]

Возражение от интенциональности (репрезентации). Выше мы уже останавливались на непреодолимой для компьютеризационных подходов проблеме интенционального содержания. Здесь же укажем на то, существует промежуточная позиция интенциональных реалистов, утверждающих, что вычисление не вовлекает интенциональную семантику, но при этом является достаточным условием для объяснения поведения физической системы. [3]



Антирепрезентационалистское возражение. Семантический компьютеризм предполагает, что вычисление оперирует репрезентациями. Но если когнитивные процессы понимать как автоматизированные реакции, реализуемые между мозгом, телом и средой, тогда приходится признать отсутствие вычислений в этих процессах из-за отсутствия репрезентирующего агента.

Возражение от сознания (consciousness). В когнитивные процессы вовлечено сознание (как состояние функционального бодрствования в режиме «от первого лица»). Вычисления недостаточно для запуска функциональной перспективы «от первого лица», следовательно, когниция не есть вычисление. Данное возражение не столько противоречиво, сколько неполно, т.к. существуют философские программы, в которых сознание понимается как эпифеномен и где онтологическим статусом обладают лишь биологические вычислительные мощности, направленные на адаптативные функции организма. [См. 4, 5, 6] Также подтвержденным фактом в психологии является то, что, несмотря на невозможность построить вычислительную модель перспективы от первого лица, вычисление играет существенную роль в познавательных процессах. [7]

Возражение от «воплощенных» когниций. В англоязычной литературе понятие «воплощенный» выражается двумя прилагательными: *embodied* (интегрированный в тело) и *embedded* (интегрированный в среду). Логика возражения здесь такова: если вычисление есть абстрактная невоплощенная процедура, то познание, будучи интегрированным в отношения тела и окружающей среды, не есть вычисление. [8] Данный аргумент наследует слабые стороны предыдущего: вычисление может быть необходимой частью когнитивных процессов, тем более что в последние десятилетия усиливают свои позиции биоинформатика и компьютерные технологии. [9]

Возражение от Динамической гипотезы. Познание является не вычислением, а сложным динамическим процессом. Мы разделяем точку зрения Г. Пиччини, указывающего на ложность данного сопоставления. [3, 13] Динамические системы в данном аргументе противопоставляются вычислению на основании отсутствия дискретности в нелинейных динамических процессах. Когнитивные процессы относят к динамическим системам, т.к. они изменяются в зависимости от условий в каждый отдельный отрезок времени. Но на этом же основании вычисление как часть биологических познавательных процессов можно отнести к динамическим системам. Отметим, что когнитивные процессы в данном случае отождествляются с физическими состояниями нейронных процессов в мозге без какой-либо феноменологической составляющей.

Очевидно, что критика компьютеризма так же неоднородна, как и сами компьютеризмские программы. Но, на наш взгляд, все эти критические подходы объединяет одно проблемное поле: *в основе каждого аргумента лежит проблема возможности бесконечного смыслопорождения и производства особой ментальной сферы субъективных содержаний.* Собственно, это вновь возвращает нас к классической проблеме отношений семантики и онтологии. Отметим, что термин «семантика» в данном контексте понимается в особом контексте как ментальное содержание субъекта, которое соотносится с



некоторым набором свойств, именуемых субъектом как свойства объективной реальности или представимой реальности.

Литература

1. Fetzer, J.H. Computers and cognition / J.H. Fetzer. – Dordrecht [Netherlands], Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001. – P. 165.
2. Целищев, В.В. Истинность гёделева предложения: внутренний и внешний вопросы / В.В. Целищев // Философия науки. – 2014. – Т.60, №1. – С.16–38.
3. Piccinini, G. Computationalism in the Philosophy of Mind / G. Piccinini // Philosophy Compass. – 2009. – Т.4, №3. – pp. 11-12
4. Lycan, W.G. The Case for Phenomenal Externalism / W.G. Lycan // Philosophical Perspectives. – 2001. – Т.11. – pp.17–35.
5. Деннет, Д. Виды психики. На пути к пониманию сознания / Д. Деннет. – М.: Идея-пресс, 2004. – 79 с.
6. Noë, A. Out of our heads / A. Noë. – New York: Hill and Wang, 2009. – 214.p.
7. Баарс, Б. Мозг, познание, разум. Введение в когнитивные нейронауки. В 2-х тт / Б. Баарс, Н. Гейдж. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014.
8. Thompson, E. Mind in life / E. Thompson. – Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 2007. – 543 p.
9. Talbi, E.-G. Grid computing for bioinformatics and computational biology / E.-G. Talbi, A.Y. Zomaya. – Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, 2008. – 392 p.

Е.Д. Богатырева

ИСКУССТВО: ОТ СИМВОЛА МЕЧТЫ К СУРОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ

(Самарский национальный исследовательский университет)

Летом 2016 года в рамках IX Международной Ширяевской биеннале современного искусства прошла выставка работ шведских художников, которую предложил куратор Мартин Шибли. Выставка была размещена в зале Самарского Художественного музея. В отличие от выставки в Ширяево, которая проходила в формате номадического шоу и предполагала конкретное время движения по заранее указанному маршруту, здесь зритель имел неограниченный лимит времени, чтобы сконцентрироваться на содержании каждой работы. В целом, выставка имела, пожалуй, даже слишком «классический вид» - белый куб зала, традиционная развеска работ на стенах, представлены были, в основном, видео-картины, а также несколько постеров и фотографий. Однако для самарского зрителя и этого оказалось достаточно, чтобы, бросив беглый взгляд, испытать, в большинстве своём, замешательство. Трудность состояла в том, что видео требовали времени на просмотр, размышления, чтения комментария, который сопровождал каждую работу. Расчёт шёл на подготовленного зрителя,



либо открытого учиться видеть. Юношество справлялось с этой задачей лучше, может быть, потому, что не ждало от искусства прямых подобию и готово было включиться в предложенные условия. Ведь, выбирая новые технологии, современный художник довольно свободно использует их для выражения идеи, предлагая неоднозначный визуальный образ, который встраивается в сложный контент видения «локального» и «глобального», вовлекая в таковое весь процесс создания и трансляции продукта.

Начнём обзор с работы Конни Блом и Нины Слейко-Блом «Медвежья шкура», название которой взято от имени фонда художественных инвестиций. Работа предьявляет в качестве артефакта контракт сделки художника с куратором, который становится пропуском на выставку. В этой работе художники предлагают зрителю для осмысления тот невидимый порядок экономической власти, который чётко указывает, кто здесь главный оценщик. Фокус оценки дрейфует по полю невидимых иерархий арт-рынка и оставляет открытым вопрос, остаётся ли у искусства в социуме другой кэш, накопитель его собственных значений, который не был бы связан с выгодой и растратой?

Художник Кит Бантинг подходит к этой теме с другой стороны, он продвигает идею, что все люди обладают тем или иным капиталом, который каждый способен оценить самостоятельно, а также торговать им. Вместе с тем, банкноты с изображением художника, которые предьявляются в качестве индивидуальной валюты, становятся ещё и своего рода удостоверением ценности его искусства, которую никакие другие деньги не способны представить.

Работая с довольно разными контекстами, которые вскрывают невидимые взгляду разрывы и разломы глобального миропорядка, художники уподобляются философам. «Видимое и невидимое», так называется фильм Оливера Ресслера, который позаимствовал своё название у работы французского феноменолога Мерло-Понти, обыгрывая его тезис «мир есть то, что мы воспринимаем». Фильм даёт в своём визуальном решении чередование исчезающего и вновь проявляющегося изображения, демонстрирующего в самом режиме задания видимости, что поле зрения, в котором мы различаем виды корпоративных квартир, расположенных в Швейцарии и осуществляющих торговые сделки, не может быть не замутнено дымом от токсичных производств по добыче сырья на глобальном Юге. Художник предлагает зрителю включиться в медитацию на тему гуманитарной катастрофы глобального обмена и, быть может, прийти к сходным с художником выводам, касающимся развенчания капиталистического мифа о том, что безбедное процветание глобального Севера никак не связано с нищетой Юга.

Художник Йонас Лунг развивает эту тему в игровом формате, предлагая зрителю нарезку фрагментов из известных художественных фильмов. Их объединяет фигура своеобразного «учителя», которым может быть законодатель моды, продающий душу дьяволу финансового успеха и власти над миром, брокер, делящийся странными правилами своей профессии, позволяющими опять же иметь огромный доход, прочие фигуры эфемерной экономики. Работа Сесилии Парсберг даёт две проекции взгляда на феномен попрошайничества, кото-



рое лишается сегодня своего жертвенного ореола и представляет собой более успешную бизнес-стратегию. Выставка содержала также документальный фильм Мерседес Стурм-Ли, в котором она вступает во взаимодействие с охотниками на лосей, втягивая зрителя в созерцание остающихся невидимыми практик жизни, были на выставке и рисунки Альбы Энстрем, обыгрывающие тему социального статуса изображения сегодня.

Отдельно имело смысл обратить внимание на двойную инсталляцию Хуана Кастилио, в которой лаконично и визуально изысканно ставится вопрос о капитале самой идеи, а также о праве визуальной проекции образа присваивать себе реальное пространство. Если в первой работе слово идея на 40 языках находит ироничный образ, когда появляется и исчезает на лбу глубоко дышащей девушки, закрывшей глаза, то во второй фраза «забери свой образ», начертанная на растяжке, поставленной на фоне меняющегося пейзажа, сгорает, как бы освобождая изображение (или всё-таки пейзаж?) от символических оков технического формата производства образа.

Кураторский проект Мартина Шибли можно рассматривать и как самостоятельное высказывание, и как комментарий к искусству в современном мире в целом. Он подключил российского зрителя к обсуждению слепых и проблемных зон глобальной экономики, где художник в структурах жизни постфордистского производства теряет возможность работать с социальным пространством в привычных схемах прямого противостояния «творца и толпы».

Тем не менее, став частью этой системы, он рискует играть на флейте новых глобальных зависимостей собственные «чудесные» мелодии. И, как ни странно, иногда эти «мелодии», как в Чили, слышат и подхватывают люди, выбирая себе будущее, в которое таких фигур, как Пиночет, с собой уже не берут. Безусловно, свобода и несвобода художника резонирует здесь с позицией любого человека в системе глобальных взаимосвязей, художник лишь проявляет то, на чём они вырастают и держатся, мигрируя по условно задаваемым им границам возможного и невозможного, реального и воображаемого опыта.

Ю.В. Гатен

«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МАШИНЫ» С.Н. КОРСАКОВА

(Самарский университет)

В первой половине XIX века наш талантливый соотечественник, коллежский советник Семен Николаевич Корсаков (1787-1853) выдвинул концепцию усиления возможностей разума посредством разработки научных методов и механических устройств, так называемых «интеллектуальных машин». В 1832 году на французском языке вышла его работа «Начертание нового способа исследования при помощи машин, сравнивающих идеи», где подробно описано устройство и функционирование изобретенных им устройств. В ней вводилось понятие об «интеллектуальных машинах» (*machines intellectuelles*), т.е. прообразе



«искусственного интеллекта», чертежи устройств, их описания. «Машины, вкратце описанные мною, - говорится в брошюре, - только первый шаг в процессе, который, несомненно, дойдет до высоких степеней совершенства. Тем не менее, даже в самом начальном виде они совершенно необыкновенны. Равно как телескоп и микроскоп придают дополнительную силу нашим глазам, интеллектуальные машины безгранично расширят возможности нашей мысли (разума)» [1].

Корсаков изобрел и сконструировал пять групп механических устройств, в основе функционирования которых лежит общий признак поиска или сравнения идей на основе их признаков:

- *линейный гомеоскоп с неподвижными деталями* позволял находить среди большого числа идей, отображенных в таблице, ту, которая содержит все признаки другой заданной (сравниваемой) идеи;

- *линейный гомеоскоп с подвижными деталями* предназначался для выполнения тех же действий, что и предыдущая, но дополнительно показывал, какие именно детали сравниваемых идей соответствуют (или не соответствуют) аналогичным признакам других идей в таблице;

- *плоский гомеоскоп* выполнял те же функции, что и предыдущие машины, но предназначался для обработки больших объемов данных, число признаков которых может достигать 10 тыс.;

- *идеоскоп* был способен мгновенно сравнивать сложные основные понятия на уровне соответствующих деталей, определяя их наличие или отсутствие. Число идей могло достигать нескольких сотен, а число уточняющих деталей для каждого понятия – превысить сотню;

- *простой компаратор* выполнял те же функции, что и идеоскоп, но был способен работать только с двумя идеями одновременно, которые сравниваются между собой без заранее заготовленной таблицы.

Корсаков отмечает, что «машины для сравнения идей» могут быть использованы «при решении различных задач в повседневной жизни, ..., для того чтобы сделать какой бы то ни было вывод». Например, гомеоскоп с неподвижными частями может использоваться для поиска подходящего лекарства на основе симптомов заболевания. Сам автор использовал свое изобретение для составления баз данных по гомеопатической фармакологии.

Корсаков намного опередил современников своими идеями. В своих машинах он впервые предложил использовать перфорированные карты для задач информационного поиска, которые играют роль своего рода баз знаний, а принцип функционирования его машин является предтечей современных экспертных систем. Устройства, подобные машинам Корсакова, впервые появились только в начале XX века. В них использовались карты с перфорацией по краям.

К сожалению, перспектива и практическая значимость предлагаемых Корсаковым идей не получили официальной поддержки и были незаслуженно забыты. В 1832 году он подал прошение в Императорскую академию наук в Санкт-Петербурге для рассмотрения своего метода [2]. Специальная комиссия



из пяти ученых, возглавляемая академиком М.В. Остроградским, не сумела оценить перспективу проекта и издала резолюцию, заканчивавшуюся словами: «Господин Корсаков потратил чересчур много своих интеллектуальных сил, пытаясь научить других, как вовсе без одного интеллекта прожить» [3]. Однако основная критика была связана с гигантским размером и дороговизной изготовления перфорированных таблиц для полного набора понятий различных наук.

В целом критика была справедливой, исходя из состояния научно-технической и материальной базы того времени. До появления ЭВМ сколько-нибудь полный охват понятий той или иной области наук и их автоматизированная обработка оставались практически недостижимыми.

Недооцененные современниками, изобретения Корсакова были заново открыты благодаря трудам профессора Г.Н. Поварова (1928-2004) [4], указавшего на значимость его работ в области истории как отечественной, так и мировой кибернетики и информатики. Поваров заметил, что по существу Корсаков в своих работах, развивая идею автоматизации умственной деятельности, излагает современную по ныне концепцию искусственного разума как усилителя естественного, а его машины производят информационный поиск, и могут быть названы классифицирующими машинами.

Литература

1. Корсаков С.Н. Начертание нового способа исследования при помощи машин, сравнивающих идеи. М.: МИФИ, 2009.
2. Михайлов А.С. Изобретения С.Н. Корсакова // Научная сессия МИФИ-2009. Аннотации докладов. Т.3. М.: МИФИ 2009.
3. Нитусов А.Ю. Семен Корсаков и «машина для сравнения идей» // PC Week/PE. 2005. №26.
4. Поваров Г.Н. Истоки российской кибернетики. М.: МИФИ, 2005.

Ю.А. Гаюрова

ПРОБЛЕМА РЕФЛЕКСИИ РЕАЛЬНОСТИ В ЭПОХУ РЫНКА

(Самарский государственный институт культуры)

В современной ситуации свехинтенсивного развития *условий* существования человека, если под таковыми понимать всю совокупность имеющихся у человека на сегодня научно-технических средств и возможностей управления реальностью, крайне необходима позиция рефлексии этого процесса. Будучи способным посмотреть на себя и свою деятельность в новых, по сравнению с прошлыми веками, внешних условиях существования, человек не утрачивает внутренние условия обеспечения стабильности своих человеческих свойств. Этот вопрос актуален всегда, поскольку среда влияет на развитие свойств входящих в неё субъектов. Однако рефлексия качественного скачка в развитии условий жизни требует особого внимания и научной честности исследователя, его



научной совести перед собой и обществом. Есть тенденция рассматривать любой прогресс, революцию в науке и технике и любые его последующие звенья, как нечто априори необходимое и полезное, что практически не оставляет пространства для критического взгляда на эту новизну, а тем более – возражений и препятствований данному процессу. И человек незаметно становится зависим от того, чему сам определил роль «средства». Дальнейший технический прогресс становится уже не средством, а целью и даже условием развития общества и человека в нём. А точнее – условием того, что можно условно назвать Рынок, в какой бы форме он ни выступал – непосредственно экономической (когда бесконечное наращивание темпов производства есть естественное следствие возникающей борьбы за выгоду), социальной (когда перестраиваются все отношения в обществе под новые, рыночные, и обесцениваются альтернативные способы построения социального порядка, даже демократия имеет исключительно рыночный профиль), политической (когда конкуренция между странами и стремление доминировать есть не столько политика, сколько экономика, а возможное стремление крупных держав переструктурировать мир имеет лишь экономическую мотивацию) и, наконец, психологической (когда человек ориентирован на выгоду как на ценность, доминирующую над другими, - той же свободой мысли и широтой взглядов и т.д.).

Это объясняется тем, что *сознание* современного человека бесповоротно, но без рефлексии – незаметно было *определено бытием*, качественно изменившимся, как казалось, в лучшую сторону. Вторым (после Марковского «бытие определяет сознание») тезисом для объяснения этого феномена можно упомянуть тезис М. Хадеггера, о том, что техника становится нашей установкой и подчиняет себе не только внешнюю среду, предметную сферу, на которую воздействует по призванию, *но и внутренний мир человека*, поставив его в позицию заведомой нужды в ней, зависимости от ее возможностей, несоизмеримо больших в сравнении с естественными [2]. То есть, окружающее человека пространство, не переставая быть сферой предметного освоения, качественно меняется, становится техноморфным, меняя внутренний мир человека.

Отражение образа мира может пониматься как процесс, называемый в рамках деятельностного подхода процессом перехода внешней деятельности во внутреннюю. Это означает, что обстоятельства внешние предопределяют внутреннюю. В эпоху научно-технического прогресса это выразилось в приобретении техноморфного начала в символах неклассической модели мира, а затем – и на уровне индивидуальной картины мира человека. Символ-образ новой неклассической модели мира, сформировавшейся под влиянием научно-технической революции, условно можно назвать *Машиной*, состоящей из трёх звеньев: Производство – Процесс – Продукт (в том числе, Продукт как услуга или товар и Продукт как Потребитель).

Эпоха научно-технической революции, затем прогресса, а затем Рынка повлияла на динамику ценностей. Отвечая на вопрос: «Какими ценностями и установками протектируется этот безостановочный прогресс техники, новшеств и совершенствований?», мы обнаруживаем сильные мотивы, конкурировать с



которыми с позиций «свобода», «истина», «справедливость» становится всё труднее: это мотивы и ценности удовольствия, комфорта, благосостояния и наслаждения жизнью. Другими словами, эпоха Рынка не только оправдывает *потребителя*, - она не терпит никого другого. Это подтверждается ещё одним важным отличием культуры данной эпохи – утратой на уровне массового сознания ценности труда, созидательной деятельности (творчества).

Нами было проведено сравнительное исследование ценностей современных студентов с ценностями студентов рубежа веков (1998-2000 гг.). Доминирующими типами культурных ценностей (по Ш. Шварцу) в структуре ценностных ориентаций современного студента, согласно данным проведенного нами исследования (2014-2016 гг.), являются типы Интеллектуальная Автономия (средний балл 5.00 по шкале от -1 до 7), включающий ценности «Творчество», «Свобода», «Широта взглядов» и др. и Аффективная Автономия (средний балл 5.00), состоящий из таких ценностей, как «Удовольствие», «Потакание себе», «Разнообразие жизни» и т. п. Для студентов Аффективная Автономия была наименее значимым типом ценностных ориентаций [1]. Ощутима разница в ценностных ориентациях у гуманитариев и студентов технических специальностей. Для них «Интеллектуальная Автономия» важна в среднем на 4.5 балла.

Рефлексия своего бытия развивается у человека благодаря включению в сферу описательных стратегий, к которым можно отнести научную деятельность в рамках гуманитарных дисциплин, литературу, искусство, где традиционно самоцелью познавательной деятельности является понимание как таковое, где объект восприятия осмысливается через привлечение деталей к созданию его образа. Однако, в эпоху Рынка не приходят, в неё рождаются, а потому научиться мыслить рефлексивно и критично по отношению к своей исконной реальности – это сродни инициации личности, выбравшей ценности свободы и истины, независимо от отношения к этому выбору других.

Литература

1. Гаюрова, Ю.А. Социальное мифотворчество и динамика ценностных ориентаций в процессе межпоколенной культурной трансмиссии // Креативная экономика и социальные инновации. Международный информационно-аналитический журнал. Выпуск 3. – 2013, №2 (5). - С. 57-87.

2. Хайдеггер, М. Вопрос о технике // Время и бытие. М.: Республика, 1993. С. 221 -238.



Н. С. Давыдов

ПРОБЛЕМАТИКА СОЗНАНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАБОТАХ ДУБРОВСКОГО Д.И.

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Проблемы понимания того, чем является наше сознание, как мы мыслим и как физиология мозга связана с процессом мышления, являются крайне актуальными в современном информационном обществе. С каждым годом развитие технологий и искусственного интеллекта ускоряется, что приближает человечество к точке сингулярности. В свете этих событий, ответы на вопросы о том, возможно ли оцифровать сознание человека, как это сделать и что будет представлять собой носитель, содержащий сознание, являются ключевыми в переходе к рукотворной эволюции человечества и трансгуманизму.

Проблема связи души, сознания и мозга зародилась уже на заре научного познания. Первым, кто поднял вопрос о том, что есть душа, был Платон. Он полагал, что человеческая душа разделена на три части: разумную, находящуюся в голове, и две неразумных, чувственных – благородную и неблагородную, располагающиеся в груди и в желудке соответственно. Следующий шаг был сделан Аристотелем в трактате «О душе», где он обобщил мысли Платона и накопленные эмпирические сведения о процессах, протекающих в человеческом организме, о специфических формах поведения человека и его внутреннем субъективном мире. Аристотель различал вегетативную, животную и разумную душу. Растениям присуща только вегетативная душа, животным – животная душа, а человеку присущи все три типа душ. Аристотель первым продвинул идею о внутренней органической слитности духа и тела, в отличие от платоновской отчуждённости духовного от телесного, что лишало естествознание права её исследовать. Следующий крупный узловый пункт в развитии знаний о соотношении духовного и телесного был представлен учением Декарта. Согласно Декарту, душа не имеет протяжённости или объёма и связана со всей совокупностью органов, и она не становится меньше, если отделить какую-либо часть тела. Однако хотя непротяжённая душа и вездесуща, она концентрируется в теле и выполняет свои функции в мозгу. Взаимодействие тела и души происходит через маленькую шишковидную железу, непосредственно с которой связана душа. В дальнейшем вопросы о духе, теле и их взаимодействии поднимались также французскими материалистами, чей ответ на эти вопросы заключался в критике дуализма Декарта, отбрасывании духовной силы, приводящей в действие организм, и предположении, что мысль есть функция мозга. Однако стоит упомянуть взгляды Л. Фейербаха, который хоть и был материалистом, но прошёл школу Гегеля. Рассмотрев вопросы о духовном и физическом с точки зрения гносеологии, он приходит к выводу: «В психологии субъект и объект тождественны, в физиологии — различны; психологическим объектом служу я са-



мому себе, а физиологическим — другому». Это подчёркивает то, что психическое и духовное является субъективным.

В своей работе «Сознание, мозг, искусственный интеллект» Д. И. Дубровский вводит понятие субъективной реальности. Субъективная реальность – динамический континуум осознаваемых состояний человека, включающий в себя множество явлений, центрированный нашим Я, взятом в его рефлексивных и арефлексивных, актуальных и диспозициональных измерениях. Субъективная реальность каждого человека принадлежит ему самому и является его персональной собственностью. Структура субъективной реальности обладает следующими свойствами и является: динамичной, многомерной, биполярной и самоорганизующейся. Здесь динамичность структуры подразумевает собой постоянное изменение компонент субъективной реальности и связей между ними. Многомерность структуры выражается в том, что она «Не является линейно упорядоченной, представляет собой единство многих динамических измерений, каждое из которых выражает особое качество, не сводимое к другому, ибо обладает своим способом упорядоченности, организации». Биполярность структуры – единство противоположных модальностей «Я» и «не-Я». Самоорганизация структуры – поддержка ценности и сохранности внутренними факторами. Вышеописанные свойства взаимообусловлены и могут определяться друг через друга, к примеру: биполярность динамичная, многомерная и служит фактором самоорганизации.

При создании искусственного интеллекта требуется понять, что же такое естественный интеллект или сознание. Сознание обладает качеством субъективной реальности, следовательно, требуется рассмотреть явление субъективной реальности и его связь с мозговыми процессами. Связь явления субъективной реальности и мозгового процесса напоминает связь информации и носителя. В данном случае носителем информации будет являться мозговая нейродинамическая система. Далее следует заметить, что связь явления и нейродинамического носителя является функциональной и представляет собой кодовую зависимость. Иными словами, сигнал (явление субъективной реальности) поступает в систему, кодируется и сохраняется на носитель. В результате в нейродинамической системе будет храниться код явления. Таким образом, появляется задача расшифровки и преобразования кода психических явлений. Не стоит забывать, что явления субъективной реальности могут послужить причиной телесных изменений и причиной изменения других явлений. Иными словами, входной сигнал может послужить причиной, по которой программа изменит своё поведение, или же входной сигнал может быть шумом, который повлияет на другие входные сигналы в системе. Однако важен тот фактор, что у машины отсутствует субъективная реальность. Как результат, процесс, протекающий в машине, будет иметь другие качества и другую структуру, отличную от структуры субъективной реальности.

В заключение требуется отметить, что в настоящий момент разработки в сфере искусственного интеллекта вполне успешно демонстрируют самоорганизацию, динамичность, многомерность и биполярность структуры своего пове-



дения, однако происходит это в узкоспециализированных случаях, к примеру, обучение машины какой-либо настольной игре с огромным количеством различных вариантов развития событий на основе нейронных сетей. Нейронные сети позволяют добиться наиболее динамичной и самоорганизующейся структуры, формирующейся на основе определённых правил, что напоминает то, как изменяется субъективная реальность человека под влиянием различных факторов, правил и явлений. Таким образом, осознание человечеством самого себя будет являться ключевым шагом к переходу в третью природу человечества и последующему постсингулярному будущему.

Литература

1 Дубровский, Д.И. Психические явления и мозг. Философский анализ проблемы в связи с некоторыми актуальными задачами нейрофизиологии, психологии и кибернетики / Д. И. Дубровский. – М.: Наука, 1971. – 385 с.

2 Дубровский, Д.И. Сознание, мозг, искусственный интеллект / Д. И. Дубровский. – М.: Стратегия-Центр, 2007. – 272 с.

3 Фейербах, Л. Избранные философские произведения [Текст]: [в 2 т]. – М., 1955. – 674 с.

4 Нестеров, А.Ю. Человек и техника в постсингулярном мире [Текст] / А. Ю. Нестеров // Сборник материалов Всероссийской научной конференции международного участия памяти Станислава Лема. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2016. – С. 434-470.

И.В. Дёмин

ВРЕМЯ ТЕХНИКИ. ФРИДРИХ ГЕОРГ ЮНГЕР О ТЕМПОРАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ³

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Перспективы развития современной философии техники во многом связаны с преодолением традиционного инструменталистского подхода и поиском путей осмысления техники в качестве универсальной «среды жизнедеятельности человека»⁴.

Одной из наиболее плодотворных исследовательских стратегий в философии XX в. стала *экзистенциальная философия техники*, представленная, прежде всего, такими философами, как М. Хайдеггер, Х. Ортега-и-Гассет,

³ Статья выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, проект МД-6200.2016.6 «Семиотические основания техники и технического сознания».

⁴ Нестеров А.Ю. Вопрос о сущности техники в рамках семиотического подхода // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). 2015. Т. 14. № 1. С. 235-246.



К. Ясперс, Н.А. Бердяев, Г. Марсель, Ф.Г. Юнгер. В контексте этого направления приоритетными становятся вопросы о влиянии техники на сущностные параметры человеческого бытия (способы самосознания, понимание пространства и времени, отношение к смерти и т.д.).

В рамках экзистенциальной философии техники именно Фридриху Георгу Юнгеру принадлежит заслуга разработки целостной философской концепции, тогда как другие представители этого направления, как правило, ограничивались рассмотрением лишь отдельных аспектов проблемы соотношения техники и человека.

Суть разработанной Юнгером концепции заключается в том, что техника – не просто совокупность средств человеческой деятельности, но всё более совершенствующаяся *система эксплуатации* не только природы, но и самого человека⁵. В работе «Совершенство техники» под техникой понимается *способ организации человеческой жизни и форма существования*, присущая современному человеку.

Любое техническое устройство, согласно Юнгеру, нужно рассматривать не изолированно, а в широком организационном контексте. Как только мы признаем, что любое техническое средство, во-первых, является *элементом технической системы*, а, во-вторых, предполагает определенный тип человеческого поведения, способ существования, традиционное инструменталистское определение техники как нейтрального средства перестает работать.

Техника как система механических и механизированных процессов требует для своего функционирования субстрата (природы), и в то же время она неуклонно разрушает, подтачивает этот субстрат, осуществляя «опустошительное наступление на природу»⁶. Возрастающая эксплуатация природы и самого человека не является всего лишь побочным следствием «технического прогресса». Согласно Юнгеру, имеется необходимая, сущностная взаимосвязь между машинной техникой и эксплуатацией природы. Эксплуатация есть отношение к природе, с необходимостью вытекающее из самого существа технической организации. Техника не может развиваться и совершенствоваться, не ужесточая эксплуатацию природы: «технический прогресс борется со всем, что отказывается отдать ему свои резервы»⁷. Техническое сознание ориентировано на возрастающее потребление и «проедание» того, что составляет основу человеческого существования.

Особое значение в контексте разрабатываемого Юнгером учения о технике приобретает вопрос о связи технической организации с таким важнейшим параметром человеческого существования, как *время*.

⁵ См.: Демин И.В. Соотношение техники и идеологии в концепциях Ф.-Г. Юнгера и Ю. Хабермаса // Философия хозяйства. 2016. № 4 (106). С. 230-240; Демин И.В. Техника и человек в философской концепции Ф. Г. Юнгера // Человек. Общество. Инклюзия. 2016. № 3 (27). Ч. 1. С. 40-47.

⁶ Юнгер Ф.Г. Совершенство техники. С. 40.

⁷ Там же. С. 140.



Наступление эры современной техники, как неоднократно отмечалось в исследовательской литературе⁸, было связано с радикальным изменением способа переживания времени и трансформацией самого этого понятия.

Как известно, в новоевропейской философии и науке утвердились две основных концепции времени. Одна из них восходит к механике Галилея и Ньютона, другая – к трансцендентально-критической философии Канта. В контексте классической механики время понимается как объективная реальность, тогда как у Канта оно выступает в качестве априорной структуры восприятия. Однако, расходясь с Ньютоном в трактовке онтологического статуса времени, Кант соглашается с ним относительно других дефиниций этого понятия. Кант разделяет свойственное механистическому естествознанию представление о времени как о едином, всеобщем, бесконечном, необратимом процессе, который «не поддается непосредственному измерению, а может измеряться только через посредство пространственно-временного движения физических тел»⁹.

Обе трактовки времени (ньютоновская и кантовская) имеют общий экзистенциальный исток – понимание времени как однородного и измеряемого процесса. Инструментом механического измерения и исчисления времени становятся *часы*.

Вслед за Хайдеггером¹⁰, Юнгер усматривает в механически понятом времени важнейшую предпосылку нововременной науки и машинной техники: «Механическое понятие времени – это средство, благодаря которому только и стали возможны открытия и изобретения естественных наук, благодаря которому вообще стали возможны точные естественные науки»¹¹. Характерное для естествознания требование точности находится в необходимой и неразрывной связи с «часовым», механическим понятием времени. Юнгер подчеркивает, что «без часов нет автоматов»¹². Имеется неустранимая внутренняя связь между механическим пониманием времени, экспериментальным естествознанием и современной техникой.

Машинная техника меняет наше восприятие пространства и времени. Однако между современной техникой и пониманием пространства и времени не существует причинно-следственной связи, как если бы понятие времени изменялось *вследствие появления* современной техники (или наоборот, возникновение машинной техники было следствием трансформации понятия времени). Здесь обнаруживается *смысловая корреляция*, а не причинно-следственная связь.

⁸ Гайденок П.П. Время. Длительность. Вечность. Проблема времени европейской философии науке. М.: Прогресс-Традиция, 2006. 464 с.

⁹ Юнгер Ф.Г. Совершенство техники. С. 65.

¹⁰ Демин И.В. Экзистенциально-онтологическое обоснование техники в философии М. Хайдеггера // Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия: Философия. Филология. 2010. № 2. С. 126-137.

¹¹ Юнгер Ф.Г. Совершенство техники. С. 71.

¹² Там же.



Ключевую роль в концепции Юнгера играет различение *жизненного* (экзистенциального) времени и времени *механического*. Человек, получая возможность механически измерять время природных процессов, в то же время сам попадает под власть механического (часового) времени: «Если мы регулируем время при помощи часов, то и часы в свою очередь тоже регулируют наше время»¹³.

Механическое время машинной техники Юнгер называет «мертвым» временем и противопоставляет его «живому» (жизненному, экзистенциальному) времени. Юнгер отмечает, что у человека, склонного задумываться, часы и механическое время, показываемое и измеряемое часами, часто вызывают мысли о смерти. В механическом времени и движении человек подспудно ощущает угрозу собственному способу существования.

Механическое время является пустым и однородным, в нем «секунда следует за секундой в однообразном повторении»¹⁴. Живое время, напротив, *качественно и неоднородно*, в нем ни одна секунда не похожа на другую, оно не просто наполнено событиями, оно и есть событие (событие жизни, жизнь как событие). Механическое же время воспринимается как пустая длительность, нечто такое, что нужно «заполнить» событиями, развлечениями или работой.

Существенное значение для понимания концепции Юнгера имеет вопрос о соотношении между двумя понятиями и способами понимания времени. С одной стороны, мертвое машинное время «равнодушно *проходит рядом* с человеческим жизненным временем, *не принимая участия* в его подъемах и спадах»¹⁵ (курсив мой – И.Д.). С другой стороны, Юнгер говорит об *опасности* вторжения механического времени в жизненное время человека. Мертвое время механических процессов «переходит в наступление» на жизненное время. Конечное жизненное время в условиях возрастающего господства техники все более подвергается механическому регулированию, все более редуцируется к мертвому механическому времени. Граница между *бесконечным* механическим и *конечным* экзистенциальным временем в сознании человека технической эпохи становится все менее различимой.

Между этими двумя трактовками нет противоречия. Соотношение мертвого механического времени и времени жизни – это один из аспектов более общей проблемы соотношения «техники» и «природы» как двух способов бытия. С одной стороны, оппозиция «технического» и «природного» является онтологически первичной и неснимаемой (под «природой» здесь следует понимать не новоевропейскую «натуру», но греческий «фюсис»). С другой стороны, техника в силу своей эксплуататорской и «паразитарной» сущности *заслоняет* возможность *более исконного* (дотехнического и нетехнического) способа существования и понимания времени. Подобно тому, как природа (фюсис) превращается в пространство и материал технически организованной деятельно-

¹³ Там же. С. 68.

¹⁴ Там же. С. 72.

¹⁵ Юнгер Ф.Г. Совершенство техники. С. 72.



сти, жизненное время начинает рассматриваться в качестве объекта использования и эксплуатации. Конечное время человеческого существования превращается в ресурс, который потребляется и истребляется техникой наряду с другими ресурсами.

Литература

1. Гайденко П.П. Время. Длительность. Вечность. Проблема времени европейской философии науке. М.: Прогресс-Традиция, 2006. 464 с.
2. Демин И.В. Соотношение техники и идеологии в концепциях Ф.-Г. Юнгера и Ю. Хабермаса // Философия хозяйства. 2016. № 4 (106). С. 230-240.
3. Дёмин И.В. Техника и человек в философской концепции Ф. Г. Юнгера // Человек. Общество. Инклюзия. 2016. № 3 (27). Ч. 1. С. 40-47.
4. Демин И.В. Экзистенциально-онтологическое обоснование техники в философии М. Хайдеггера // Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия: Философия. Филология. 2010. № 2. С. 126-137.
5. Нестеров А.Ю. Вопрос о сущности техники в рамках семиотического подхода // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). 2015. Т. 14. № 1. С. 235-246.
6. Юнгер Ф.Г. Совершенство техники. Машина и собственность. СПб.: Владимир Даль, 2002. 560 с.

А.И. Демина

ТРАНСФОРМАЦИЯ РОБИНЗОНА КАК СУБЪЕКТА ТЕХНИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ¹⁶

(Самарский университет)

Существует ряд устойчивых сюжетов, таких как образы Маугли, Каспара Хаузера, Робинзона и других, которые в самом широком смысле ставят проблемы соотношения техники и социума, техники и индивида, индивида и языка. Если Маугли как персонаж «Книги джунглей» Р. Киплинга и подобные ему образы уходят корнями в античные сюжеты богов и героев, вскормленных животными (коза Амалфея, капитолийская волчица и т.п.), и имеют черты романтической и приключенческой литературы, скорее антропоморфизирующей животных, чем исследующих биологическую сторону человека, то феномен реальных маугли – «одичавших детей» включается в более широкий ряд персонажей, выросших в условиях социальной изоляции, дает обширный материал для исследования социальной и биологической природы в развитии человека, роли языка в процессе включения индивида в человеческий мир.

¹⁶ Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, проект МД-6200.2016.6



Робинзонов объединяет с маугли изолированность от социума и необходимость выжить в условиях естественной природной среды в одиночку, однако в отличие от маугли, которые выживают благодаря силе биологических инстинктов, вырастают в этой среде, адаптируясь к ней и становясь ее частью, Робинзон – это образ взрослого человека, сформировавшегося представителя социума, оказавшегося от этого социума изолированным и поставленного перед задачей воспроизвести человеческий мир в условиях дикой природы. Таким образом, Робинзон – это исследование человека как технического субъекта, *homo faber*, человека производящего. Действительно, роман Д. Дефо, подробно описывая практическую деятельность героя, раскрывает суть техники, в формулировке Ф. Дессауэра, как удовлетворения потребностей человека с помощью предметов, созданных на основе законов природы [4, С. 22.]. Однако техника не сводится к техническим процедурам, служащим целям биологического выживания, – созданию крова, добыче пищи, защите и т.п. Робинзон Крузо как субъект технического сознания выступает во всей полноте человеческих свойств, как *homo investigator*, человек исследующий, *homo inventor*, человек изобретающий, творящий, и как *homo faber*, человек обрабатывающий, трансцендирующий «представленное из интраментального пространства, из мира представлений во внешний мир» [2, С. 394].

Ф. Дессауэр приводит роман Дефо и другие робинзонады в качестве примера того, что человек «всегда был техником»: «В этих историях потерпевшие кораблекрушение повторяют (с некоторыми романтическими вариациями) в течение нескольких лет или десятилетий то, чего древнейшие люди добивались тысячелетиями, исходя из нужды и желаний: изобретали и выдумывали приборы, технологии, инструменты, вещи, которые им помогали побороть в окружающей среде враждебное и поддержать полезное. Герои робинзонад были техниками» [2, С. 393 - 394]. На основе развития сюжета – появления слуги Пятницы у Робинзона Крузо, добавления других людей – Дессауэр делает вывод о первичности техники по отношению к экономике: «Мы констатируем, что техника первична, она – вместе с единичным человеком в мире, предпосылкой же экономики является множественность людей в обществе, экономика вторична по своему способу бытия» [2, С. 394].

Своеобразную полемику с Дессауэром в интерпретации образа Робинзона Крузо мы находим у Станислава Лема в рассказе «Робинзонады» из сборника «Абсолютная пустота»: «Новый Робинзон господина Коски лишен каких бы то ни было иллюзий; ему известно, что герой Дефо - вымысел, а его реальный прототип моряк Селькирк, спустя много лет случайно обнаруженный командой какого-то брига, оказался существом, совершенно потерявшим человеческий облик, вплоть до утраты речи. Робинзон Дефо сохранил себя не благодаря Пятнице - тот появился слишком поздно, - а потому, что добросовестно рассчитывал на общество, правда, суровое, но зато лучшее из всех возможных для пуританина, а именно самого Господа Бога. Этот сотоварищ внушил ему строгий педантизм в поведении, упорное трудолюбие, стремление постоянно соотносить свои деяния с собственной совестью и особенно ту чистоту и скромность,



которая так раззадорила автора из парижской "Олимпиады", что он обошелся с ней столь своевольно» [3].

Согласно Лему, Робинзон, даже будучи один на острове, не оказывается «единым человеком в мире», а является представителем человечества, имея общество внутри себя, благодаря правилам и нормам, гарантированным фигурой Бога. В этом смысле духовное измерение человека обуславливает техническое.

Новая робинзонада Лема является интересным примером трансформации сюжета о человеке, изолированном от общества; в формулировке автора, его произведение становится своеобразным исследованием «социологии одиночества»: речь идет о «масс-культуре необитаемого острова, под конец романа просто битком набитого народом» [3]. Герой вымышленного романа «Робинзонады» Марселя Коски¹⁷ Серж Н. терпит крушение и, оказавшись на необитаемом острове, осознанно становится новым Робинзоном, приняв это имя и решив, что «мир, в который ты попал, нужно устроить по-человечески» [3]. Для Дессауэра «устроить мир по-человечески» означает стать техником, и в определенном смысле Новый Робинзон Лема техником и становится, в том смысле, в каком можно считать техником художника, поскольку процесс творчества, трансцендирования представлений из интраментального пространства во внешний мир лишен здесь основного этапа – преобразования материи, остается в области правил рассудка. Это связано со спецификой фикциональных объектов, создаваемых «новым техником», - Робинзон создает себе общество Других: «Поскольку я один, мне можно не считаться ни с кем, но поскольку сознание того, что я один, для меня яд, то я не буду одинок; на Господа Бога меня действительно не хватит, но это еще не значит, что меня не хватит ни на кого!» [3]. Созданные Новым Робинзоном люди онтологически столь же реальны, как и материальные технические объекты, созданные Робинзоном старым, и так же подчиняются объективным законам – законам логическим, через которые их создатель так же не в состоянии переступить, как не может нарушить законы природы дессауэровский техник. Новый Робинзон оказывается в плену у собственного творения: «он не может признаться себе в том единственном, что подействовало бы на него радикально оздоравливающе. А именно в том, что Глюмма вообще никогда не существовало, так же как и Смена. Во-первых, потому, что Срединка неотвратимо пала бы жертвой уничтожающего воздействия этого прямого отрицания. Кроме того, такое признание навсегда убило бы в Робинзоне Творца. Поэтому, невзирая на последствия, он так же не может признаться самому себе в несуществовании создаваемого, как подлинный, истинный Творец никогда не признает в сотворенном зле. Ведь в обоих случаях это означало бы полный крах. Бог зла не сотворял, по аналогии с этим Робинзон не окружал себя несуществующим. Каждый - узник созданного им Духа» [3].

¹⁷ Сборник Лема «Абсолютная пустота» построен по борхесовскому принципу сборника рецензий на несуществующие произведения.



Начавшийся процесс творения невозможно остановить, так что в конце концов необитаемый остров оказывается весь заполнен всевозможными тварями (уже не только людьми, но и другими существами и объектами), воцаряется хаос. Концептуальные обобщения, предлагаемые в рассказе, намечают широкий спектр проблем: от критики солипсизма («Итогом действительно последовательного солипсистского творения должна была стать шизофрения» [3]) до идеи асимметричности творения («акт творения асимметричен, поскольку мысленно можно создать все, но уничтожить потом удастся не все (почти ничего). Этого не позволяет память творящего, неподвластная его воле [3]).

Следует упомянуть еще одну трансформацию робинзонады в литературе XX века – роман А. Биой Касареса «Изобретение Мореля», сюжет которого также разворачивается на необитаемом острове, где герою приходится выживать в суровых природных условиях. Однако, как и в произведении С. Лема, обустройству быта персонажа автор уделяет мало внимания, помещая его в такую среду, где в дикую природу внедрен технический объект – удивительное изобретение инженера Мореля – аппарат, создающий полные копии реальности (предметов, объектов органической и неорганической природы, людей) на основе суммы всех видов ощущений. Робинзон Касареса, подобно Робинзону Лема, оказывается в плену отношений с иллюзорными людьми – фикциональными субъектами, которые, имея искусственное происхождение, тем не менее действуют и воспринимаются именно как субъекты.

Таким образом, в ряде произведений художественной культуры XX века на примере сюжета робинзонады видно, что техника как искусство работы с новым касается не только новых физических объектов, но и новых ментальных объектов. Подобно тому, как новые физические объекты подчиняются физическим законам и тем самым освобождаются от создателя, новые ментальные объекты подчиняются законам ментального пространства, законам сознания, освобождаясь от автора и воздействуя на него: это уровни техники, определяемые типом знаковой системы, языком. В этом отношении новые робинзоны противоположны маугли и другим персонажам, лишенным языка и тем самым – лишенным доступа к техническому творчеству в широком смысле.

Литература

1. Биой Касарес Адольфо. Изобретение Мореля. Дневник войны со свиньями. Романы. Рассказы. Пер. с исп. СПб.: Симпозиум, 1999.
2. Дессауэр, Ф. К философии техники. Что есть техника? – Термин и сущность [Текст] / Ф. Дессауэр. Пер. с нем. А.Ю. Нестерова // Онтология проектирования. – Т. 6. - № 3 (21.) – 2016. – С. 390 – 406.
3. Лем, С. «Робинзонады» / С. Лем // Абсолютная пустота [Электронный ресурс]. - URL: http://modernlib.ru/books/lem_stanislaw/robinzonadi/
4. Нестеров, А.Ю. Техническое сознание как семиозис. Постановка задач [Текст] / А.Ю. Нестеров // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Гуманитарные, общественные, педагогические науки. – № 2(2). – 2016. – С. 22-29.



С.Г. Крейдич

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ПРОБЛЕМНОЕ ПОЛЕ ЭТИКИ НОВЕЙШЕГО ВРЕМЕНИ.

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Одним из самых главных навыков, что призван сформировать в процессе получения высшего образования курс философии, является умение давать практические определения и навык прогнозирования аксиологических коллизий для того или иного типа сознания.

Как поле применения этих навыков, столь важных для всякого, желающего называться образованным человека, выступает такая область философских знаний, как этика.

Во-первых, следует чётко определять любое понятие или явление, а определение одной широкой абстракции через другую не менее широкую абстракцию является либо залогом будущих споров и дискуссий, либо прямым свидетельством манипуляции.

Например, совершенно нефункционально столь же знаменитое, как и бесполезное определение философии как любви к мудрости. Что есть мудрость? Житейский здравый смысл? Приобретённый опыт? Познания в гуманитарной сфере? Умение устанавливать связи между абстракциями? И не меньше недоумений вызывает оставление на интуитивное понимание аудитории такого понятия, как «любовь». Как следует любить мудрость? Как мама любит своё дитя? Как болельщик любит начало мирового чемпионата? Как алкоголик любит спиртное? Как патриот любит Родину? А вот если вспомнить, что для Античности не было разницы заниматься философией или заниматься геометрией, поскольку обе они есть в равной мере и степени науки; для Средневековой мысли философия была служанкой теологии; а Немецкая Классика имела своей фундаментальной интенцией построение картины мира на фундаменте Чистого Разума, без апелляции к какому бы то ни было авторитету, то мы получим целых три определения философии, каждое из которых вполне определённо очерчивает круг её задач и компетенций.

Во-вторых, знакомство с этикой позволяет в известной степени прогнозировать поведение человека, если удалось верно определить его этическую позицию и доминирующую ценность в его картине мира. В этом плане будут вечно актуальны классические античные определения, восходящие к Аристотелю и Цицерону: «Для точного перевода аристотелевского понятия этического с греческого языка на латинский Цицерон сконструировал термин «*moralis*» (моральный). Он образовал его от слова «*mos*» (*mores* – мн.ч.) – латинского аналога греческого «этнос», означающего характер, темперамент, моду, покрой одежды, обычай. Цицерон, в частности, говорил о моральной философии, понимая под ней ту же область знания, которую Аристотель называл этикой» [Гусейнов



А.А., Апресян Р.Г. Этика, стр. 9-10]. Т.е. мы носим нашу мировоззренческую позицию как привычную одежду, и вполне возможно спрогнозировать, в каких ситуациях та или иная одежда будет уместна, а где, как минимум, вызовет вежливое недоумение. Так, к примеру, для знакомого с классическими этическими моделями человека будет очевидно, что любой восторженный неопит, жадно постигающий основы той или иной религиозной практики, рано или поздно неизбежно будет вынужден решать для себя проблему теодицеи (даже если сейчас его религиозный опыт целиком состоит из экстатических переживаний и он никогда не изучал и не будет изучать греческий язык).

И тут вечно актуальным будет рассуждение из «Этики» Аристотеля: «Обсуждать все мнения, вероятно, бесполезно, достаточно обсудить наиболее распространённые или же такие, которые, как кажется, имеют известные основания» [Аристотель Этика, стр. 43]. Т.е. вполне рабочим методом для поиска собственной философии как способа жить может быть вдумчивое знакомство с уже тщательно продуманными ещё до нашего рождения моделями этики прошлого.

Поскольку жанровые ограничения данного исследования предполагают весьма жесткие требования к объёму работы, далее предметом рассмотрения будут выступать мировоззренческие коллизии религиозного сознания, живущего в веке технологий. С одной стороны, религиозный человек имеет весьма прочные основания видения мира и поведения в нём, изложенные в священном тексте (т.е. всё происходит по Аристотелевскому методу: исследуй модели, доказавшие свою практическую значимость в прошлом, и пользуйся ими). Но в то же время, в нашу эпоху текст Откровения оказывается неполным и недостаточным для получения точных рекомендаций по отношению, например, к клонированию или к вопросам Искусственного Интеллекта. «Человек совести в одиночестве защищается от превосходящей силы моральных дилемм, требующих решения. Но масштаб конфликтов, в которых он вынужден выбирать – без совета и поддержки, обращаясь только к собственной совести, - разрушает его» [Бонхеффер Д. Этика, стр. 54].

В этом плане коллизии религиозного сознания выглядят очень перспективными в ситуации XXI века, когда «практическая философия» необходима, религиозная аксиология признаётся мировоззренческой доминантой, но древние тексты не предполагают наличия ситуации столкновения с Искусственным Разумом, и религиозная Традиция не даёт верующему однозначного ответа, как относиться в Искусственному Интеллекту, является ли его развитие благословением человечества, или же, наоборот, станет его проклятием, как это уже неоднократно предрекали в кинематографе и литературе.

Литература

1. Аристотель. Этика. М., АСТ, 2004г.
2. Бонхеффер Д. Этика. М., ББИ, 2013г.
3. Гусейнов А.А., Апресян Р.Г. Этика. М., Гардарики, 2004г.



Н.Ю. Кривопалова

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ РОССИЙСКОЙ ПРОВИНЦИАЛЬНОЙ ИНТЕЛЛИГЕНЦИИ В НАЧАЛЕ XX В

(Самарский университет)

Одной из важных проблем изучения истории российской интеллигенции является определение стадии развития региональных ее групп на различных исторических этапах. Это предполагает проведение конкретно-исторического исследования социальной структуры и деятельности интеллигенции российской провинции в соответствующий период.

Наиболее эффективным методом такого исследования, на наш взгляд, является *системно-исторический анализ*, заключающийся в осуществлении конкретно-исторического анализа интеллигенции в двух основных аспектах: с точки зрения понимания ее как социальной группы, имеющей свой состав и структуру, совокупность внешних связей, обуславливающих ее место в обществе определенного периода в специфических условиях региона, а также с точки зрения анализа основных видов и результатов деятельности интеллигенции в разных сферах жизни общества на конкретном этапе развития России [1].

Для определения стадии развития провинциальной интеллигенции ключевым является вопрос об уровне развития российского общества в соответствующий период [2]. Применительно к началу XX в., в России не были завершены процессы складывания всех составляющих капиталистического общества, в том числе его социально-классовой структуры, закономерным элементом которой становится относительно многочисленная социальная группа интеллигенции [3]. Следовательно, в этот период российская интеллигенция в целом и провинциальная ее часть, вероятно, находилась на завершающей стадии своего формирования. Критериями завершенности формирования интеллигенции как особой социальной группы, на наш взгляд, могут быть следующие признаки: 1) существование типичных профессиональных слоев интеллигенции; 2) реализация интеллигенцией ее основных функций (создание, хранение и трансляция духовных ценностей); 3) реализация социальной активности интеллигенции в форме общественных и политических организаций; 4) воспроизводство интеллигенции в высших учебных заведениях; 5) преобладание в составе интеллигенции лиц с высшим образованием.

Представленные критерии применялись в процессе изучения интеллигенции Самарской губернии в начале XX в. В ее социальном составе было выделено пять основных профессиональных слоев и соответствующих им профессиональных групп: 1) интеллигенция, связанная с социальной сферой, – учителя и преподаватели, медицинские работники; 2) интеллигенция сферы экономики – агрономы, ветеринары, инженерно-технические работники; 3) юридическая интеллигенция – адвокаты; 4) журналистская и редакционно-издательская интеллигенция – журналисты и литераторы; 5) художественная интеллигенция –



художники, архитекторы, актеры и музыканты. Необходимо отметить, что социальный состав самарской интеллигенции имел свои особенности, связанные с экономической спецификой аграрного региона и степенью его развитости, с наличием типичных профессиональных слоев интеллигенции и с количественным соотношением профессиональных групп между собой [4].

Особенности российской провинции начала XX в. дали основания для широкого понимания социального состава интеллигенции, в том числе провинциальной интеллигенции Самарской губернии, и включения в нее не только специалистов с высшим образованием (их были единицы), но и со средне-специальным. В провинции в условиях безграмотности большинства населения средняя и даже начальная специальная подготовка давала уровень образованности и общей культуры, принципиально отличающий его носителей от остального населения, который объективно выдвигал их на роль субъекта культурного просветительства и позволял формировать новую социальную среду в городе и деревне, а значит – выполнять функции интеллигенции.

Конкретно-исторический анализ профессиональной деятельности основных групп самарской интеллигенции в указанный период позволил выявить целый ряд достижений, имеющих не только важное региональное, но в отдельных случаях – в медицине, ветеринарии и агрономии – и общероссийское значение.

Изучение основных направлений общественной деятельности самарской интеллигенции в рассматриваемый период показало, что они стали приобретать организационные формы. Это выразилось в создании и деятельности культурно-просветительских, научно-просветительских, политических и благотворительных организаций, в которых интеллигенция играла ведущую и определяющую роль, а также выполняла свои главные социальные функции по созданию, сохранению и передаче духовных ценностей населению провинции.

Таким образом, системно-историческое исследование социальной структуры и деятельности провинциальной интеллигенции в начале XX в. на материалах Самарской губернии как целостного региона привело к выводу, что в соответствии с предложенными критериями она находилась на завершающем этапе своего формирования, так как: 1) она была представлена, хотя не всеми, но уже большинством своих типичных профессиональных слоев, однако отсутствовала научная и вузовская интеллигенция, а также интеллигенция сферы хранения культуры (работники библиотек, архивов и музеев); 2) интеллигенция успешно осуществляла свои основные социальные функции в профессиональной и общественной деятельности; 3) были созданы общественные организации интеллигенции в просветительской, научной и благотворительной сферах, интеллигенция активно участвовала в создании и деятельности партийных организаций; 4) однако в Самарской губернии до 1917 г. не было создано высшего учебного заведения, необходимого для воспроизводства интеллигенции, и наконец, 5) в составе интеллигенции еще преобладали лица со средним специальным образованием.



Литература

1. Блауберг И.В. Системный подход как предмет историко-научной рефлексии // Системные исследования: Методологические проблемы. Ежегодник. – М., 1973. С. 7-19.
2. Астахов М.В. Советское общество накануне Великой Отечественной войны: проблема социальной сущности // Проблемы истории Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. Вып. 8. – Самара, 2005. С. 5-8.
3. Салова С.В. Буржуазия России в годы первой мировой войны 1914 – 1917 гг.: историко-региональный аспект – Самарская, Симбирская, Саратовская губернии. – Самара, 2005. 243 с.
4. Кривопалова Н.Ю. Российская провинциальная интеллигенция в 1907–1914 гг.: социальная структура и деятельность (на материалах Самарской губернии). – Самара, 2009. 230 с.

Д.А. Комаров, А.М. Кузенная

ПРОБЛЕМА ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва (Самарский Университет)

В современном обществе результатом «информационной революции» становится перенос личности человека в Сеть. Под Сетью в данном случае понимается глобальная сеть Интернет, «всемирная паутина», и в этом отношении она действительно является паутиной, собирающей сведения о пользователях и составляющей их портреты на основе этих сведений.

Сбор данных о конкретном пользователе осуществляется постоянно, при этом каждый его запрос, переход по ссылкам и оцененная статья дополняют характеристику, добавляют детали к его психологическому портрету, составленному на их основе. Портрет конечного пользователя влияет на релевантность поиска, то есть при следующем запросе в сети пользователь увидит то, что, по мнению поисковика, его больше всего заинтересует. Цитируя Марка Цукерберга, основателя Facebook, «Белка, умирающая на вашем дереве, может быть куда более релевантна для вас в данный момент, чем люди, умирающие в Африке». Таким образом, в какой-то момент времени неоднократно поинтересовавшись политикой, вы будете видеть новости о политике; задав вопрос о футболе – начнете видеть предложения о ставках на матчи и т.п.

Вследствие этого возникает эффект, названный «информационным пузырем». Понятие очень похоже на «информационный вакуум», но, в отличие от вакуума, с информационным пузырем знакомы не многие. Также информационный пузырь называют «пузырем фильтров (filter bubble)». Это понятие введено Илаем Парайзер [1]. В качестве основной идеи пузыря фильтров он рассматривает мысль о том, что фильтрация и персонализация ограничивает ко-



нечного пользователя от новых идей, важной информации, и создают иллюзию того, что его сформированное мнение, так или иначе, является истинным.

Существует несколько точек зрения по поводу пользы и вреда персонализации данных. С одной стороны, такая персонализация полезна пользователю, так как обеспечивает «умный» поиск, то есть показывает то, что он чаще всего просматривает, ищет, обсуждает. К сожалению, на этом плюсы этого эффекта заканчиваются. Некоторые авторы [2] в качестве главного минуса выделяют то, что с помощью информационного пузыря можно формировать общественное мнение, показывая пользователям необъективную информацию, и таким образом их контролировать. Также иногда с эффектом пузыря связывают вновь обретающую популярность «информационные войны», ситуации, когда с помощью масс-медиа обществу внушают определенные настроения, выгодные «воюющим» сторонам.

С точки зрения философии, познание определяет человеческую сущность. Но будет ли человек развивать свою сущность, находясь в пузыре фильтров, ведомый огромными корпорациями (Google, Facebook, New York Times и т.п.) и познающий только предложенную информацию?

В наше время данный вопрос является настоящей проблемой, так как избежать информационного пузыря, находясь в сети, практически невозможно. Была предпринята попытка борьбы с системой [3]: трое разработчиков – профессор Хелен Ниссенбаум, художник Дэн Хоув и дизайнер Цур-Авив – создали программный продукт под названием AdNauseam (лат. «До отвращения»). Это дополнение, установленное в браузер, в фоновом режиме без помех для пользователя кликает по всей предложенной ему рекламе, таким образом портя статистику и делая пользователя абсолютно не имеющим ценности в глазах рекламы и торговли. За таким поведением невозможно увидеть психологию, и в базы данных поступает непригодный для анализа шум. Пользователи дополнения сливаются в толпу существ без индивидуальных особенностей и черт, создавая напряжение в механизмах анализа и подбора данных.

К сожалению, приложение не осталось без внимания такого крупного игрока, как Google. Компания установила запрет на использование дополнения в своем браузере. Таким образом, следует сделать вывод об огромной значимости информационного пузыря для информационных гигантов.

Описанное явление является основой создания нового мира, индивидуального для каждого конечного пользователя. Будет ли такой мир развиваться и позволит ли познавать себя человеку – сказать чрезвычайно сложно. Однозначно ясно, что такой прогресс предоставляет возможность исправления самой «человеческой природы» с помощью влияния на познание человеком этого мира.

Литература

1. Eli Pariser. The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You. – New York: Penguin Press, 2011. – 304с.



2. Etan Zuckerman. Rewire: Digital Cosmopolitans in the Age of Connection. – AdMarginem, 2015. – 320с.
3. Carrie McLaren, Jason Torchinsky. Ad Nauseam: A Survivor's Guide to American Consumer Culture. – Farrar, Straus and Giroux, 2009. – 368с.

У. Каримов

ИНФОКОМТЕХНОЛОГИИ (ИКТ) ФОРМИРОВАНИЕ ДУХОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИЧНОСТИ

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии, Узбекистан)

Сегодня человечеству навязывается культура, лишенная духовного измерения, создается глобальное потребительское общество. В экономике сложилась гендерная асимметрия, приведшая к скрытой дискриминации женщин в сфере управления.

Афоризм с горькой правдой «По сравнению с мужчиной женщина должна быть вдвое лучше, чтобы добиться вдвое меньшего». Большая стрессогенность женщин вызвана совмещением семейных и профессиональных ролей. Для женщин существует проблема совмещения семьи и карьеры.

Духовность – идеальная потребность познания мира, себя, смысла и назначения своей жизни. Человек духовен в той мере, в какой он задумывается над этими вопросами и стремится получить на них ответ. Лев Толстой считал лучшим из людей того, кто живет преимущественно своими мыслями и чужими чувствами. Самым худшим – человека, эгоистически ориентированного на себя, подчиняющего свои суждения не объективной истине, а выгодным для него взглядам. Формирование духовных потребностей личности является важнейшей задачей воспитания.

Духовность – это комплексное понятие, включающее, прежде всего, высокую нравственность, душевность а также стремление совершенствоваться, приносить пользу людям, нести свет знаний и практических результатов своей деятельности окружающим. Это высокие человеческие качества: трудолюбие, честность, справедливость, доброта, здоровый образ жизни, гармония души и умаЭто развитие в себе лучших качеств, заложенных природой, на пользу себе и людям и самореализация как высшая потребность личности.

Духовное есть особый, высший результат материальной, общественно-исторической практики людей.

Духовная жизнь общества – общественное сознание выступает как отражение общественного бытия. В то же время духовная жизнь активно воздействует на общественную жизнь, на практическую деятельность человечества.

Духовное производство – понятие, введенное Карлом Марксом для характеристики производства идей, знаний, представлений, художественных ценностей. Является составной частью общественного производства, представ-



ляющего единство материального и духовного производств. Духовное производство носит исторический характер, представляя собой духовную деятельность, облеченную в определенные общественные формы [47]

Психика – системное свойство высокоорганизованной материи, заключающееся в активном отражении субъектом объективного мира, в построении субъектом неотчуждаемой от него картины этого мира и в саморегуляции субъектом на этой основе своего поведения и деятельности. Материальный субстрат психики – органы чувств и высшие нервные центры.

Психология – наука о закономерностях развития и функционирования психики как особой формы жизнедеятельности.

Социальная психология – отрасль психологии, изучающая закономерности поведения и деятельности людей, обусловленные фактом их включения в социальные группы, а также характеристики самих этих групп.

Социальная психология как наука включает в себя следующие основные разделы: закономерности общения и взаимодействия людей (в частности, роль общения в системе общественных и межличностных отношений); психологические характеристики социальных групп, как больших (классы, нации), так и малых (где изучаются такие явления как сплоченность, лидерство, процесс принятия групповых решений и др.); психология личности (сюда, в частности, относятся проблемы социальной установки, социализации и др.); практические приложения социальной психологии.

Мир вступил в третье тысячелетие. Человек, оставаясь частью природы и биологическим существом, эволюционирует главным образом не физически, а умственно. Интеллект (ум), а не физическая сила, интеллектуальный (человеческий) потенциал, а не природные богатства и физическая искусственная среда, созданная трудом предшествующих поколений, становится показателем силы и процветания государства. Интеллектуальная (безотходная, ресурсосберегающая, экологически чистая, наукоемкая, инновационная) экономика, а не традиционная материало- и энергоемкая (с большим количеством затраченных ресурсов и отходов, энергии, загрязняющая экологическую среду, зачастую копирующая чужие устаревшие разработки) становится путем развития наиболее научно- и технологически развитых стран мира, к примеру, Японии и США. И чрезвычайно актуальной становится проблема усиления интеллектуального потенциала страны, прежде всего ее молодежи – как будущего нации. Этот потенциал признается передовыми странами в качестве их главного национального достояния.

Задаток, склонность, способность, одаренность, талантливость, гениальность... Сколько характеристик степени развития интеллекта применяем мы в нашей жизни? И часто даже на государственном уровне смешиваем некоторые из этих понятий или заменяем одно другим, используя их как синонимы, например, одаренность и талантливость. Хотя это – вовсе не одно и то же. Поэтому точность и четкость определений позволяет более точно и четко нацелить на приоритеты и в интеллектуальном воспитании молодежи. А терминология яв-



ляется в науке первейшим делом. По-видимому, в определении и трактовке интеллектуального (умственного) потенциала также необходим научный подход.

В идеале желательно выращивать гениев. Но они очень редки. Гении – это люди, добившиеся исторически значимых – эпохальных результатов в какой-либо деятельности, совершившие, как мы говорим, переворот в какой-либо сфере, или основавшие новую сферу человеческой деятельности, и поэтому признанные всем человечеством. Примерами гениев с древнейших времен до наших дней являются Архимед, Платон, Сократ, Улугбек, Ньютон, Менделеев, Винер и другие. Каждый назовет гениев в литературе, искусстве, но далеко не каждый назовет их в технике и экономике. В истории человечества были и универсальные гении, проявившие себя в разных областях – так называемые энциклопедисты. Среди них Аристотель, Ибн Сино (Авиценна), Беруни, Ломоносов и другие. Гениев будет тем больше, чем больше будет талантов.

Талант – это реализованная одаренность, проявившая себя в общественно значимых результатах деятельности. А одаренность (дар от Бога) – это повышенный уровень развития по сравнению со сверстниками, умение делать что-либо лучше большинства из них и даже лучше их всех.

Различают общую (умственную) одаренность и специальные типы одаренности, более или менее связанные общей одаренностью: техническую, художественную, социальную, спортивную. Каждый из типов общей или специальной одаренности (а он соответствует понятию «группы способностей»), в свою очередь, подразделяется на виды, а каждый из видов может рассматриваться в качестве специальной способности. Таким образом, имеется целая палитра одаренности.

Так, общая (умственная) одаренность или группа умственных способностей делится по предметному признаку на *математическую* и *гуманитарную*. При определенном развитии каждый из этих видов учебных способностей может сложиться в соответствующую специальную «математическую» (научно-исследовательскую, техническую) или «гуманитарную» (художественную) одаренность.

Техническая одаренность включает два основных вида (способности): инженерную (с подвидами: конструкторско-изобретательская, технологическая и т.п.) и техническое мастерство. *Художественная одаренность* подразделяется на литературную, музыкальную, хореографическую и т.п. *Социальная одаренность* включает в себя правовые, педагогические, организаторские, экономические, коммуникативные способности в различных сферах жизни общества. Особый вид представляет одаренность доброты, человеколюбия. *Спортивная одаренность* включает в себя легкоатлетическую, тяжелоатлетическую, гимнастическую, плавательную и т.п. группы способностей. Конечно, все эти типы и виды одаренностей не изолированы друг от друга. Так, человек может обладать какой-либо специальной группой способностей, а может быть одаренным в отношении целого ряда (группы) родственных способностей (например, художественных: быть и живописцем, и скульптором и т.п., как великий Леонардо да Винчи; спортивных: быть футболистом, хоккеистом и т.п., как легендарный



спортсмен Всеволод Бобров). Вместе с тем, все типы одаренности обязательно предполагают определенный уровень умственной (общей) одаренности. И чем этот уровень выше, тем, при прочих равных условиях, более плодотворной и одухотворенной окажется деятельность в той или иной специальной сфере.

Понятие «одаренный» - более широкое, чем «талантливый». Считать их синонимами неправомерно. «Одаренные» (дети и молодежь, и вообще любого возраста люди) покрывают весь диапазон «талантливые». Всякий талантливый ребенок (и вообще человек любого возраста) является вместе с тем и одаренным. Но не каждый одаренный может быть назван талантливым. Некоторым одаренным детям (а также юношам и девушкам) еще предстоит достичь уровня талантливости, т.е. развить одаренность до таланта. Но далеко не всем, увы, это удастся!

Многие исследователи вкладывают в термин «талантливый» специфическое значение, а именно: обладающий группой способностей к какой-либо специальной деятельности (музыкальной, художественной, литературной, технической, научной, спортивной, социальной), причем эти способности уже в значительной степени успели реализоваться в конкретных общественно полезных и значимых продуктах (результатах). В данный термин обычно вкладывают еще два признака: наличие выраженного творческого начала и доминирование врожденных качеств (задатков).

В таком понимании шестилетний Моцарт, совершающий вместе с отцом концертное турне по европейским странам, – несомненно, талант (творчески реализованная способность), хотя еще и не гений. Гением же он станет в итоге исторических эпохальных результатов исполнительской и композиторской деятельности на протяжении всей своей жизни и признания его не только в одной или нескольких странах, но всем человечеством. К сожалению, большинство гениев получает признание не при жизни, а лишь после смерти – с высоты времени.

С.А. Лишаев

УСКОЛЬЗАЮЩИЙ ВОЗРАСТ (ЗРЕЛОСТЬ КАК ПРЕДМЕТ ФИЛОСОФСКОЙ РЕФЛЕКСИИ)¹⁸

(Самарский университет)

Хотя со времен античности философы время от времени обращались к теме возраста, углубляться в ее разработку они не стремились. Их интересовал человек как таковой («человек вообще»), а темпоральная структура жизни рассматривалась не сама по себе, а в связи с обсуждением вопросов воспитания, образования, государственного и общественного устройства, взаимодействия

¹⁸ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 15-03-00705 («Философия возраста в горизонте герменевтической феноменологии»).



поколений и т.д.¹⁹. Становление философии возраста как особой области философских исследований началось всего несколько десятилетий назад. При этом разработка разных сегментов новой дисциплины проходила и проходит неравномерно. Одни участки возрастного трека привлекают к себе больше внимания исследователей (старость), другие – меньше (детство, молодость), третьи (зрелость) находятся на его периферии, в серой зоне подразумеваемого. Специальные работы по философии зрелости сегодня отсутствуют²⁰. Зрелость тематизируется лишь в тех исследованиях, которые посвящены возрастной структуре жизни в целом, поскольку это предполагает их целевая установка, но таких трудов в нашей литературе не много²¹. Выступая в качестве мерила роста (взросления) и старения, зрелость остается одним из наименее изученных периодов жизни. Ее анализ – первоочередная задача философии возраста.

Однако прежде чем перейти к экзистенциально-феноменологическому описанию зрелости, необходимо осмыслить причины, по которым в ее изучение инвестировалось значительно меньше исследовательских усилий, чем в другие возрасты. К данному вопросу примыкает еще один вопрос. Не подлежит сомнению тот факт, что философы разных эпох, рефлексировав над человеческой природой, отправлялись от представления о зрелом человеке, а не о ребенке или старике; если это так, то не следует ли отнести размышления о родовой сущности человека к философии зрелости? Начнем с ответа на второй вопрос, а затем перейдем к вопросу о причинах «пренебрежения зрелостью» со стороны тех, кто занимается философским анализом возраста.

1. Человек вообще и человек зрелый. Мы исходим из того, что отождествление рефлексии над «человеческой природой» как таковой с аналитикой зрелости как возраста не корректно. Рефлексия над сущностью или существованием «человека вообще» отличается от размышлений о специфике зрелости. В последнем случае мы перемещаемся из онтологии, гносеологии, социальной философии в особую область философской антропологии. Внимание в этой области антропологического знания сфокусировано не на том, что отличает человека от иного, неприсутствиеразмерного сущего, не на онтологических (и иных) условиях понимающего существования, а на возрастных модусах существования, на их внутренней структуре, на темпорально заданном рисунке человеческой жизни, взятой как в целом, так и в своих особых расположениях. Философию возраста интересует не то, что отличает человека от животного или робота, а то, *чем человек*, взятый в темпоральном развороте его жизни, *отличается от самого себя*. В философии возраста человек рассматривается как единство во множестве отличных друг от друга возрастных образов. Различия возрастных модусов человека определяются темпоральными, соматическими, социальными

¹⁹ Подробнее о предыстории и истории философии возраста см.: [4].

²⁰ Исключение составляет работа В. И. Красикова [3].

²¹ См.: [5; 1; 2].



ми, культурно-историческими и иными «околичностями» его существования, целями, которые он перед собой ставит, а также производимой им оценкой возрастных параметров собственного бытия и рефлексией над возрастным этосом («Кто я по возрасту? Что мне делать теперь, когда мне N лет? Что значит быть старым/молодым/зрелым?»).

Зрелость в философии возраста – одна из фаз возрастного метаморфоза, проходя через который, человек исполняется в качестве человека. Существо зрелости может быть прояснено в ходе ее феноменологической дескрипции и сопоставления способа бытия зрелого человека со способами, характерными для других возрастов. Результаты анализа родовой сущности человека и универсальных характеристик его экзистенции могут и должны использоваться в анализе зрелости, но заменить его они не могут.

2. Зрелость: обычное в кругу особенного. Перейдем к ответу на вопрос о причинах уклонения философов от анализа зрелости.

1. Неприметный возраст. Слабая изученность зрелости объясняется тем, что человеческое внимание, когда оно не связано необходимыми, насущными предметами каждодневной заботы, привлекает то, что воспринимается как особенное, отклоняющееся от нормы. В социальном порядке жизни доминируют люди «среднего возраста». Это самый многочисленный, занимающий (по годам) около половины жизни, и, несомненно, самый влиятельный, наделенный «правом решающего голоса» возраст. Старость, детство и молодость привлекают внимание потому, что это особые по сравнению со средним возрастом возрастные формации. Зрелость *неприметна* так же, как неприметно все, что воспринимается как норма. Зрелость (особенно для людей среднего возраста) сливается с представлением о «просто человеке». Как что-то особенное, привлекающее внимание, возраст соотносится с тем, что было «до» и будет «после» зрелости.

2. Люди, о которых можно не беспокоиться. «Неприметность» зрелости определяется также тем, что это наименее проблемный возраст. О зрелых людях никто не беспокоится; они самостоятельны, экзистенциально и социально ответственны в той мере, в какой это возможно для человека. Возраста «до» и «после» зрелости представляются особенными не в последнюю очередь потому, что требуют заботы и внимания со стороны близких и дальних. То, что беспокоит, останавливает на себе внимание, в том числе – внимание исследовательское. Чтобы кому-то помочь, необходимо понять того, кто нуждается в помощи, понять, чем ему можно помочь и как это сделать.

3. Возрастная идентичность философа и проблематика зрелости. Большинство представителей академического сообщества – люди «среднего возраста». Зрелость для них – это прозрачное стекло, сквозь которое они смотрят на окружающий мир и на самих себя, но которого чаще всего не замечают, которое для них невидимо или почти невидимо. Возрастная оптика молодых и старых не столь прозрачна, как оптика зрелых. Взор юных проходит сквозь цветные стекла мечты о великом будущем, а взор стариков окрашивают воспоминаниями об ушедшем (о прекрасном и невозвратимом прошлом). На возрастную



составляющую в мировосприятии и поведении молодых и старых людей трудно не обратить внимания. Но зрелость не такова. Она выдвигает на первый план настоящее как свое доминантное время. А настоящее – наиболее «прозрачное» измерение времени, это то, что есть. Доминирование настоящего побуждает философов к размышлениям не о зрелом возрасте, а о человеке как таковом. В том случае, если возникает необходимость тематизировать возрастной аспект существования, их вниманием завладевают старость, детство и молодость, а не близкая, но ускользающая зрелость.

Для мыслителя как человека средних лет зрелость – это «нулевой возраст». Проблемы, которые встают перед зрелым человеком, не рассматриваются в качестве возрастных проблем. Вот почему требуется осознанное усилие для того, чтобы сфокусировать внимание на зрелости как особом отрезке темпорального трека жизни, а затем исследовать его экзистенциальную структуру и межвозрастную динамику.

4. *Логика освобождения и конфигурация внимания.* Еще одна причина равнодушия философов к проблематике зрелости лежит в области преднаходимых современным человеком культурно-политических настроек внимания. Начиная со второй половины восемнадцатого столетия, в европейской культуре укрепляются (первоначально в узком кругу философско-литературной элиты, затем – во все более широких кругах общества) идеологические постулаты Просвещения, фокусирующие внимание на освобождении индивидуума от власти надиндивидуальных структур (будь то капитал, государство, идеология, церковь и т.д.) и – шире – от господства данного, не самим индивидом установленного. Кто-то и сегодня полагает, что борьба еще не завершена, что есть еще кого/что освободить от притеснений (борьба за права женщин, детей, стариков, ЛГБТ сообщества, подопытных (лабораторных) животных, за сохранение природы и т.д.), другие исходят из того, что эпоха модерна закончилась, и мы живем после модерна, «после оргии» (после взрывного освобождения от запретов и ограничений), как полагал Ж. Бодрийяр.

Хотя сфера возрастных различий не была артикулирована в качестве одной из целей борьбы за права человека, она, тем не менее, также оказала влияние на конфигурацию исследовательского внимания в философии возраста. Если логику борьбы за свободу распространить на возрастную структуру жизни в том виде, в каком она существовала на момент перехода от традиционного общества к обществу модерна, то привилегированным возрастным «классом» придется признать зрелость и раннюю (не дряхлую) старость, а угнетенными «классами» – детей и молодых людей. Не случайно борьба за освобождение неполноправных возрастов началась одновременно с борьбой за освобождение женщины, то есть в восемнадцатом столетии. Знамя борьбы за право ребенка быть ребенком, за уважение к его личности, за признание суверенитета чистой, заповедной страны детства поднял Ж.-Ж. Руссо. Движение за освобождение «репрессированных» возрастов продолжили романтики, сделавшие ставку на юность. Борьба за законные права детей и молодежи продолжается до сих пор, только ведут ее не столько философы и писатели, сколько государство и обще-



ственные организации. Логика эмансипации в духе либеральных и социалистических идей питает интерес к тем, чья свобода и права ограничены. Эта логика работает на поддержание интереса к «слабым» возрастам: к детству, молодости и старости. Противопоставление открытых новому, восприимчивых к переменам детей и молодых людей консерватизму среднего и старшего возрастов остается одной из пружин современного (либерального в своей основе) общественного сознания. В силу того, что политический взгляд на возраст неявным образом инкорпорирован в исследования по философии возраста, он оказывает определенное влияние на распределение исследовательского внимания между разными возрастными группами. И зрелость тут явно не приоритетный предмет для возрастного анализа.

Литература

1. *Косилова Е. В.* Философия возраста: Взаимосвязь экзистенциального и познавательного взросления человека. – М.: ЛЕНАРД; 2014. – 160 с.
2. *Красиков В. И.* Синдром существования. – Томск, 2002. С. С. 9-126.
3. *Красиков В. И.* Трагифарс, или Осень среднего возраста // *Красиков В. И.* Конструирование онтологий. Эфемериды. – М.: Водолей Publishers, 2007. С. 120-147.
4. *Лышаев С. А.* Возраст в истории европейской философии (историческое введение в философию возраста) // *Mixtura verborum'* 2014: жизнь в параллельных мирах. Философский ежегодник. – Самар. гуманит. акад. – Самара, 2015. С.172-200.
5. *Пигров К. С., Секацкий А. К.* Бытие и возраст. Монография в диалогах. – СПб.: Алетейя, 2017. – 250 с.

А.Ю. Нестеров

ОНТОЛОГИЯ И МЕТАФИЗИКА ТЕХНИКИ: СЕМИОТИЧЕСКИЙ ПОДХОД²²

(Самарский университет)

В докладе обсуждается онтология техники (технического сознания) в виде схемы, связывающей среды семиозиса (или «миры» в смысле Поппера), и метафизика техники в виде границ осуществления семантического правила в том или ином «мире».

Соотношение «онтологии» и «метафизики» понимается в смысле Р. Ингардена. Онтология техники в общем смысле – это набор предпосылок, обеспечивающих возможность техники. Метафизика техники – это следствия, вытекающие из предпосылок, но пока не осуществлённые. В смысле аналитической философии онтология техники – это набор правил, посредством которого зада-

²² Статья выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, проект МД-6200.2016.6 "Семиотические основания техники и технического сознания".



ются понятия техники, технического, технического сознания и т.п.; метафизика техники – это один из способов работы с правилами; само понятие «техника» подразумевает артефакты в пространстве и времени, включая навыки, необходимые для их создания, трансформации и употребления.

Онтология техники раскрывается в вопросе о её сущности. Сущность техники – в осуществлении нового, новизны в том или ином материальном субстрате. Определение сущности техники осуществляется либо платонистски (Ф. Дессауэр), либо конструктивистски (Г. Рополь). Платонизм подразумевает, что сущность техники предшествует существованию конкретных материальных артефактов и располагается в особом мире («четвёртое царство» у Ф. Дессауэра, ему созвучен, хотя и без упоминаний о собственно технике, «третий мир» К.Р. Поппера), формы которого переносятся человеком в субстрат физической, наблюдаемой действительности. Конструктивизм подразумевает, что каких-либо преданных [praestabliert] форм для технических решений не существует, и соответственно, особого мира для них тоже нет: технические объекты в пространстве и времени создаются проективной человеческой деятельностью.

В обоих классических случаях определения сущности техники она предстаёт как форма рефлексии, как проективный семиозис, в котором взаимодействуют фантазия, исчисление и законы физического мира. Семиотическое выражение контрверзы платонизма и конструктивизма показывает, что техника как проективная деятельность имеет дело с опытом (в смысле памяти), как он получен в рецептивных актах познания и сформулирован в виде «знаний» (как обоснованных истинностных убеждений), и с навыками фантазии, логического мышления (исчисления) и в целом рассудочного представления, с практической реализацией в физическом мире, доступном чувственному восприятию. Соответственно техника – это акт деятельности, обеспечивающий проективное взаимодействие трёх сред семиозиса (разума, рассудка и восприятия) для решения некоторой проблемы, достижения цели, удовлетворения потребности.

Как форма рефлексии и как деятельность техника представима в виде языка, то есть набора семантических, синтаксических и прагматических правил. Правила связывают фантазию, исчисление и физический мир. Если в реалистски определённом познании (например, по Н. Гартману) их взаимодействие носит рецептивный характер – сознание приспособляется и трансформируется под воздействием «внешнего», то в случае рефлексии, то есть творческой и технической деятельности, их взаимодействие является проективным – сознание создаёт «новое» и трансформирует внешнее.

Техническое действие берёт начало в фантазии, продолжается в мышлении и завершается построением объекта в чувственном восприятии. Каждая из этих трёх сред семиозиса обладает собственным набором синтаксических, прагматических и семантических правил. Объективность и иерархическая сложность этих правил – это открытие платонизма; приведение правил разных сред в состояние проективного взаимодействия, способного изменить среду, реальность – это открытие конструктивизма. Представление техники в терми-



нах языка (как семиозиса особого типа) – это претензия семиотического подхода, то есть тема настоящего рассуждения.

В докладе формулируется два общих тезиса касательно семиотического подхода к технике. В первом речь идёт об аналитической традиции (и, соответственно, о семиотике) как последовательном устранении метафор и произвольных аналогий из процедур философствования (М.В. Лебедев). Для этой традиции исключительно полезно привлечение области техники в качестве предметной среды исследований: относительно знания, его форм, равно как и относительно проблемы правила, включая проблему применения правила можно добиться существенно большей ясности при привлечении к обсуждению проблем техники. В равной мере вопросы техники в семиотической перспективе открывают возможности синтеза методов феноменологии и собственно семиотического анализа (предметно такого рода синтез был представлен пока только в области рецептивной эстетики в теории значения В. Изера).

Во втором тезисе речь идёт об аналитической философии техники в её семиотическом выражении. Мы считаем, что под онтологией техники (технического сознания) следует понимать сложноорганизованную процедуру рефлексии, включающую в себя рецептивный и проективный семиозис, осуществляемый инстанциями человеческого сознания, как они фиксируются в любой из философских традиций. Мы говорим о них как о восприятии (физическом мире), рассудке (мышлении), разуме (фантазии, рефлексии), подразумевая онтологический плюрализм и такое представление о человеке, в котором он осуществляет посредством семиозиса взаимодействие между мирами, понимая, что и сами эти миры обладают семиотической природой. Онтологическая схема такого рода связывает инстанции человеческого сознания (или миры) прагматическим правилом, обеспечивающим трансляцию «значений». Соответственно, область метафизики техники – это границы применения семантического правила относительно всех возможных сред проективного семиозиса: от восприятия (физического мира) и рассудка (мышления и исчисления), где де факто технические объекты уже осуществляются, до сферы разума (рефлексии, вымысла и фантазии), в которых технические объекты пока являются областью научной фантастики.

Литература

1. Нестеров А.Ю. Вопрос о сущности техники в рамках семиотического подхода // Вестник СГАУ. – 2015. Т. 14, № 1.
2. Нестеров А.Ю. Эпистемологические и онтологические проблемы философии техники: «Четвёртое царство» Ф. Дессауэра // Онтология проектирования. – № 3 (21), 2016.
3. Энгельмейер П.К. Философия техники. – СПб., 2013.
4. Ястреб Н. А. Эпистемология технического объекта // Философия науки. – №2, 2013.
5. Dessauer F. Streit um die Technik. – Freiburg in Breslau, 1959.



6. Popper K.R. Objective Knowledge: An Evolutionary Approach. – Oxford, 1995.
7. Ropohl G. Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. – Karlsruhe, 2009.

А.Н. Огнев

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ФОРМАЛИЗАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

(Самарский университет)

Развитие информационных технологий представляет собой сложный и многофакторный процесс, в конечном продукте которого в снятом виде присутствуют лимиты разрешимости человеческой мысли в модель практического опосредствования действительности, взятой в аспекте её функциональной полноты. Стратегии оптимизации, задействованные в информационных технологиях, предполагают эффект упреждения незавершённой целостности, благодаря которому содержание не может получить какой-либо иной определённости, кроме той, что предусмотрена исходными тематическими формализмами. Логическая прозрачность модельной ситуации, имеющей значимые с информационно-технологической точки зрения последствия, принадлежит логике как номосу формализации, тогда как нормативный характер логики как таковой сохраняется в статусе непроявленной предпосылки. Именно в этом качестве логические формализмы номотетики моделирования и представляют интерес в онтогносеологическом плане: всякая логика оказывается кодексом нормативов, позволяющих специфицировать моменты условного тождества бытия и мышления. Эта сторона логики не исчерпывается одними только операциональными возможностями, а включает в себе проблему релевантного тематического мотива отражения, но отношение к которому практикуются востребованные прикладные опции, характеризующиеся технологической воспроизводимостью. Речь идёт, таким образом, не о том, как формализуется логическая номотетика в продукте информационной технологии, а о нормативе продуктивности как таковом.

Философский интерес возникает там, где заканчивается область компетенций технологии как таковой – по ту сторону технически-исполнимых и социально-транслируемых решений. Последние воспроизводимы технически и оптимизируемы лишь в той мере, в какой они соответствуют норме спецификации релевантного тематического мотива отражения продуктивности, взятой безотносительно к формализмам её отчуждения в какие-либо конечные продукты, распознаваемые в конфигурациях технологического опосредствования. Общая продуктивность логики раскрывается в онтогносеологическом ключе в той мере, в какой она отражает мыслимость бытия, жизненность самой мысли и условные лимиты их конверсии в модельных ситуациях, в которых формализа-



ция семантики приобретает общезначимую интуитивность. Без понимания сущностной коллизии отражения не может быть логики в том её качестве, которое востребовано технологиями, рассчитанными на возникновение продукта информационного обмена. Вот почему онтогносеологический ракурс логики приобретает актуальность, индекс которой не выводится из обменных курсов частных продуктов информационной технологии. Основоположник онтогносеологической концепции, М.А. Лифшиц писал: «Машина безусловно сильнее в том, что механически-организовано или допускает типовые отклонения. Она предвидит на основании прежнего «опыта», но её прежний опыт не есть опыт, заключающий в себе, наряду с ограниченной стороной, актуальную бесконечность. Предвидимая механическая закономерность обязательно замыкается где-то в конечном начале пути. Эта конечная, сколь угодно большая сумма данных условий, есть её основа» [3, с.89]. И далее: «Бесконечность развития допускает действительное поступательное движение, которое, не выводя из материального мира, выводит за пределы его конечного состояния, взятого в любом, сколь угодно большом числе комбинаций. Комбинациями данного бесконечное развитие не исчерпывается» [3, с.89]. Согласно М.А. Лифшицу, проблема актуальной бесконечности в классическом больцановско-канторовском смысле приобретает критериальную значимость для онтогносеологического ракурса общей продуктивности логики как таковой. Новое как продукт синтеза возникает как действительность парадокса актуальной бесконечности, который может быть распознан на основании аналитических процедур, но который не может быть элиминирован аналитически с помощью логической номотетики, рассчитанной на известные модельные ситуации. Формализуя действительность в модусе распознающей оптимизации, логика отражает в потенциале продуктивности то, что оказывается способным к развитию в качестве нормы спецификации отношения между бытием и мышлением в материале, характеризующимся достаточной комбинаторной квалифицированностью.

Онтогносеологический ракурс предложенного М.А. Лифшицем понимания продуктивности логики подтверждает мысль В.Ф. Асмуса о том, что «свободная в своём развёртывании последовательность представляет математические свойства континуума» [1, с.271]. Логический формализм обладает свойствами продуктивности в той мере, в какой он континуален для квалифицированного набора условий, фиксируемого в той или иной аксиоматике. Это означает, что в самом процессе его функционирования не предусмотрено появление хиагуса на уровне процедурной исполнимости. С абстрактно-метафизической точки зрения такое положение дел было бы равнозначно запрету на новацию, но в онтогносеологическом ракурсе проблема видится иначе: речь должна идти не о хиагусе, а о такой модельной ситуации, в которой постановка вопроса Г. Фреге «Равны ли единицы друг другу?» [6, с.174] получает операциональные санкции. Из сказанного в целом становится понятным, почему при рассмотрении схемы «отражения» в алгебраических терминах Н.А. Гастев считает нужным признать, что «если говорить о каких-либо фиксированных наборах исследуемых свойств и отношений между предметами внешнего мира, то и для их описания вовсе не



необходимо требование изоморфности описания как гарантии его адекватности» [2, с.92]. В свете сказанного становится понятным смысл признания Ш. Серрюса: «От логики ждут слишком многого, когда стремятся вывести её в смысле математики, от математики – слишком малого, если претендуют свести её к логике» [5, с.129]. Онтогносеологический ракурс позволяет увидеть в указанной несоизмеримости тот самый момент действительной новизны, который составляет сущностный аквизит продуктивности, предшествующий отчуждению последней в особенные продукты, подлежащие чисто техническому истолкованию.

Продуктивность логической формализации как специфического проблематизма предстаёт в облики проективного знания, свободного от легенды своей метафизической сакрализации. Сущность проективного знания обладает свойствами мобилизационной дистрибутивности: она распределена в своих атрибутах, но постижима только в том, в чём она позиционируется как аргумент предметности, своего рода «прибавочная действительность», которая предстаёт как развёртывание потенциала технологий (в том числе информационных) в материале, демонстрирующем антагонизм бытия и мышления как семиотическую билатеральность знаковой конфигурации как таковой. В указанной связи семиотический подход к онтогносеологической проблематике логической продуктивности приобретает критическую значимость, ибо само проективное знание требует презумпций, гарантирующих его специфической реализм. Суть этой презумпции исчерпывающим образом выразил А.Ю. Нестеров: «Проективное знание – это и есть техника как материальная рефлексия, сумма технического меньше суммы рецептивного» [4, с.1017]. Именно с учётом названного тезиса и с опорой на комплекс его методологических импликаций в информационных технологиях может быть познан логос, несводимый к операциональным фикциям задействованной в них формализационной номотетики.

Литература

1. Асмус В.Ф. Проблема интуиции в философии и математике. Очерк истории: XVII – начало XX в. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 320с.
2. Гастев Ю.А. Гомоморфизмы и модели. Логико-алгебраические аспекты моделирования. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009. – 208с.
3. Лифшиц М.А. Что такое классика? Онтогносеология. Смысл мира. «Истинная середина». – М.: Искусство XXI век, 2004. – 512с.
4. Нестеров А.Ю. Техническое сознание в концепции университета 3.0: постановка проблемы. // Перспективные информационные технологии. (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – с.1016-1018.
5. Серрюс Ш. Опыт исследования значения логики. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 224с.
6. Фреге Г. Логико-философские труды. – Новосибирск: Издательство Сибирского Университета, 2008. – 283с.



И.К. Стычков

КОНЦЕПЦИЯ ПУБЛИЧНОЙ СФЕРЫ Ю. ХАБЕРМАСА: ЗНАЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ДЕМОКРАТИИ

(Самарский университет)

Классическая работа Юргена Хабермаса «Структурные трансформации публичной сферы. Размышления к категории гражданского общества» (1962г.)²³ посвящена, по существу, осмыслению центрального вопроса демократии – а, именно, вопроса об обеспечении власти народа. По мнению Хабермаса, ключевая роль в этом отношении принадлежит «буржуазной публичной сфере».

В первых современных конституциях, пишет автор, разделы каталога основных прав являлись отражением либеральной модели буржуазной публичной сферы. Они гарантировали общество как сферу частной автономии. Ей противостояла ограниченная несколькими функциями публичная власть, а между ними располагалась область, в которой частные лица собирались вместе в качестве публики и в качестве граждан связывали государство с потребностями буржуазного общества, с тем чтобы (в соответствии с идеей) в рамках публичной рационально-критической дискуссии рационализировать власть как таковую [2, с. 297].

Таким образом, Хабермас рассматривает публичную сферу как политико-коммуникативный феномен, играющий особую роль в оценке качества демократии. В соответствии со своей идеей, отмечает он, «публичность была принципом демократии не потому, что в ней принципиально каждый с равными шансами мог заявить о своих симпатиях, желаниях и взглядах — *opinions*; она могла быть реализована лишь в той мере, в какой эти личные мнения могли сформироваться в общественное мнение в ходе рационально-критических дебатов публики — *opinion publique*» [2, с. 297]. Становление демократии в современной России происходит в условиях формирующегося информационного общества. Поэтому вопрос по поводу информации для демократии является отнюдь не праздным.

Буржуазная публичная сфера, по мнению Хабермаса, сформировалась к середине XIX века. Ее характерными чертами, подчеркивает Ф. Уэбстер, являются: открытая дискуссия, критика действий власти, полная подотчетность, гласность и независимость действующих лиц от экономических интересов и контроля государства. Это была сфера, позволявшая любому желающему рационально обсудить проблему (то есть провести обсуждение или дискуссию,

²³ Отсутствие русского издания данной работы в некоторой степени может быть восполнено реферативным переводом Т. Тягуновой пятой («Социальная трансформация публичной сферы») и шестой («Трансформация политической функции публичной сферы») глав. - Публичная сфера: теория, методология, кейс-стади: коллектив. моногр. / под ред. Е.Р. Ярской-Смирновой и П.В. Романова. - М.: ООО «Вариант»: ЦСПГИ, 2013, с. 221-308.



участники которой лично не заинтересованы в ее исходе, не притворяются и не подтасовывают ее результатов), присоединиться к этой дискуссии и познакомиться с ее материалами.

Информация, продолжает он далее, служила становым хребтом публичной сферы, предполагалось, что участники публичных дискуссий ясно изложат свои позиции, а широкая публика с ними ознакомится и будет в курсе происходящего [3, с. 220]. Информация является надежной (поскольку предоставляется всем без каких-либо условий) и поэтому становится гарантией доступности демократических процедур.

Правда, при этом не учитывается, что «участники публичных дискуссий» и «широкая публика» – это просвещенная публика: образованная и владеющая собственностью. Исключение из числа участников публичных дискуссий каких-либо категорий населения предполагает необходимость характеризовать такую демократию как социально ограниченную.

Дальнейшее развитие капитализма, превращение либерального правового государства в социальное, по утверждению Хабермаса, привело к разрушению буржуазной публичной сферы. Этот процесс он называет «реофеодализацией» информационной сферы в результате взаимопроникновения государства и общества. По мере взаимного проникновения государства и общества публичная сфера утрачивает свои посреднические функции. Непрерывный процесс интеграции обеспечивается другими способами. Усиливается роль трансформаторов, посредством которых государство проникает в общество (органы административного управления) и, наоборот, общество в государство (представляющие интересы определенных групп ассоциации и политические партии). Между тем, указывает Хабермас, как только коллективно организованные частные интересы принимают политическую форму, публичная сфера с необходимостью становится ареной, на которую выносятся конфликты, кардинально изменяющие структуру политического компромисса. Публичная сфера обременяется задачами примирения интересов, не согласующегося с классическими формами парламентского единства и согласия. Примирение должно в буквальном смысле «выторговываться», производиться посредством оказания давления и противодействия и непосредственно поддерживаться лишь с помощью неустойчивого равновесия конstellляции власти государственного аппарата и интересов определенных групп.

Таким образом, отмечает Хабермас, представляющие интересы определенных групп ассоциации фактически стерли границы, установленные буржуазными правовыми нормами, регулирующими их деятельность; «декларируемая ими цель — это превращение множества отдельных частных интересов в общий публичный интерес, правдоподобная репрезентация и демонстрация частного интереса ассоциации в качестве всеобщего» [2, с. 282]. Стремление выдать частный интерес за всеобщий превращает демократическую публичную сферу информации в манипулятивную.

Однако, считает Хабермас, публичная сфера, экспроприированная общественными организациями и втянутая под давлением коллективных



частных интересов в сферу действия власти, способна выполнять функции политической критики и контроля в той мере, в какой она сама безоговорочно подчиняется условиям публичности, т.е. вновь становится публичной сферой в строгом смысле слова. Чтобы соответствовать этим функциям в смысле демократического формирования мнения и воли, их внутренняя структура, по мнению Хабермаса, должна быть организована в соответствии с принципом публичности и институционально содействовать внутрипартийной (или внутрисоюзной) демократии – допускать беспрепятственную коммуникацию и публичную рационально-критическую дискуссию. Кроме того, отмечает далее автор, должна быть обеспечена связь такого рода организационной публичности с публичностью собирающейся вместе публики посредством публичности происходящих внутри партий или общественных союзов событий. И наконец, деятельность самих организаций, оказываемое ими давление на государственный аппарат, использование ими власти в отношении друг друга и различного рода отношения зависимости и экономические связи также требуют широкого публичного освещения [2, с. 288].

Политическая публичная сфера социального государства отмечена, на взгляд Хабермаса, двумя конкурирующими тенденциями. В той мере, в какой она репрезентирует разрушение буржуазной публичной сферы, она освобождает место демонстративной и манипулируемой публичности. С другой стороны, отмечает он, в той мере, в какой социальное государство сохраняет неразрывность с либеральным правовым государством, оно придерживается требования политической публичной сферы, в соответствии с которым опосредуемая организациями публика должна запустить (с помощью самих организаций) критический процесс публичной коммуникации. В конституционной реальности социального государства, пишет Хабермас, данная форма критической публичности находится в конфликте с публичностью, служащей лишь манипулятивным целям. Та степень, в которой она утверждается, характеризует «уровень демократизации индустриального общества, конституируемого в качестве социального государства, а именно рационализацию осуществления социальной и политической власти» [2, с. 305].

Саму возможность реализации публичной сферы в полном объеме в соответствии с ее критической направленностью Хабермас связывает с возможностью сведения к минимуму структурных конфликтов интересов (смягчения плюрализма интересов конфликтующих сторон вследствие развития производительных сил, позволивших бы удовлетворить разнообразные интересы) и бюрократических решений вследствие контроля органов государственной власти со стороны «общественно-политической бюрократии партий и союзов» [2, с. 306-307].

В 1990-е гг. Хабермас приходит к новым двум важным положениям своей политической теории. Во-первых, он приходит к пониманию внеисторического аспекта тех сил, которые порождают публичную сферу. Во-вторых, Хабермас приходит к пониманию сетевой природы коммуникации и роли информационных потоков внутри публичной сферы. Хабермасовский



подход середины 1990-х развивает понимание делиберативной демократии как демократии выбора путем разумного обсуждения и достижения консенсуса. Роль публичной сферы состоит в том, чтобы обеспечивать разумно-критическую делиберацию, свободную от государственных и корпоративных интересов.

Новое определение публичной сферы, данное Хабермасом в 2006 г., связывает публичную сферу с дуалистической моделью делиберативной демократии следующим образом: «Представьте себе публичную сферу как посредническую систему коммуникации между формально организованными и неформальными, идущими лицом к лицу обсуждениями на аренах, расположенных и наверху, и в самом низу политической системы» [1, с.114-115].

Итак, в своей работе Хабермас исследует роль информации в формировании и упадке публичной сферы, а также влияние публичных дискуссий на демократию. Следует признать, что модель Хабермаса не соответствует политической практике. Современные постиндустриальные государства реализуют модели демократии, основанные на согласовании интересов. Упование на то, что новейшие информационные технологии и средства распространения информации (Интернет) приведут к восстановлению полноценной публичной сферы в хабермасовском понимании пока не оправдываются - качество публичных дискуссий не достигает необходимого значения. Тем не менее, вклад Хабермаса в становление политической коммуникативистики несомненен. Он заключается в следующем:

1. Организация публичных дискуссий (переговоров в обществе) по ключевым проблемам общественно-политической жизни имеет важнейшее значение для становления демократии. Для этого необходимы развитые структуры гражданского общества, которые также выполняли бы и функцию контроля над государственно-политической бюрократией.
2. Качество публичных дискуссий повышается при наличии СМИ, не зависящих ни от государства, ни от частных интересов, способных минимизировать манипуляционные последствия рекламы и пиар-технологий. Такие СМИ формируются при помощи их общественной организации.
3. Нормативная модель публичной сферы информации Ю. Хабермаса может быть эффективно использована в качестве инструмента анализа информационного поля.

Литература

1. Бодрунова С.С. Концепции публичной сферы и медиакратическая теория: поиск точек соприкосновения. [Электронный документ]. Режим доступа: www.studfiles.ru/preview/5249757
2. Публичная сфера: теория, методология, кейс стади: коллектив. моногр. / под ред. Е.Р. Ярской-Смирновой и П.В. Романова. М.: ООО «Вариант»: ЦСПГИ, 2013. 360 с.



3. Уэбстер, Фрэнк. Теории информационного общества/ Фрэнк Уэбстер; Пер. А. англ. М.В. Арапова, Н.В. Малыхиной; Под ред. Е.Л. Вартановой. М.: Аспект Пресс, 2004. 400 с.

М. Тешабоев

ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

(Узбекистан, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий)

Информационное общество - концепция постиндустриального общества; историческая фаза развития цивилизации, в которой главными продуктами производства являются информация и знания. Отличительные черты:

- увеличение роли информации и знаний в жизни общества;
- возрастание доли информационных коммуникаций, продуктов и услуг в валовом внутреннем продукте;
- создание глобального информационного пространства, обеспечивающего: (а) эффективное информационное взаимодействие людей, (б) их доступ к мировым информационным ресурсам и (в) удовлетворение их потребностей в информационных продуктах и услугах.

Термин информационное общество и масштабные проекты, нацеленные на создание такого общества, впервые появились на Западе. Сегодня термин информационное общество прочно занял свое место, причем не только в лексиконе специалистов в области информации, но и в лексиконе политических деятелей, экономистов, ученых. В большинстве случаев это понятие ассоциируется с развитием информационных технологий и средств коммуникации – информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

27 марта 2006 года Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 17 мая Международным днем информационного общества.

Учитывая глубину и размах технологических и социальных последствий компьютеризации и информатизации различных сфер общественной жизни, их нередко называют компьютерной или информационной революцией.

Профессор У. Мартин предпринял попытку выделить и сформулировать основные характеристики информационного общества по следующим критериям.

- Технологический: ключевой фактор — информационная технология, которая широко применяется в производстве, учреждениях, системе образования и в быту.
- Социальный: информация выступает в качестве важного стимулятора изменения качества жизни, формируется и утверждается «информационное сознание» при широком доступе к информации.



- Экономический: информация составляет ключевой фактор в экономике в качестве ресурса, услуг, товара, источника добавленной стоимости и занятости.
- Политический: свобода информации, ведущая к политическому процессу, который характеризуется растущим участием и консенсусом между различными классами и социальными слоями населения.
- Культурный: признание культурной ценности информации посредством содействия утверждению информационных ценностей в интересах развития отдельного индивида и общества в целом.

При этом Мартин особо подчеркивает мысль о том, что коммуникация представляет собой «ключевой элемент информационного общества». Уже сейчас можно назвать целый ряд вызванных информационной технологией изменений, которые подтверждают концепцию информационного общества. Среди этих изменений Мартин перечисляет следующие:

- структурные изменения в экономике, особенно в сфере распределения рабочей силы;
- возросшее осознание важности информации;
- растущее осознание необходимости компьютерной грамотности;
- широкое распространение информационной технологии;
- поддержка правительством развития компьютерной микроэлектронной технологии и телекоммуникаций.

Информационное общество отличается от общества, в котором доминируют традиционная промышленность и сфера услуг, тем, что информация, знания, информационные услуги и все отрасли, связанные с их производством (телекоммуникационная, компьютерная, телевизионная), растут более быстрыми темпами, являются источником новых рабочих мест, становятся доминирующими в экономическом развитии. Для того чтобы оценить этот процесс количественно, необходимо иметь соответствующие статистические данные. Следует провести опрос различных организаций всех секторов общества о состоянии использования ими ИКТ, имеющихся при этом проблемах и желательных направлениях ускорения применения ИКТ.

Мы переживаем исторический период очень быстрых технологических изменений, который порождает два главных вопроса. Первый связан с проблемой занятости: смогут ли люди адаптироваться к этим изменениям, порождают ли информационные и телекоммуникационные технологии новые рабочие места или разрушают уже сложившиеся? Второй вопрос относится к демократии и равенству: увеличит ли сложность и высокая стоимость современных технологий разрыв между индустриальными и менее развитыми странами, молодым и пожилым поколениями, теми, кто умеет с ними обращаться, и кто их не знает?

Наиболее существенной угрозой переходного периода к информационному обществу является разделение людей на имеющих информацию, умеющих обращаться с ИКТ и не обладающих такими навыками. Пока ИКТ будут оставаться в распоряжении небольшой социальной группы, сохраняется угроза



существующему механизму функционирования обществ, более явно прослеживается необходимость его трансформации с учетом новых реалий.

Новые ИКТ:

- расширяют права граждан путем предоставления моментального доступа к разнообразной информации;
- увеличивают возможности людей участвовать в процессе принятия политических решений и следить за действиями правительств;
- предоставляют возможность активно производить информацию, а не только ее потреблять;
- обеспечивают средства защиты частной жизни и анонимности личных посланий и коммуникаций.

Граждане должны иметь доступ к технологии и программному обеспечению для защиты своей личной жизни, посланий и коммуникаций. Средством достижения этих целей являются цифровая подпись и шифрование. Интенсивное внедрение ИКТ в государственные органы дает возможность:

- приблизить их к гражданам, улучшить и расширить услуги населению;
- повысить внутреннюю эффективность и сократить затраты на госсектор;
- стимулировать создание нового информационного оборудования, продуктов и услуг частным сектором путем адекватной государственной политики.

Внедрение ИКТ в органы государственного управления - сложный процесс, обусловленный рядом факторов: вертикальной структурой администрации, которую необходимо заменять на горизонтальную, недостаточным пониманием со стороны служащих (требуется интенсивные программы обучения), нехваткой баз данных, сделанных в расчете на публичный доступ, неясность с правовым статусом доступа к общественной информации.

Как правило, причина неудач в реализации проектов внедрения ИКТ как на уровне предприятий, так и государства - в неумении сочетать технологические инновации с организационными.

Бурное развитие ИКТ, конвергенция компьютерных систем, коммуникаций различных видов, индустрии развлечения, производства бытовой электроники приводят к необходимости пересмотреть представления об информационной индустрии, ее роли и месте в обществе. Роль государства в формировании информационного общества очень важна. Многие страны сейчас принимают новые законы, перестраивают деятельность государственных органов, ответственных за формирование и проведение информационной и коммуникационной политики.

Государственная информационная политика - регулирующая деятельность государственных органов, направленная на развитие информационной сферы общества, которая охватывает не только коммуникации, информационные системы или средства массовой информации, а всю совокупность производств и отношений, связанных с созданием, хранением, обработкой, демонстрацией, передачей информации во всех ее видах - деловой, развлекательной, научно-образовательной, новостной и т.п.



Сохранение конкуренции, борьба с монополизмом отдельных производителей или фирм, предоставляющих услуги, является краеугольным камнем государственного регулирования.

Развитые страны мира (Евросоюза, США, Канады) уже более десятилетия реализуют планы и проекты построения информационного общества. Этот опыт представляет большой интерес для Узбекистана, который следовало бы тщательно изучить и применить к условиям нашей страны.

В развитии общества значительную роль играют средства ИКТ: средства массовой информации (СМИ): печатные (газеты и журналы), эфирные (радио и телевидение), электронные (Интернет, мобильная сотовая связь), а также почта, электросвязь (телефон, телеграф, факс), издательства книжной и плакатной продукции, стенды и щиты в помещениях и снаружи с печатной и световой информацией, учебные заведения и другие современные распространители.

Согласно закону РУз от 11 декабря 2003 г. «Об информатизации»:

Информатизация - организационный социально-экономический и научно-технический процесс создания условий для удовлетворения потребностей юридических и физических лиц в информации с использованием информационных ресурсов, информационных технологий и информационных систем;

информационный ресурс - информация, банк данных, база данных в электронной форме в составе информационной системы;

информационная технология - совокупность методов, устройств, способов и процессов, используемых для сбора, хранения, поиска, обработки и распространения информации;

информационная система - организационно упорядоченная совокупность информационных ресурсов, информационных технологий и средств связи, позволяющая осуществлять сбор, хранение, поиск, обработку и пользование информацией.

Собственник информационных ресурсов или информационных систем - юридическое или физическое лицо, осуществляющее владение, пользование и распоряжение информационными ресурсами или информационными системами;

владелец информационных ресурсов или информационных систем - юридическое или физическое лицо, осуществляющее владение, пользование и распоряжение информационными ресурсами или информационными системами в пределах прав, установленных законом или собственником информационных ресурсов, информационных систем.

Особенной чертой современной технологической революции являются создаваемые ею возможности для коренного, скачкообразного повышения эффективности умственного труда – явление, впервые происходящее в истории цивилизации. В истории цивилизации, конечно, и ранее случались изобретения, менявшие условия и возможности работы с информацией (письменность, печатание книг, газет и журналов, радио, телефон и т.д.), оказавшие огромное воздействие на все стороны жизни общества. Однако они вносили принципиальные изменения, прежде всего, в способы хранения и передачи информации. Ка-



чественный же скачок в возможностях обработки и преобразования информации, в том числе для целей управления различными системами, стал реальным только с появлением компьютеров и развития на основе их применения инфокоммуникационных технологий (ИКТ).

Впервые в истории общества информация превратилась в одну из ключевых экономических категорий. Смежные информационные отрасли: связь, теле- и радиовещание, журнально-газетное и книгоиздательское дело, фото-, видео- и аудио-индустрия все в большей мере смыкаются со всеми слоями промышленности компьютеров. Не менее тесные связи прорастают со стороны машино- и приборостроения, благодаря встроенным компьютерам, интеллектуальным роботам, цифровым приборам и управляющим устройствам.

Задачей общества становится не только достижение компьютерной грамотности, но и более высокого уровня компьютерной культуры. Эта культура характеризуется стремлением и умением применять информационную технику в своей сфере деятельности, четко понимать пути и механизмы эффективного ее включения в решение соответствующих задач.

Современные информационные средства (спутниковое и кабельное телевидение, видео- и аудиосистемы, электронные игры, Интернет, электронное дистанционное обучение, электронная коммерция, электронное здравоохранение, электронное правительство и т.д.) оказывают сегодня все более глубокое воздействие на массовое сознание в глобальных масштабах.

В наши дни формируется «компьютерное поколение» - молодежь, для которой компьютерная техника, ИКТ становятся привычным средством решения разнообразных задач во многих сферах деятельности, прежде всего в духовном развитии, в усвоении знаний. Персональный компьютер уже превратился в эффективный инструмент, облегчающий усвоение знаний по различным предметам, делающий более интересным и живым весь процесс обучения. При этом достигается большая индивидуализация обучения, учет степени усвоения материала конкретными обучающимися.

Одно из важных достоинств компьютера как средства обучения – это его способность в наглядной форме, как в статике, так и в динамике, представлять различного рода зависимости, числовые соотношения, процессы. Поскольку наглядно-образные компоненты мышления играют исключительно важную роль в жизни человека, то использование их в обучении, в том числе при разъяснении многих теоретических понятий, оказывается чрезвычайно эффективным. Как свидетельствует опыт, компьютерная графика помогает детям незаметно усваивать основные принципы программирования, манипулируя различными объектами на экране дисплея (монитора), меняя скорость их движения, цвет и т.п. Компьютерное моделирование, или экспериментирование, является весьма эффективным средством обучения в разных науках.

В Узбекистане существуют специальные СМИ и издательства для детей и молодежи, способствующие их духовно-психологическому развитию. Это газеты «Класс», «Молодежь Узбекистана», «Туркистон», журналы «Гунча», издательства детских, подростковых и молодежных книг



Существуют специальные детские и молодежные передачи на радио и телевидении.

И, конечно, компьютеризация и развитие Интернет играют все возрастающую роль в формировании духовно-психологического облика молодежи.

В качестве Целей развития тысячелетия (ЦРТ) Программа развития ООН (ПРООН) специально для Узбекистана рекомендовала как вторую цель – ЦРТ 2 – Повышение качества образования в начальных и средних школах. В достижении этой цели информатизация и инфокоммуникационные технологии могут и должны сыграть большую роль.

Г.А. Трафимова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА И СОЦИАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ

(Самарский университет)

Противоречивость социальных последствий научно-технического прогресса заставляет исследователей все больше смещать акцент на социально ориентированные прогнозы развития общества. Такие прогнозы содержатся в многочисленных социально-философских построениях, а также в работах в рамках технологического предвидения (technology foresight).

В логике четырех промышленных революций очевидно, что участие в определении будущих технических стандартов позволяет занимать передовые позиции в глобальной конкуренции. Одновременно начинается работа по созданию глобальных стандартов и систем для новых типов производства. Это с необходимостью приведет к созданию новых социальных структур, призванных эффективно действовать в ситуации совмещения стремления к выигрышу в глобальной конкуренции с развитием существующих социальных систем. В этом плане наихудшие позиции займут те социальные агенты, которые не успеют адаптироваться к новым условиям и вызовам не только технологически, но и социально.

Одним из примеров, демонстрирующих связь быстрых социальных изменений и необходимости сохранения определенной социальной стабильности в ходе технологического развития, является рынок труда. Социологические и экономические прогнозы развития рынка труда показывают его тесную связь с системой образования. В последнее время принято рассматривать неготовность системы образования к новым реалиям рынка труда в качестве одной из значимых проблем становления «общества знания». Наиболее яркий пример – нехватка специалистов, способных к внедрению технологий сквозного цифрового проектирования продуктов, комплексных программ управления жизненным циклом изделия (Product Lifecycle Management, PLM).

При этом многочисленные прогнозы о появлении новых профессий и исчезновении традиционных высказываются как на уровне отдельных учебных



заведений, ищущих свою нишу на образовательном рынке, так и на глобальном уровне международных организаций и транснациональных корпораций. Так, на Всемирном экономическом форуме 2016 г. был озвучен прогноз развития робототехники, согласно которому в мире появится 2 млн. новых рабочих мест, но при этом технологические изменения повлекут за собой сокращение около 7,1 млн. рабочих мест к 2020 г. в 15 ведущих странах мира. По оценке Международной организации труда, сейчас в мире около 200 млн. безработных. Учитывая технологические инновации и прирост населения, к 2020 г. будет необходимо создать 300 млн. рабочих мест [1]. Решение этой задачи потребует значительных ресурсов.

При этом общеизвестна тенденция сокращения рабочих мест в логике третьей и четвертой промышленных революций. Это одна из самых обсуждаемых в последнее время социальных угроз, поскольку речь может идти не только о новых проблемах социального неравенства, но и о потере смысла созидательной деятельности для миллионов людей. Не случайно все чаще рассматривается концепция «безусловного базового дохода», которая призвана, в том числе, дать новые источники развития для людей в обществе бурно развивающихся технологий. Инициаторы исследования этой проблемы в США отмечают, что актуальность ей придают невероятно быстрые темпы развития робототехники, технологий искусственного интеллекта и различных автоматизированных технологий. Эти факторы резко усилили вероятность массовой потери рабочих мест представителями нынешнего среднего класса и последующей социальной нестабильности [2]. Среди стран, решивших практически реализовать идею гарантированного дохода для своих граждан в ближайшее время, – Финляндия, Канада, Нидерланды.

Еще одним видом социальных угроз на пути к четвертой промышленной революции являются изменения, связанные с возможностями сбора и использования в обществе информации различного характера (от персонализированной информации в системах управления базами данных до Big Data). Этот интерес, по большей части, связан с использованием новых цифровых технологий в экономической и политической сферах. Большинство организаций и компаний все чаще используют компьютерные алгоритмы, чтобы сократить расходы и повысить эффективность. Это приводит к появлению серьезных изменений в различных сферах, например, к формированию новых рынков IT-аналитики данных [3]. Вместе с тем, результаты использования Big Data не просто многообразны, но и не всегда предсказуемы. В последнее время особенно широкий общественный резонанс вызвало полит-технологическое использование методов анализа личностных характеристик людей на основе их поведения в социальных сетях [4].

Подобные технологии, несомненно, требуют не только глубокого научного осмысления, но и социально-этического анализа. Среди недавно появившихся концепций, авторы которых уже считаются глобальными интеллектуальными лидерами, можно назвать Юваль Ноа Харари, анализирующего последствия роста эффективности алгоритмов анализа информации для общества



[5]. Харари показывает, как развитие цифровых алгоритмов, с одной стороны, меняет целые индустрии, а, с другой стороны, способствует появлению не только «нового пролетариата» цифровой эпохи, но и «беспольных людей будущего». По его мнению, рост количества данных не оставляет иного выбора, кроме как полагаться на алгоритмы и решения, которые они принимают за людей. В этом плане под вопросом оказывается сама свобода человеческой воли.

Для понимания логики развития общества в ближайшей перспективе важным обстоятельством является готовность людей ради повышения уровня жизни и поддержания здоровья все больше отказываться от защиты частной информации. На наш взгляд, трангуманистическая идея улучшения человека с помощью технологий начинает свое воплощение в персонализированной медицине, основанной на сборе многочисленных физиологических, психологических и социальных данных о человеке и использовании алгоритмов анализа этой информации для постановки диагноза и лечения. Однако интерпретация этих данных не всегда ограничена лишь определенной системой, о чем свидетельствует множество современных информационных угроз. Поэтому поддержание порядка передачи таких данных в «чужие руки» – серьезная социально-организационная и политическая задача, которая не может быть решена простым ужесточением контроля за сбором и использованием информации. Напротив, попытки применить привычные системы контроля могут привести к появлению феномена «нового тоталитаризма». Технически «новый тоталитаризм» проявляется в деятельности компаний, которые создают и продают правительственным или частным структурам разных стран технологии и продукты для наблюдения за гражданами и пользователями Интернета. Как следствие, в цифровом пространстве подвергаются мониторингу, а нередко и ограничиваются права людей или некоторых групп. Так, в ряде стран распространено использование цифровых технологий против отдельных социальных субъектов (например, правозащитников, журналистов и т.д.). Таким образом, новые технологии, вопреки ожиданиям, остаются основой существующих политических систем, способствуя распространению новых угроз социального характера.

В этом плане не удивительно, что в связи с возникновением новых социальных явлений (таких как сетевое поведение, киберугрозы и т.д.) появились концепции цифровой безопасности и конфиденциальности, опирающиеся на поведенческий подход. Это означает сосредоточение внимания на надежных и полезных практиках управления информацией, которые изменяются в зависимости от внешних обстоятельств. При этом усвоение практик цифровой безопасности и конфиденциальности людьми в конкретном обществе зависит от множества факторов: от социально-культурных до геополитических.

Проблемы цифровой безопасности касаются не только отдельных людей, но и крупных организаций. Так, по экспертным оценкам, в банковском секторе России явно недооценивается роль информационных рисков, хотя за последние 3 года количество информационных атак многократно возросло. Расчеты Национального Рейтингового агентства показали, что с осени 2013 г. совокупный



объем ущерба, причиненного российским банкам в ходе информационных атак, составляет не менее 1,3 трлн. руб. [6].

С учетом осмысления потенциальных и уже реально существующих последствий развития новых технологий появились идеи о необходимости «перехода от технологического оптимизма к реваншу гуманитариев». Ожидания того, что владельцы новых технологий станут «новой элитой», не оправдались. Это означает, что появляется осознание завышенных надежд на то, что новые технологии в силу своих объективных характеристик станут эффективным инструментом решения проблем как общества в целом, так и отдельных людей. Полученные результаты на пути создания «искусственного интеллекта» еще раз демонстрируют, что сугубо человеческие феномены – чувства, аффекты и сознательные действия – могут и должны преодолеть результирующее превосходство технологий.

Таким образом, на пути осмысления траектории развития человека в обществе нового типа главный вызов для людей – найти способ остаться людьми даже в период времени, который считается эпохой технологической сингулярности.

Литература

1. Роботы занимают рабочие места // Коммерсант от 19.01.2016. [Электронный документ]. - URL: <http://www.kommersant.ru/doc/2895710> (дата обращения 15.12.2016)
2. В США изучат преимущества безусловного базового дохода. [Электронный документ]. - URL: <http://tass.ru/plus-one/3867871> (дата обращения 20.01.2017).
3. Big Data по-русски // Рос Бизнес Консалтинг №171 (2427) от 18 сентября 2016 г. [Электронный документ]. - URL: <http://www.rbc.ru/newspaper/2016/09/19/57d940109a794718c4bb0944> ((дата обращения 15.12.2016)
4. Расследование Das Magazin: как Big Data и пара ученых обеспечили победу Трампу и Brexit [Электронный документ]. - URL: <http://theins.ru/politika/38490> (дата обращения 16.01.2017).
5. Homo Deus: A Brief History of Tomorrow by Yuval Noah Harari review // The Guardian. 11 September 2016. [Электронный документ]. - URL: <https://www.theguardian.com/books/2016/sep/11/homo-deus-brief-history-tomorrow-yuval-noah-harari-review> (дата обращения 20.01.2017).
6. Информационные атаки на банки: прямые потери и долгосрочные последствия [Электронный документ]. - URL: http://www.rational.ru/sites/default/files/analitic_article/Informataki2.pdf (дата обращения 20.01.2017).



А.А. Цыцарев

ТРАНСГУМАНИЗМ И ГУМАНИТАРНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИКИ КАК СПОСОБЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КРИЗИСОВ (ЗА И ПРОТИВ)

(Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема)

Большинство проблем и кризисных явлений современной цивилизации связаны с ее технологичностью. Доминантной идеей в культуре техногенного общества является идея преобразования мира и подчинения человеком природы²⁴. Развитие такого общества основано на перманентном прогрессе науки и техники, который приводит к экономическому росту, благосостоянию и возрастающему материальному комфорту человека. Современная техника – это реализованная на практике наука, в основание которой еще в эпоху ее становления уже был заложен технократический императив господства над природой. Этот императив точно и лаконично выражается формулой Ф. Бэкона «Знание – сила». Распространенным является мнение, что именно такая установка привела к комплексу современных глобальных проблем, таких как: экологический кризис, угроза использования оружия массового поражения, демографический рост и нехватка продовольствия. Нужно отметить, что в сложившейся ситуации и решить эти проблемы можно в большей степени за счет развития технологий. Однако сегодня наука и технологии все больше сближаются с экономикой, политикой и социальным запросом. Это, в определенной мере, задает вектор их развития, цели и задачи, что в свою очередь сдерживает решение глобальных проблем и даже усугубляет их. Многие философы, такие как: Н.А. Бердяев, Л. Мэмфорд, Х. Ортега-и-Гассет, М. Хайдеггер, О. Шпенглер, К. Ясперс констатировали, что развитие современной техники провоцирует отчуждение человека от самого себя. Ангажированный политикой и экономикой «прогресс» приводит к тому, что происходит инверсия отношения «человек – техника». Не техника для человека, но человек оказывается в предикативном положении.

Современные технологии направлены не только на покорение природы и улучшение окружающей человека действительности, но и на него самого. Они как бы «обволакивают» человека, возникает неразрывная связь человека и технических средств. К таковым относятся и информационные технологии, которые сопровождают человека сегодня повсеместно, и технологии манипулирования сознанием, политические, рекламные, PR и главное – это технологии биомедицинские, которые в буквальном смысле трансформируют человеческую природу. Технологические оптимисты связывают с подобной конвергенцией человека и техники большие перспективы развития как последнего, так и всей цивилизации. Они надеются на технологическую сингулярность в середи-

²⁴ Степин В.С. Эпоха перемен и сценарии будущего // [Электронный ресурс] информационно-аналитический портал Гуманитарные технологии. Режим доступа:<http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/5311> (дата обращения 31.01.2017)



не 21 века, в результате которой все проблемы современного человечества будут решены. С одной стороны, это будет следствием создания искусственного интеллекта, с другой – следствием кардинального изменения самого человека. Сегодня набирает большую популярность концепция трансгуманизма, в соответствии с которой человек – это то, что должно быть преодолено, но не в ницшеанском смысле, а буквально. Приверженцы данной концепции полагают, что человек как природное существо слаб и его естественных возможностей недостаточно для дальнейшего выживания и решения глобальных проблем. Считается, что усовершенствованный человек будет способен нивелировать остро стоящие современные проблемы. Технологии позволят «улучшить» человека, расширить его когнитивные, физические и коммуникативные способности, продлить ему жизнь и даже достигнуть бессмертия. Как один из оригинальных примеров можно привести технологию перенесения информации о личности человека в компьютерную сеть, в Интернет, где сознание будет существовать сколь угодно долго. «Бестелесное» существование, как предполагается, сразу снимет ряд проблем, таких как: экологические, социальные, демографические, проблемы здоровья и старения. Оцифровка человеческого сознания – это уже предмет современных технологических споров.

В большом числе современных отечественных и зарубежных публикаций, посвященных вопросам постчеловеческого будущего и идеологии трансгуманизма, «усовершенствование» человека оценивается положительно. Технологические возможности для совершенствования человека представляются как качественный прорыв в развитии его самого, цивилизации и даже вселенной. Такая новая реальность человеческого бытования мыслится благом. Считается, что «постчеловеческая идеология гарантирует максимально полное обеспечение абсолютности свободы в техногенной цивилизации»²⁵. В некоторых аспектах это действительно выглядит так. Например, когда новые технологии в медицине позволяют продлевать жизнь или восстанавливать здоровье человека, делают человека с физическими ограничениями полноценным. Однако если речь идет о том, что человека необходимо «улучшить», возникает вопрос – зачем? Для чего необходимо расширять способности человека для восприятия мира, изменять размерность его зрения, слуха, увеличивать память или физическую силу? В основании этого настаивания, на мой взгляд, лежит предположение о том, что человек – это только функциональный элемент в структуре техногенной цивилизации.

В отличие от природы, созданная человечеством сложная искусственная среда не может существовать сама по себе. Техносфера требует человеческого участия, прежде всего – для своего управления. Человек не должен быть только лишь «винтиком» техносферы, он обязан выступать в качестве ее контроллера, т.е. определять цели и направления развития. Иначе это может привести к разрушению техносреды и всей современной цивилизации. Проблема в том, что

²⁵ Маслов В.М. Высокие технологии и феномен постчеловеческого в современном обществе: монография [Текст] / В.М. Маслов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – С. 26.



требования, предъявляемые человеку этой искусственной средой, превосходят наши возможности²⁶. Поэтому закономерным, лежащим на поверхности логическим шагом является преобразование человека в соответствии с условиями его современного существования. Думается, что эта незамысловатая диалектика может быть принята в том случае, если сущность человека отождествлять с объективированными результатами его деятельности, которые начинают выступать как внешние по отношению к нему и в соответствии с которыми его самого нужно изменить. Это, в известной степени, соответствует современным представлениям о человеке как о совокупности его собственных действий, поступков, практик и т.д., как о выходящем за пределы, трансцендирующем существе. Однако проблема здесь в том, будет ли являться человеком то, что получится в результате подобных радикальных трансформаций.

Альтернативная позиция относительно научно-технического развития заключается в необходимости обязательной социально-гуманитарной оценки техники и внедряемых в жизненный мир человека технологий. В основании такой оценки лежит представление о человеке как о точке отсчета и использовании его «в качестве измерительного прибора»²⁷. В контексте проблемы современных кризисов это означает, что оценка развития техники и преобразования окружающего мира и человека должны исходить из требования сохранения человека. Предполагается, что для проведения социально-гуманитарных экспертиз необходимо максимальное расширение «знаниевого» контекста, в который будет включена и область гуманитарного знания разных отраслей. Такая оценка может обеспечить более полное представление о последствиях научно-технического процесса для человека и общества, поскольку обязательно ориентирована на ценности, цели и жизненные смыслы. Оценка техники, как отмечал К. Ясперс, зависит от того, что от нее ждут²⁸. Поэтому если началом координат в гуманитарной оценке научно-технического процесса является человек, то соответственно от техники, в таком случае, мы должны ждать рост возможностей для реализации человеческих потенций и сохранение человека как такового. Иначе говоря, технологические инновации должны быть направлены на то, как решить проблемы современного человечества, сохранив при этом его самого.

На мой взгляд, современные проблемы и глобальные кризисы – это следствие неразвитости самой техники, и решать их «усовершенствованием» человека недопустимо. Границы техники заключены в «не подчиняющихся нашему господству предпосылках всех технических осуществлений»²⁹. Думаю,

²⁶ Тоффлер Э. Шок будущего [Текст] : Пер. с англ. / Э. Тоффлер. — М.: ООО “Издательство АСТ”, 2002. —557с.

²⁷ Братченко С.Л. Введение в гуманитарную экспертизу образования [Текст]. – М.: Смысл, 1999. – С. 13.

²⁸ Ясперс К. Существо техники // Новая технократическая волна на Западе [Текст]. – М.: Прогресс, 1986. – С. 139.

²⁹ Ясперс К. Существо техники // Новая технократическая волна на Западе [Текст]. – М.: Прогресс, 1986. – С. 140.



что этими предпосылками являются, прежде всего, законы природы и человеческие устремления. Если первые неизменны, то вторые амбивалентны и требуют взвешенной оценки и прогноза возможных негативных последствий. Наши цели и ценности определяют направление развития техники, и они же приводят к проблемам. Главной целью науки и техники, поставленной еще в эпоху Нового времени, является господство. Поэтому научно-техническое развитие идет в направлении не освобождения человека, а его закрепощения. Такое «развитие» имеет негативное экзистенциальное значение. Технический прогресс, неотличимый от прогресса господства, способствует дегуманизации человека, следствием чего является представление о постчеловеке. Техника должна быть обращена к человеку, но не в смысле трансгуманистических практик, а в смысле его сохранения, освобождения, раскрытия его возможностей. А это предполагает переориентацию вектора прогресса с технократического направления, породившего трансгуманистические идеалы, на гуманитарное, учитывающее сложность и многообразие *человеческого*. Думаю, что это необходимо рассматривать как требование к самым разным техническим процессам при их социально-гуманитарной оценке.

Литература

1. Братченко С.Л. Введение в гуманитарную экспертизу образования [Текст]. – М.: Смысл, 1999. – 144с.
2. Маслов В.М. Высокие технологии и феномен постчеловеческого в современном обществе: монография [Текст] / В.М. Маслов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 130с.
3. Степин В.С. Эпоха перемен и сценарии будущего // [Электронный ресурс] информационно-аналитический портал Гуманитарные технологии. Режим доступа:<http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/5311> (дата обращения 31.01.2017)
4. Тоффлер Э. Шок будущего [Текст] : Пер. с англ. / Э. Тоффлер. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. —557с.
5. Ясперс К. Существо техники // Новая технократическая волна на Западе [Текст]. – М.: Прогресс, 1986. – 445с.

У.У. Каримов

РОЛЬ СРЕДСТВ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

В развитом демократическом обществе средства массовой информации (СМИ) играют роль "четвертой власти", имея возможность формировать общественное мнение, защищать права человека и т.д [3].

В 1995 году – на десятилетие Международного года молодежи – Организация Объединенных Наций повысила свои обязательства по отношению к молодежи, распространив связанную с ней деятельность международного сообщества на следующее тысячелетие. Была принята международная стратегия –



Всемирная программа деятельности молодежи на 2000-й и последующие годы, цель которой стало более эффективное решение проблем юношей и девушек и расширение возможностей их участия в развитии общества. Задача этой программы – добиться того, чтобы правительство было более чутким к стремлению молодежи к лучшему миру, а также к ее требованию быть не частью проблемы, а участвовать в ее решении [8].

Отметим, что отношение государства к развитию и защищенности молодежи в Республике Узбекистан заблаговременно было закреплено законом Республики Узбекистан от 20 декабря 1991 года «Об основах Государственной молодежной политики в Республике Узбекистан» [1].

Современный этап общественного развития в Узбекистане характеризуется возрастанием и усилением роли молодежи во всех сферах жизни: экономике, политике, духовности. Согласно статистическим данным Госкомстата по состоянию на 1 января 2010 года, численность населения Узбекистана достигла 28 млн.1443 человек. Из них молодые люди в возрасте до 30 лет составляют 17 млн.586 тыс.699 чел. (до 14 лет – 7 млн.724 тыс. 314 чел., 14-30 лет – 9 млн.862 тыс. 385 чел.) [2].

В 1991 году все электронные СМИ - ТВ и радио, относились государственному сектору. В настоящее время в стране функционируют 63 теле- и 36 радиоканалов. Из них 34 телеканала и 31 радиоканала являются негосударственными. В общем итоге около 85% электронных СМИ (то есть ТВ, радио, веб-сайты и информационные агентства) являются негосударственными.

Созданные в Узбекистане за годы независимости СМИ представляют уже значительную силу. В 1997 г. В Республике издавалось 495 газет на 8 языках, тиражом 1844, 2 тыс. экземпляров, 113 журналов с тиражом 820 тыс. экземпляров [3].

За последние десять лет в Республике Узбекистан число печатных СМИ увеличилось в два раза и составляет 948 газет и журналов. Если в 1991 году количество средств массовой информации составляло 395, то к 2010 году их число выросло до 1199. Сегодня действуют 4 информационных агентств, 99 телерадиоканалов, а также 146 Интернет-веб-сайтов, зарегистрированных в качестве СМИ.

Анализ динамики развития информационного пространства Узбекистана показывает активный рост числа его новых участников. Так, в 1991 году негосударственных СМИ не было, если в 1994 году негосударственных СМИ насчитывалось 31, то к 2010 году их количество составило 627. Несомненно, развитие независимых СМИ по сравнению с государственными более динамично.

В настоящее время в Узбекистане действуют 1292 средства массовой информации. При этом наряду с печатными изданиями, теле- и радиоканалами в качестве СМИ также регистрируются веб-сайты – по состоянию на 1 октября нынешнего года их количество достигло 190 [4].

Идет интенсивная специализация как печатных, так и электронных СМИ. В настоящее время СМИ, кроме общественно-политических и экономических направлений, все больше специализируются по таким важным для современно-



го общества аспектам – как духовно-просветительские, медицинские, детские, спортивные и информационно-технологические темы.

По состоянию на 20 ноября 2010 года в республике зарегистрировано 1467 полиграфических предприятия, и 101 издательства [9].

В век глобализации трудно представить какую-либо область деятельности без опоры на информационно-коммуникационные технологии. Поэтому данная сфера – одна из самых быстро развивающихся отраслей экономики Узбекистана.

В нашей стране под руководством Президента Ислама Каримова создана мощная законодательная база, способствующая дальнейшему развитию рынка ИТ-технологий. Нормативно правовую базу сферы информационно-коммуникационных технологий страны составляют 11 отраслевых и 6 смежных законов, 3 указа Президента Республики Узбекистан, ряд постановлений Президента Республики Узбекистан и Кабинета Министров [5].

Несомненно, постановление Президента страны «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий» от 21 марта 2012 года служит расширению масштаба этой работы, в том числе и в Ферганской области [6].

Реализация данного постановления послужит дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий в Республике Узбекистан, в частности, формированию Национальной информационной системы, созданию интегрированных информационных систем и информационных ресурсов государственных органов, расширению интерактивных государственных услуг, предоставляемых населению и субъектам предпринимательства, а также дальнейшему развитию телекоммуникационной инфраструктуры широкополосного доступа населения к сети интернет.

Согласно данным АК «Узбектелеком» общая емкость каналов доступа к международным сетям передачи данных по итогам первого квартала 2012 года достигла 5145 Мбит/с и увеличилась в 2 раза по сравнению с аналогичным периодом 2010 года.

Дальнейшему развитию сетей мобильной связи в Узбекистане способствовал пуск в тестовую эксплуатацию технологии LTE или четвертого поколения (4G) мобильной связи, которая еще больше увеличивает скорость передачи данных – до 100 Мбит/сек. На этот год планируется пуск сети LTE в коммерческую эксплуатацию.

В настоящее время в Узбекистане действуют шесть официальных регистраторов, в числе которых компании «Tomas», «Amaliy Aloqalar Biznesi» (BCC), «Sarkor Telecom», «Billur com», «Arsenal-D», а также регистратор по Ферганской долине – «Симус» [5].

В настоящее время в Ферганском областном хокимияте, налоговом управлении, а также в управлениях народного образования и здравоохранения внедрена система электронного документооборота.



На сегодняшний день в 918 общеобразовательных школах организованы 796 современных компьютерных классов. Кроме того, школы подключены к общественной образовательно-информационной сети «ZiyoNET».

В частности, в 5-м классе общеобразовательной школы №13 города Ферганы реализуется проект «Электронный дневник ученика». В результате эксперимента успеваемость учащихся выросла с 92 до 100 процентов.

Проект «Использование электронных книг (Jet Book) в Узбекистане» в качестве эксперимента внедрен в общеобразовательной школе №33 в Коканде.

В прошлом году специализированная общеобразовательная школа №40 города Ферганы заняла первое место в республиканском смотре-конкурсе «Лучший школьный веб-сайт» [6].

В результате таких условий и возможностей учащиеся глубоко осваивают современные информационные технологии, овладевают необходимыми знаниями и навыками в данном направлении.

Неотъемлемой частью жизнедеятельности любого человека в современном обществе является информация в любом виде. Правильное целевое использование информационных ресурсов молодым поколением, несомненно, увеличит уровень самосознания и ответственности за будущее Республики. Хотелось бы отметить, в этом многообразии различных информационных «ловушек», о жизненной необходимости жёсткого ограничения получения бесполезной и опасной для молодого сознания информации. Соответственного ужесточения контроля и регулирования поступления «нежелательной» информации в средства массовой информации и сети Интернет.

Литература

1. Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2004 г., № 25, ст. 287
2. <http://nimfogo.uz/ru/node/8>
3. <http://rudocs.exdat.com/docs/index-1030.html?page=9#74529>
4. <http://uza.uz/ru/society/21033/>
5. http://www.aci.uz/ru/news/about_ict/article/1110/
6. http://www.aci.uz/ru/news/about_ict/article/1116/
7. <http://www.rhd.uz/ves/222-formirovanie-ideologii-nacionalnoj-nezavisimosti> (www.rhd.uz)
8. <http://www.un.uz/ru/page/9-mdgs-and-youth.html>
9. <http://www.12.uz/news/show/comments/5568/>



С.Т. Каримова

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПРАВОВОЙ КУЛЬТУРЫ

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологий, Узбекистан)

Ещё двадцать лет назад основным источником информации в нашей стране были газеты, журналы, радио и телевидение. Люди и представить себе не могли, что можно получить любую информацию, в том числе и правовую, не выходя из своего дома. Ещё десять лет назад персональный компьютер у нас был достаточно большой редкостью, а использование интернета для получения необходимой информации вызывало некоторые затруднения. Сегодня мы воспринимаем информационно-коммуникационные технологии, как повседневность. Огромное количество информации люди получают через интернет. Конечно, основными пользователями глобальной сети являются молодые люди, пользующиеся социальными сетями, либо образовательными сайтами для получения необходимой информации. Но с каждым годом растёт число людей, пользующихся интернетом для получения интерактивных услуг. Важным программным документом в этом направлении служит постановление Президента нашей страны «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий» от 21 марта 2012 года.

Сегодня в Узбекистане во всех сферах активно развиваются и широко внедряются современные информационно-коммуникационные технологии. Это расширяет возможности людей для полной реализации своего потенциала и способствует достижению устойчивого экономического роста, повышению благосостояния народа, укреплению мира и стабильности.

Приняты и реализуются десятки нормативно-правовых документов, в частности, Закон «Об информатизации», постановления Президента страны «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий» от 21 марта 2012 года и Кабинета Министров Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности правительственного портала Республики Узбекистан в сети Интернет с учетом предоставления государственных услуг» от 30 декабря 2012 года, Комплексная программа развития Национальной информационно-коммуникационной системы Республики Узбекистан на 2013-2020 годы и другие. Одним из ярких практических результатов этого является тот факт, что с момента регистрации домена «.uz» 29 апреля 1995 года с каждым годом повышается число размещенных на нем веб-сайтов. Так, если в феврале 2010 года был зарегистрирован 10-тысячный веб-сайт в отечественном интернет-пространстве, то в сентябре нынешнего года их число уже превысило 18,3 тысячи. При этом активно развиваются интернет-СМИ, в настоящий момент информационно-аналитические услуги пользователям оказывают свыше 270 сете-



вых СМИ. По данным Национальной информационно-поисковой системы WWW.UZ, ежемесячная посещаемость веб-сайтов отечественных СМИ составляет более 820 тысячи пользователей, в среднем в месяц зафиксировано более 11 миллионов хитов (просмотров) веб-сайтов. С развитием интернет-СМИ изменилась роль массовой аудитории, которая постепенно переходит от статуса получателя информации к статусу соавтора и распространителя

Одним из значимых событий стал запуск Единого портала интерактивных государственных услуг, начавшего свою работу в сети интернет по адресу my.gov.uz 1 июля 2013 года. Запуск и последовательное развитие этого портала является ярким примером широкомасштабных преобразований в информационной сфере нашей страны, проводимых под руководством Президента Ислама Каримова.

Представители Госкомсвязи на пресс-конференции, посвящённой этому событию озвучили результаты работы за прошедший год. Так, за истекшее время к системе были подключены более 500 организаций государственного и хозяйственного управления, государственной власти на местах, включая районные и городские хокимияты. На Едином портале было запущено около 200 услуг, в частности, запись на прием к руководству госорганов, ознакомление с вакансиями с возможностью отправления резюме со стороны пользователей, подача заявления на получение биометрического паспорта, услуги для предпринимателей и многие другие.

За прошедший период в государственные организации через Единый портал пользователями было отправлено около 20 тысяч обращений, из них 85 процентов были рассмотрены и предоставлены ответы. Остальные 15 процентов находятся на стадии рассмотрения. Из общего количества обращений около 11 процентов получены от юридических лиц.

Следует отметить, что Единый портал интерактивных государственных услуг имеет собственный «call-center», воспользовавшись которым, можно направить заявления, жалобы и предложения в государственные органы страны. На сегодняшний день посредством «call-center» в госорганы было отправлено более 7500 обращений. [1]

Широкое внедрение ИКТ в деятельность судов служит сокращению сроков рассмотрения дел, усилению механизма судебного информирования сторон, совершенствованию процессов сбора, хранения и обработки данных касательно судебной деятельности. Эти возможности широко используются и в Высшем хозяйственном суде Республики Узбекистан. Важную роль при этом играет веб-сайт www.oxs.uz. Законом “О внесении изменений и дополнений, а также признании утратившими силу некоторых законодательных актов Республики Узбекистан” от 14 мая 2014 года внесены изменения и дополнения в Хозяйственно-процессуальный кодекс. Таким образом, законодательно закреплён порядок проведения заседаний суда в хозяйственных судах в режиме видеоконференцсвязи.

Не меньшее значение в повышении правовой культуры имеет создание веб-сайта www.lex.uz. – Национальной базы данных законодательства Респуб-



лики Узбекистан. На сегодняшний день в базе этого сайта находится 32336 актов. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан (LexUz) – является бесплатной правовой информационной системой, которая позволяет обеспечить свободный доступ к нормативно-правовым и иным актам законодательства в электронном виде. Кроме того, служит для совершенствования системы правовой информатизации общества и повышения правовой культуры населения. Система поддерживается Министерством юстиции Республики Узбекистан.

Большинство действующих в настоящее время веб-сайтов – это медиа-структуры по формированию и распространению информации. В домене "Uz" около 30 тысяч веб-сайтов, из них 395 – функционируют в качестве интернет-СМИ. В настоящее время, когда с каждым годом увеличивается число пользователей всемирной глобальной сети, важное значение имеет совершенствование деятельности веб-сайтов в соответствии с духом времени.

Внедрение в жизнь норм Закона Республики Узбекистан "Об открытости деятельности органов государственной власти и управления" создало возможности для широкого предоставления населению информации через медиа-структуры, информационные источники государственных органов. [3]

Литература

1. www.gov.uz.
2. <http://www.lex.uz/>
3. <https://www.gov.uz/ru/news/view/9164>

С. Т. Каримова

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В ВУЗОВСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

(Узбекистан, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий)

Невозможно представить себе жизнь современного общества без информационно-телекоммуникационных технологий. Ежеминутно мы используем их в повседневной жизни – общаемся посредством сотовой связи, используем интернет для получения необходимой информации, смотрим развлекательные и познавательные программы по телевидению. Всё это – реалии нашей жизни. Именно поэтому использование информационно-телекоммуникационных ресурсов в образовательном процессе – одна из важнейших задач современности. Будущее нашего общества зависит от интеллектуально-практической деятельности, политической сознательности и духовно-нравственного развития молодого поколения страны. Поэтому внедрение современных информационных технологий в образовательный процесс – один из важнейших факторов устойчивого развития и модернизации государства.



В образовательном процессе информатизация включает в себя следующие компоненты:

- процесс совершенствования сбора, хранения и распространения информации;
- процесс совершенствования средств поиска и обработки информации;
- процесс повышения интеллектуального потенциала общества.

Современному учителю необходимо не только научиться работать с огромными массивами информации, предоставляемыми глобальной сетью, но и отбирать и методически грамотно использовать Интернет-ресурсы для решения профессиональных задач, уметь осуществлять взаимодействие с другими участниками педагогических сообществ. Это особенно актуально для преподавания предметов, изучающих большие объёмы материалов – особенно общественных и гуманитарных дисциплин. Небольшое количество часов, которые отводятся на изучение этих предметов в технических ВУЗах, заставляет профессорско-преподавательский состав искать новые способы изучения дисциплин. В этом случае одним из эффективных методов изучения дисциплин является модульный метод, который предлагает изучать дисциплину посредством блоков – лекции, семинары, самостоятельные работы, текущий и промежуточный контроль. При этом одним из важнейших компонентов изучения дисциплины является самостоятельная работа. Современные информационные технологии позволяют использовать для её подготовки огромное количество материалов из Интернет-ресурсов. Необходимость осмыслить, проанализировать, выделить важное из всей этой массы информации, формирует исследовательские навыки у студента. Кроме того, студент имеет возможность визуализировать свою самостоятельную работу, подготовив презентацию посредством компьютерных программ. Практика показывает, что в процессе подготовки презентаций, студенты проявляют большую заинтересованность в углубленном изучении некоторых тем, а, порой, и всего предмета.

Модульное обучение предполагает применение интерактивных методов. Их применение позволяет не только приобрести знания, но и сформировать навыки использования полученных знаний на практике. Наиболее эффективно использование интерактивных методик для проведения рефлексии, как одного из компонентов деятельности студента. Они повышают уровень понимания и осмысления изучаемого материала. Модульная технология позволяет удачно сочетать новые подходы к обучению и традиционные методы, ориентированные на накопление суммы знаний.

Достоинствами современных средств обучения являются мобильность, доступность в связи с развитием компьютерных сетей, адекватность уровню развития современных научных знаний. Однако следует помнить, что использование любого обучающего ресурса в учебном процессе целесообразно лишь в единственном случае, – если он является средством облегчения труда.

Таким образом, использование информационно-телекоммуникационных технологий, совершенствование научно-методического обеспечения в образовании, повышение квалификации педагогических кадров в области инноваци-



онной деятельности повышают эффективность педагогического процесса, в подготовке образованной и интеллектуально развитой личности.

Литература

1. Ислам Каримов. Высокая духовность – непобедимая сила.- Ташкент: Маънавият, 2008.-С.30.
2. Дичковская И.М. Инновационные педагогические технологии - К.: Академвидав, 2004.



СОДЕРЖАНИЕ

Прохоров С.А., Куликовских И.М. Моделирование и анализ случайных сигналов	3
Коломиец Э.И. К юбилею профессора С.А. Прохорова	16

Автоматизированные системы научных исследований

Solopekina A.A., Sytnik A.A., Gvozduk I.V. Uncertainty interval evaluation	28
Semezhev N., Solopekina A.A., Gvozduk I.V. Multiport modulator	33
Semezhev N., Solopekina A.A., Sytnik A.A. Multiport demodulator	37
Аверкиев М.К., Климентьев К.Е. Моделирование распространения самовоспроизводящихся сущностей на графах с переменной топологией	42
Бестужева А.П., Лёзин И.А. Сравнение аппроксимативных возможностей вейвлетов Хаара и Добеши	45
Бомм А.А. Система диагностики компонентов информационной среды мониторинга технологических процессов предприятия «Инфоконт»	48
Булаев А.А., Смагин А.А., Липатова С.В. Система автоматизированного проектирования и моделирования 3D ГИС	51
Валеев Ж.Р. Автоматизация рабочего места по поверке цифровых мультиметров	55
Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н., Данилов К.В. Упаковка 3D-объектов в прямоугольный контейнер на базе “No fit polyhedron” в объектном пространстве и с использованием воксельного представления информации	56
Воронков Г.С. Структурные схемы дифференциального преобразования сигналов в системах с ортогональным частотным мультиплексированием.....	62
Воронков Г.С. Возможности вторичного уплотнения в системах с ортогональным частотным мультиплексированием	64
Гордеев С.Ю., Никифорова Т.В. Информационная система формирования данных для моделирования развития научных способностей творчески одаренной молодежи	66
Голигров А.В. Разработка мобильного приложения для персонального видеонаблюдения	69
Голов А.С. Проектирование автоматизированной системы учета и планирования деятельности предприятия по работе с его клиентами	72
Дадабаев Ш.Т. Компьютерное моделирование нагрева синхронных электроприводов насосных агрегатов при различных способах пуска	76
Заико А.И. Случайный процесс Заико	80
Никоноров Е.Н., Засов В.А., Ромкин М.В. Устойчивый алгоритм решения задачи идентификации входных сигналов в многомерных динамических системах	84



Заико А.И. Измерение плотности вероятности случайного процесса Заико с экспоненциальной корреляционной функцией	88
Заякин О.А., Белопухов В.Н., Треумов В.Д. Погрешность определения положения максимума оптоэлектронного отклика координатно- чувствительного прибора	93
Климашова Г.П., Коварцев А.Н. Применение информационных техно- логий при формировании начальных приближений конформаций атомов кластеров морса на основе геометрически обоснованного метода	97
Акимова А.Е., Трешников А.А., Зеленко Л.С. Информационная среда ГЭС. Подсистема расчета показателей эффективности работы оборудо- вания	99
Кравченко А.В. Исследование методов определения авторства текстов	102
Куделькин В.А. Создание единой системы мониторинга объектов госу- дарства	105
Леонович Г.И., Захаров В.Н., Горшков А.И. Автоматизированная систе- ма моделирования и анализа волоконно-оптических датчиков на Брэг- говских решетках	106
Лёзина И.В., Мазаев А.В. Распознавание печатных символов нейронной сетью Кохонена	109
Львова Е.В., Листопадова В.В., Балабан О.М., Умнова Е.Г. Методика планирования эксперимента для анализа измерителей реактивной мощ- ности	110
Львова Е.В., Балабан О.М., Листопадова В.В., Вагарина Н.С. Экспери- ментальные исследования измерителей реактивной мощности при неси- нусоидальных сигналах	116
Либерзон О.К., Пархоменко С.Г. Автоматизация процесса учёта и обра- ботки результатов исследования воды для инженерно-геологических изысканий	120
Манухин А.В., Заякин О.А. Автоматизированная система исследования основной погрешности экспериментального лазерного кругломера	124
Митюков В.В. Вычислительные аспекты унифицированного подхода к задачам аппроксимации	127
Мишенев В.С., Кудрина М.А. Использование волнового алгоритма для построения скелета растрового изображения	130
Насритдинова У.А. Разработка технологической платформы демонстра- ционной площадки	134
Осипов М.Н., Лимов М.Д., Знаменьщикова Н.С., Линьков А.В. Влияние помех на измерение вибраций методом спекл-интерферометрии одиноч- ного спекла	138
Орлов С.П., Ахполова Е.А., Уютова О.Ю. Метрологическая модель из- мерительных каналов иис контроля оптико-электронного преобразователя....	142
Осипов М.Н., Сергеев Р.Н. «Сэндвич» спекл-интерферометрия для опре- деления полей перемещения	146



Пензин К.В. Разработка автоматизированной системы получения, архивирования и предоставления технологической информации	149
Пинес В.А. Разработка системы мониторинга параметров состояния оборудования локальных вычислительных сетей	152
Прохоров С.А., Столбова А.А. Вейвлет-преобразование нерегулярных процессов без восстановления пропущенных отсчетов	154
Рогачев С.Н. Анализ эффективности деятельности компании, работающей с клиентами с помощью автоматизированной системы	157
Сараева К.В., Лёзина И.В. Исследование влияния алгоритмов инициализации весовых коэффициентов на решение задачи прогнозирования при помощи нейронной сети вольтерри	160
Сахибазарова В.Б., Кудрина М.А. Исследование зависимости скорости фрактального сжатия изображения от параметров сжатия	161
Семенова В.А. Построение формальных онтологий на основе противоречивых эмпирических данных	164
Строков А.И., Бардасов А.А., Львов П.А. Автоматизированная система управления процессом калибровки интеллектуальных датчиков давления	168
Ловцов К.Н., Сухов Н.С., Цеханский В.Б. Метод наименьшего действия в задаче маршрутизации самоорганизующихся сетей	172
Пономарева О.В, Пономарев А.В., Гиззатуллин Д.Р. Дискретно-частотное преобразование Фурье и его применение	176
Рыбаков Д.А. Развитие системы через метасистему	180
Тохиров Р.С., Юлдашев А.Р., Маннанов М.И. Автоматизированная система для геофизической разведки	183
Емельянова Е.Л., Усольцев Л.П. Самарский алгоритм практической реализации методики М.Винера в RSA-криптографии	185
Федоров И.В. Моделирование индикатрисы рассеяния ансамбля частиц	189
Фишман Б.Е., Кузьмина Б.С. Информационно-экспертная технология для задачи распознавания структуры процессов развития в социальных системах	193
Хвостов А.И., Трешников А.А., Зеленко Л.С. Разработка подсистемы планирования водно-энергетического режима ГЭС	197
Никулина О.А. Информационная технология формирования универсальных таблиц коэффициентов важности для оценки многокритериальных альтернатив	201

Информационная безопасность

Ардесов В.С., Салихов Д.Р., Халиков А.Р. Исследование проблем безопасности современных интернет-браузеров построенных на базе Webkit	203
Арсланов Р.Р., Соловьева Я.В. Автоматизированная система учёта эвакуированных автомобилей на штрафстоянках. Анализ и оптимизация процесса парковки в г.о. Самара	206
Владимиров Р.В., Соловьева Я.В. Автоматизированная информационная система обработки заказа и оповещения	208



Гизатуллин З.М., Архипов А.О., Закиров Р.Р. Исследование качества функционирования беспроводной локальной сети при преднамеренных электромагнитных воздействиях	209
Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р. моделирование побочной кондуктивной передачи информации от вычислительной техники через сеть электропитания	213
Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р. Исследование защиты информации в накопителе на основе флеш-памяти при воздействии импульсного магнитного поля молнии	217
Денисов В.Ф. Архитектура и технологии распределенной (полицентрической) сети ситуационных центров	220
Загузина Е.Г. Построение функции работоспособности при оценке «живучести» системы защиты информации	224
Киселева А.В., Кудрина М.А. Стеганография и методы стегоанализа	226
Костанян М.К., Соловьева Я.В. Автоматизированная система онлайн-бронирования номеров в отеле	229
Кулдашев О.Х., Муминов К.З. Однонаправленный синхронный режим распространения информационных и шумовых сигналов в оптическом волокне	231
Кулдашев О.Х., Муминов К.З. Устройства для обеспечения информационной безопасности в волоконно-оптической линии связи	234
Кудрина М.А., Дулимова И.Е. Скрытие информации в аудиофайлах методами стеганографии.	236
Маннанов М.И. Предотвращение сетевых атак: технологии и решения	237
Муминов К.З. Способ защиты информационного сигнала в волоконно-оптической линии связи	240
Мухутдинов Р.Р., Бурлов С.А. Разработка механизма защиты информации от несанкционированного изменения в базах данных	242
Назметдинов Ф.Р., Шкиндеров М.С., Нуриев М.Г. Защита информации в вычислительной технике при побочных электромагнитных излучениях	245
Назарова А.Н., Соловьева Я.В. Методы построения деревьев решений в задачах классификации методами data mining	248
Никишина А.Л., Соловьева Я.В. Интерактивное приложение для бизнес-анализа и управления проектами «analysis and project management»	251
Осипова Д.Н., Шиверов П.К., Осипов М.Н. Методика оценки рисков в сфере информационной безопасности	253
Пасюков А.А., Баженов Р.И. Внедрение скрытых сообщений в аудио сигналы на основе эхо-сигналов	256
Пальчевский Е.В., Халиков А.Р. Разработка системы блокировки IP-адресов по внешнему сетевому интерфейсу	258
Пальчевский Е.В., Халиков А.Р. Разработка системы увеличения пропускной способности сетевого стека для повышения отказоустойчивости физического сервера	262



Пальчевский Е.В., Халиков А.Р. Разработка системы обнаружения низкоактивного несанкционированного сетевого трафика	266
Петросян А.А., Бурлов С.А. Механизм защищенного доступа к базе данных при разработке информационной системы	270
Прохорова О.В. Проверка больших чисел на простоту	273
Репная Е.С., Соловьева Я.В. Автоматизированная система ведения расписания и учёта оплаты занятий для тренеров по фитнес-аэробике	277
Сафонов К.Д., Соловьева Я.В. Автоматизированная информационная система учета ставок интернет-аукциона	279
Старкова Е.В., Соловьева Я.В. Исследование методов классификации текстов на естественном языке	281
Солдатова О.П., Шепелев Ю.М. Нейросетевое прогнозирование загрузки суперкомпьютера «Сергей Королев»	284
Шиверов П.К., Цветов В.П., Яковлев С.С. Понятия репутации и опыта в контексте оценки рисков, связанных с доверием в информационных системах	288
Шкиндеров М.С., Чернов О.В. Повышение безопасности систем контроля и управления доступом при наносекундных электромагнитных воздействиях по сети электропитания	292
Шкиндеров М.С., Чернов О.В. Повышение безопасности систем контроля и управления доступом при микросекундных электромагнитных воздействиях по сети электропитания	296
Цветов В.П. О двойственных упорядоченных полугруппах бинарных отношений	299
Янников И.М., Телегина М.В., Казанцев М.М. Анализ методов автоматизированного заполнения баз данных и алгоритмов автоматизированного поиска информации	304

Интеллектуальные информационные системы

Акинин М.В., Таганов А.И., Балакин В.А., Кузнецов В.В. Вопросы применения алгоритма глубокого обучения искусственной нейронной сети для решения задачи векторного представления сложных объектов	307
Алимурадов А.К., Чураков П.П. Метод повышения точности сегментации сигнал/пауза на основе комплементарной множественной декомпозиции на эмпирические моды	311
Бурлаков М.Е. Исследование динамики активности публикации угроз в открытых и закрытых источниках данных	315
Долинина О.Н., Сучкова Н.К. Формальные модели ошибок класса «избыточность» в базах знаний интеллектуальных систем	320
Гвоздев В.Е., Блинова Д.В., Байтиминова Г.Ф. Элементы территориально-ориентированной стратегии управления промышленными отходами на территории РБ	327
Зарипов Р.Р., Гизатуллин З.М. Информационная система для автоматизации обслуживания соревнований по карате	331



Iosifov Valeryan P. Application responses weighing operation to problems of determining the measuring instruments dynamic characteristics	335
Кириченко Г.С. Разработка эксплуатационной документации в едином информационном пространстве предприятия	340
Корчагин П.О., Пиявский С.А. Квазигенетический алгоритм оптимизации «мозаики критериев»	344
Кузин С.А., Львов П.А. Датчик-сигнализатор пожара для авиационной техники на основе использования схемы токовой петли	346
Кузнецов П.К., Мартемьянов Б.В. Метод совмещения изображений инвариантный к освещенности сцены	350
Кузнецов П.К., Мартемьянов Б.В., Шестов Р.В. Метод построения визуального одометра для определения параметров поступательного движения мобильной платформы	354
Лёзин И.А., Канабеев С.П. Оптимизация обучения нейронных сетей методом комбинации алгоритмов обучения	358
Лиманова Н.И., Седов М.Н. Алгоритм автоматизированного поиска персональных данных на основе метрики Левенштейна	360
Лёзин И.А., Селянко Р.П. Методы распознавания изображений при помощи нейронных сетей.	366
Литвинов В.Г., Черников Д.Г., Яшкова А.К. Автоматизированная информационная система расчета параметров процессов магнитно-импульсной обработки металлов	368
Мартемьянов Б.В. Сшивка полос изображений с учетом межматричных голономных связей	372
Мудров Д.С. Исследование удаленного взаимодействия на примере мобильного приложения для комплексной системы управления предприятием в сфере развлекательных услуг	376
Орлова А.Д., В.В. Жидченко Разработка подсистемы взаимодействия с пользователями облачного PaaS-сервиса визуального программирования	379
Пивкин К.С. Создание системы прогнозирования с помощью языка r на примере розничного предприятия	381
Плахов В.С., Благов А.В. Разработка информационной системы расчёта и прогнозирования финансового состояния университета	385
Савельев Д.С. Использование информационных систем в работе органов муниципальной власти	389
Солдатова О.П., Баранова О.С. Исследование эффективности рейтингового алгоритма генерации базы правил для нечётких нейронных сетей	394
Солдатова О.П., Иваев Д.З. Использование модели гибридного нейронно-четкого классификатора для решения задачи классификации	398
Солдатова О.П., Кривякин Д.И. Решение задачи прогнозирования с использованием нейросети ANFIS	402



Сильнова С.В., Фаюршина В.В. Модели и алгоритмы оценивания поставщиков машиностроительного предприятия, основанные на нечеткой логике	404
Таганов А.И., Колесенков А.Н. Геоинформационная система индексации данных дистанционного зондирования земли	409
Фетисов В.С., Харисова З.И. Поточный контроль гранулометрического состава суспензий на основе видеотехнических средств и элементов искусственного интеллекта	412
Хэбе Н.А. Применение генетического алгоритма для анализа первичного списка кандидатов на должность научно-технического работника в сфере инновационных наукоемких проектов	416
Христодуло О.И., Гвоздев В.Е., Блинова Д.В., Набиева А.А. Комплексный анализ техногенной безопасности территориальных систем на основе сочетаний геоинформационного и математического моделирования (на примере пожарной безопасности Республики Башкортостан)	419
Черный Н.С., Сопченко Е.В. Разработка метода проблемно-ориентированного проектирования макропрограмм интегрального управления	423
Шаталин Р.А., Овчинников П.Е., Фидельман В.Р. Метод обнаружения нехарактерного поведения на основе главных компонент	427
Широбокова М.А. Использование методов машинного обучения при построении скоринговой системы оценки банковского кредитного риска	431

Информационные технологии высокопроизводительных вычислений и телекоммуникации

Myasnikova N.V., Beresten M.P., Tsy-pin B.V., Myasnikova M.G. Application of empirical mode decomposition on the basis of differentiation and integration to information and measurement systems	435
Umurzakova D.M. Development of the electronic government in uzbekistan	439
Абдулхаликова К.К., Вахитов Ф.Х., Кузнецов Д.И. Перспективная технология свч подложек, применяемых для высокопроизводительных вычислений	441
Анохин О.Г., Ротенштейн И.В. Реальная нагрузка на оборудование провайдера связи	443
Васин Н.Н., Буцких А.А. Автоматизированные системы контроля геометрических параметров крупногабаритных объектов	447
Веерпалу Д.В. Система мониторинга и управления построением сети цифрового телерадиовещания	450
Ворожейкин В.Н., Енковский К.К., Иванова В.А., Кондратьев М.С. Тестовый программный комплекс для определения показателей эффективности параллельных алгоритмов в вычислительных системах	454
Засов В.А., Мутагаров М.С. Модель параллельного вычислительного устройства для идентификации входных сигналов в многомерных динамических системах	458



Карягин Д.Н., Кузнецов Д.И. Перспективные информационные технологии высоко-производительных вычислений и новое конструктивное решение деления информационных потоков	462
Корячко В.П., Перепелкин Д.А., Бышов В.С. Организация балансировки потоков данных в программно-конфигурируемых сетях с обеспечением качества сетевых сервисов	464
Родионов Г.Р., Долинина О.Н. Разработка программного обеспечения для учёта активности сотрудников компании «ADFOR»	468
Семенов И.Д., Чигарина Е.И. Сравнительный анализ ЯРА провайдеров в системах баз данных	472
Столбова А.А., Востокин С.В., Попов С.Н. Вычисление коэффициентов вейвлет-преобразования на кластерных системах	476
Терёхин М.В., Чигарина Е.И. Использование функций ранжирования в системах реляционных баз данных	478
Царёв Д.А., Востокин С.В. Технология развертывания скелетных программ для автоматизации вычислений на суперкомпьютере «Сергей Королёв»	481
Чернова Е.В., Полежаев П.Н. Анализ основных проблем миграции виртуальных машин	484
Чигарина Е.И., Заикин К.С. Использование модели «сущность-связь» при проектировании объектно-реляционных баз данных	488
Чигарина Е.И., Чуркина Ю.С. Формулировка и методика решения задачи сравнительного анализа использования средств генерации отчетов в реляционных базах данных	490
Широканев А.С. Векторный алгоритм параметрической идентификации кристаллических решёток на основе градиентного метода с постоянным шагом	492
Яблокова Л.В., Головашкин Д.Л., Калюжная О.В. Применение метода пирамид при разностном решении уравнения даламбера на графическом процессоре с использованием языка Matlab	496

Информационные технологии в медицине

Аржаев Д.А., Бодин О.Н., Громков Н.В., Полосин В.Г., Сафронов М. И. Энтропийно-параметрический анализ электрокардиосигнала	501
Бодин О.Н., Балахонова С.А., Сергеенков А.С., Убиенных А.Г., Чураков П.П. Применение многоагентных технологий для системы мониторинга диагностики сердечно-сосудистых заболеваний	504
Бурков Д.С., Гришанов В.Н., Черепанов К.В. Программное обеспечение диагностического медицинского флуориметра	507
Гизатуллин З.М., Архипов А.О. Оригинальное применение носимой электроники для мониторинга параметров здоровья человека	511
Давыдов Н.С. Вычисление общего стандартного сегмента экг-сигнала для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний	514



Дедушкин А.В. Информационная система беспроводного мониторинга состояния человека	518
Дедушкин А.В., Галиев В.Р., Кузнецов Д.И. Перспективная информационная технология применения многошлейфных и гибридных мостов для свч медаппаратуры	519
Захаренко Ю.В., Никитаев В.Г., Поляков Е.В. Сегментация лейкоцитов в системе компьютерной микроскопии при диагностике острых лейкозов	521
Дулидов Е.А., Леднев А.М. Проблема организации процедур проведения медицинских освидетельствований	525
Кадиров М., Каримова Г. Инновационные, экономические и юридические клиники	528
Кравцова Н.С., Парингер Р.А., Куприянов А.В. Разработка высокопроизводительного метода выявления информативных сегментов в спектральной области для классификации текстурных изображений медицинских кристаллограмм	532
Кузьмин А.В. Методика экспериментального исследования модели электрической активности сердца	534
Левашов И.А., Кузьмин А.В., Денисов О.Е. Особенности моделирования и визуализации костей черепа	536
Левашов И.А., Кузьмин А.В., Денисов О.Е. Визуализация эндопротезирования тазобедренного сустава	538
Лиманова Н.И., Атаев С.Г. Алгоритм программной параметризации малых анатомических объектов по томографическим снимкам	540
Пиняжин Р.А., Леднев А.М. Проблема управления коммуникациями в службе мобильных докторов	544
Порунов А.А., Тюрина М.М., Абдрахимова Д.Р. Структурное построение канала идентификации опасных ситуаций на основе использования эталонной модели системы мать-плод	548
Пищулина О.В., Зеленко Л.С., Кругомов А.В. Разработка клиент-серверной версии медицинского калькулятора для расчета периоперационных рисков	552
Рузибаев О.Б., Сайфуллаев Ш.Б., Алиева Д.А. Некоторые методы интеллектуального анализа данных для диагностики заболеваний рака молочной железы	554
Супонев Е.Г. Алгоритмы сжатия сигналов электрокардиограмм с помощью всплесков Добеши	558
Телегина М.В., Карелин Д.С. О разработке системы прогнозирования медико-санитарных последствий химических аварий	561
Тимошкина К.О., Леднев А.М. Оказания медицинских услуг на основе сетевого взаимодействия докторов	565
Якубов М.С., Шихназарова Г.А. Выбор приоритетных принципов диетологии рационального питания	568
Якубов М.С., Шихназарова Г.А. Алгоритм пренатальной диагностики развитие плода	570



Шлеймович М.П., Ляшева С.А. Алгоритмы автоматического распознавания автомобильных номеров	574
---	-----

Информационные технологии на транспорте

Белоногов А.С., Пугачев Я.Н., Шутова Н.В., Смирнова Л.Б. Применение rss системы на основе стандарта беспроводных сетей IEEE 802.15.4 для повышение точности позиционирования мобильных объектов	579
Akramova G.A. Modeling business project quality management	583
Beknazarova S.S., Qayumova G.A. Modeling the processing of information resources	587
Бошкарева Т.В., Добрынин Е.В., Табаков О.В. Современные информационные технологии в системе диагностики контактной сети	589
Брыляков В.С. Пример применения информационных технологий для логистического обеспечения предприятия	591
Волынская А.В. Исследование алгоритмов обработки сигналов в каналах связи с низким отношением сигнал/помеха	594
Габитова Д.М., Дементьев Ю.Н., Никитин А.В. Построение алгоритма обработки информации бортовой системы измерения параметров вектора ветра стартовых и на взлетно-посадочных режимах вертолета	597
Габитова Д.М., Никитин А.В. Построение алгоритма обработки информации бортовой системы измерения параметров вектора ветра на стоянке одновинтового вертолета	601
Гавлиевский С.Л. Использование системного подхода при модернизации сетей технологической связи магистральных трубопроводов	605
Галашов А.В., Фазылзянов Р.Х., Кузнецов Д.И. Информационные технологии использования транспортного специализированного светодиодного драйвера	609
Глазов А.В. Информационная технология автоматизированной системы уборки снега на улицах города	611
Глушкова Н.В., Миннебаев М.Р., Никитин А.В. Анализ средств измерения величины и угла направления вектора ветра на борту вертолета	615
Головнин О.К., Романова Е.А. Автоматизированная информационная система учета дел об административных правонарушениях	619
Головнин О.К., Паульс А.Г. Автоматизированная система исследования транспортных путей	622
Головнин О.К., Кутовой Н.Н. Автоматизированная система построения и визуализации виртуальных туристических геовидеомаршрутов.....	625
Графкин В.В., Графкин А.В. Программирование морали по правилам	627
Днепров В.В. Анализ дискриминатора углов в одноэтапном алгоритме определения угловой ориентации объекта по сигналам СРНС	629
Есипов Б.А., Москвичёв О.В., Складнев Н.С., Алёшинцев А.О. Разработка и исследование алгоритма кластеризации с проекцией для решения задач оптимизации транспортной инфраструктуры	633



Зиятдинов А.М., Зиятдинова Р.М., Клепиков А.В. Информационные технологии на транспорте: анализаторы эксплуатационной работы в железнодорожной отрасли	637
Кубаев У.Р., Тошиев А.Э. Алгоритм расчета эффективности транспортно-логистической системы поставок грузов	640
Корытин Л.В., Исайчева А.Г., Гуменников В.Б., Тарасов Е.М. Влияние продольной асимметрии на работу рельсовых цепей электрифицированных железных дорог постоянного тока	644
Куров М.Б., Кравцова Н.А., Белоногов А.С., Харламова Н.И. Перспективы использования «SI-3000» на железнодорожном транспорте	647
Лемешкина И.Г., Скворцов М.Г., Приходькова И.В., Павлова Е.С. Авдеюк О.А. Применение нейросетевых технологий в транспортной логистике	650
Лопатин А.В., Кишкина С.В. Применение технологии краудсорсинга в оптимизации производственных процессов куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД»	653
Михеева Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система визуализации объектов транспортной инфраструктуры	656
Михеев С.В. Геоинформационная сетевая модель координированного управления транспортными потоками	662
Михеева Т.И., Михеев С.В., Головин О.К. Система формирования полетных планов для беспилотного летательного аппарата	669
Михеева Т.И., Рябикина М.А. Визуализация дислокации светофорных объектов на электронной карте города в среде ITSGIS	673
Нуриев М.Г., Салимов Р.И. Физическое моделирование помехоустойчивости электронных средств автомобиля при воздействии контактной сети электротранспорта	677
Нуриев М.Г., Салимов Р.И. Физическое моделирование помехоустойчивости электронных средств автомобиля при воздействии высоковольтных линий электропередачи	681
Николаенко А.Ю., Булыкин Д.А. Считыватель логистической системы радиочастотной идентификации на базе автоматического СВЧ измерителя	685
Николаенко А.Ю., Соколов Д.Н. Калибровка комбинированного многополюсного рефлектометра системы радиочастотной идентификации для автомобильного транспорта	688
Остроглазов Н.А., Елистратов А.А. Веб-система проведения конкурса научно-исследовательских работ «IT & транспорт»	692
Пугачев Я.Н., Белоногов А.С., Ахмадуллин Ф.Р. Ультразвуковой резонатор для информационно-измерительной системы диагностики дизельных двигателей на железнодорожном транспорте	696
Салимов Р.И., Нуриев М.Г. Моделирование электромагнитных помех в линиях связи автомобиля при воздействии высоковольтных линий электропередачи	700



Сапрыкин О.Н., Майоров Е.Р., Уварова Л.А. Выделение транспортных районов на улично-дорожной сети города для построения микроскопической модели транспортных потоков	704
Солдаткин В.В. Разработка и трубные испытания образца бортовой системы воздушных сигналов вертолета в условиях возмущений вихревой колонны несущего винта	707
Солдаткин Р.В., Сазонов И.Д., Солдаткин В.В. Построение и алгоритмы обработки системы воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного многофункционального аэрометрического приемника	711
Арискин Е.О., Люлин Д.Л., Солдаткин В.М. Технология измерения составляющих вектора ветра на борту воздушного судна с использованием ультразвуковых измерительных преобразователей	715
Ефремова Е.С. Технология построения вихревой системы измерения выотно-скоростных параметров дозвукового самолета	719
Никитин А.В. Разработка и экспериментальные исследования системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета в условиях возмущений вихревой колонны несущего винта	723
Крылов Д.Л., Солдаткин В.М. Система и технология измерения выотно-скоростных параметров самолета на основе неподвижного невыступающего приемника потока	727
Кузнецов О.И., Солдаткин В.М. Технология построения и использования информационно-управляющей системы предотвращения критических режимов одновинтового вертолета	731
Солодова А.О., Франтасов Д.Н. Возможности применения технологии voip на транспорте	735
Табак О.В., Добрынин Е.В., Бошкарёва Т.В. Система визуального контроля коммутационных аппаратов на тяговой подстанции	737
Тарасов Е.М., Исайчева А.Г., Тарасова А.Е. Оценка эффективности использования устройств диагностики железнодорожных информационно-управляющих систем	739
Тарасов Е.М., Герус В.Л., Тарасова А.Е. Разработка информационно-управляющей системы переездной сигнализации с многопараметрическим датчиком координаты поезда	742
Тошиев А.Э., Даминова Б.Э. Формирования Самаркандской региональной транспортно-логистической системы	746
Франтасов Д.Н., Семёнов И.В. Проектирование информационной системы планирования и мониторинга сервисных работ на транспорте	749
Фроленков С.А., Гаранин М.А. Бесконтактная диагностика зажимов контактной сети	753

Мультиагентные технологии и машинное обучение

Антипин А.Л., Блинова Д.В. Анализ эмоциональной окраски сообщений социальной сети Twitter	756
---	-----



Беликов В.А., Галянин В.В. Метод определения нефтяных разливов на суше с использованием многомерного анализа и средств ДЗЗ	758
Бородулина Е.Н. Использование мультиагентной модели трудового поведения в разработке интеллектуальной среды системно-ситуационного управления сложной социотехнической системой	762
Иващенко А.В., Купер Д.В. Концепция подвижной сенсорной сети	766
Галузин В.А., Симонова Е.В. Разработка алгоритма распознавания темпа всхожимости посевов озимых культур с использованием библиотеки OPENCV	769
Горчаков А.Ю. Применение метода неравномерных покрытий для бинаризации признаков в задачах классификации	772
Дюльдина Ю.О., Диязитдинова А.Р. Модуль системы поддержки принятия решений составления коммерческих предложений	776
Егорова А.И., Диязитдинова А.Р. Нечеткие запросы в интеллектуальной системе поиска недвижимости	780
Евграшин А.С. Сравнение методов сегментации изображений, основанных на теории графов	784
Жуков Д.А., Клячкин В.Н. Алгоритмы бустинга в задачах технической диагностики	787
Ковалева И.В., Баженов Р.И. Разработка двухмерной игры в системе трехмерного моделирования Unity3D	790
Макарова Е.А., Ефтонова Т.А., Даянова Ф.Ф. Структура программного обеспечения мультиагентной системы имитационного моделирования инвестиционных процессов на макроуровне	792
Макарова Е.А., Салимгареева Н.Р. Функциональные возможности системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов	796
Мирошников Д.Ю., Симонова Е.В. Распределенное мультиагентное планирование в масштабируемой сети	800
Мишутин Д.Е., Симонова Е.В. Планирование целевого применения оборудования группировки МКА с использованием алгоритма Adopt	802
Никулина А.В., Трешников П.В., Хвостов А.И., Зеленко Л.С. Разработка имитационной модели гидроагрегата ГЭС для тренажера оперативного персонала	805
Новиков Д.А., Симонова Е.В. Автоматизация сборки современных веб-приложений	809
Ольшанский А.М., Игнатенков А.В. О некоторых свойствах многослойной искусственной нейронной сети с переменной проводимостью сигнала	813
Осипов И.В., Симонова Е.В. Исследование архитектурных решений при построении сервиса планирования	817
Платонов С.В., Иващенко А.В. Тестирование и анализ качества мультиагентных систем	821



Проценко Д.А., Симонова Е.В. Формирование модели штатного поведения системы прогнозирования состояния ТГК «Прогресс»	823
Разлацкий С.А., Якимов П.Ю. Использование GPU для распознавания трехмерных объектов при помощи сверточных нейронных сетей	825
Симонова Е.В., Новиков Д.А. Синхронизация Web-приложения и базы данных в мультиагентной системе целевого планирования космических аппаратов дистанционного зондирования Земли	832
Черезов Г.А., Попов А.Н. Построение признакового пространства из коэффициентов вейвлет-преобразования	834

Моделирование и анализ сложных технических систем

Акулов В.А. Оценка адекватности алгоритмов управления центрифугами в задачах освоения дальнего космоса	839
Алишев Ш.А. Технологии производства цемента	843
Ахметова Д.Р., Насырова Р.А., Блинова Д.В., Гвоздев В.Е. Оценка надежности базовых фрактальных архитектур GRID-систем на основе аппарата последовательно-параллельных логических систем	846
Бажанов В.Л. Библиотека эталонных систем автоуправления с рационально настроенными ПИД-регуляторами	849
Белова О.Н., Степанова Л.В. Компьютерное моделирование роста трещины методом молекулярной динамики в пакете LAMMPS	852
Борисова О.А., Камальдинова З.Ф., Пиявский С.А. Информационная система поддержки базовой научно-образовательной программы «Полет»	856
Виноградов А.А., Гринь И.В., Ершов Р.А., Морозов О.А. Использование модифицированного подхода минимальной дисперсии кейпона в задаче оценки взаимной временной задержки сигналов с OFDM-модуляцией	859
Воеводин П.С., Заболотнов Ю.М. Математическая модель пространственного движения орбитальной электродинамической тросовой системы с гибким тросом	863
Выгодчикова И.Ю. Оценка допустимых погрешностей при анализе многозначных динамических рядов	866
Гаврилин А.Н. Методика определения коэффициентов готовности элементов подсистемы управления организационно-технической системы специального назначения	869
Галиева А.М., Черепанов К.В., Гришанов В.Н. Фотометрическая модель лазерного диагностического флуориметра с точечными фотоприёмниками	873
Гончарова А.В. Тестирование программного обеспечения	877
Дадабаев Ш.Т. Компьютерное моделирование нагрева синхронных электроприводов насосных агрегатов при различных способах пуска	878
Днепров Д.В. О моделировании алгоритмов поиска радиосигналов глонасс с кодовым разделением в условиях малой неопределенности параметров сигнала	882



Дон Ч., Заболотнов Ю.М., Ван Ч. Моделирование и управление движением развертываемой распределенной космической тросовой системы с атмосферным зондом	885
Ефимушкина Н.В. Имитационная модель подсистемы ввода-вывода компьютера	888
Жаббаров Р.М. Цифровая обработка результатов оптоэлектронных измерений в механике (метод фотоупругости)	892
Зенцова Е.А., Клячкин В.Н. Построение оптимального плана многомерного контроля с применением предупреждающих границ	895
Зотеев В.Е., Макаров Р.Ю. Построение линейной обобщенной регрессионной модели для третьей стадии ползучести	898
Зотеев В.Е., Небогина Е.В. Численный метод построения математической модели процесса упругопластического деформирования	901
Кильметов Э.А., Заико А.И. Экспериментальные исследования сенсорной чувствительности мостовых модулей на базе амг-эффекта	905
Конопацкий Ю.В. Имитационная модель функциональной подсистемы регулирования уровня конденсата в регенеративных подогревателях	909
Конопацкий Ю.В. Расчет оптимального и аппроксимированного соотношения «топливо-воздух в Matlab	912
Конопацкий Ю.В. Исследование функциональной подсистемы регулирования подачи питательной воды	915
Кульга К.С., Китаев А.А. Структурный синтез компоновок гибких производственных систем	917
Кульга К.С., Половинкин А.В. Структурный и параметрический синтез конструкций специальных станочных приспособлений	921
Трусов В.А., Трусов В.В., Авдоница Л.А., Вершинин А.Е. Разработка подсистемы асу тп и классификация основных методов распознавания при обработке данных эксперимента	925
Лосева Т.Х. Анализ класса сложности ремонтных работ авиационных двигателей	929
Лысова Н.В., Никулин С.В., Семенов А.Д. Моделирование системы экстремального регулирования дисперсии веса бумажного полотна	932
Любимов В.В., Куркина Е.В. Анализ вероятности захвата в резонанс асимметричных космических аппаратов с различной конфигурацией в атмосфере Марса	936
Трусов В.А., Вершинин А.Е., Авдоница Л.А., Трусов В.В. Анализ существующих методов регулирования техпроцессов автоматномеханической обработки деталей	939
Липилина Л.В. Исследование моделей телетрафика на основе систем массового обслуживания с гиперэкспоненциальными входными распределениями	942
Лукачев С.В., Каюков С.С., Бирюк В.В. Особенности моделирования элементов систем топливоподачи тепловых двигателей и энергоустановок	945



Малыхина О.И. Применение математического пакета Mathcad для обработки результатов конечно-элементного анализа конструкций ракетно-космической техники	948
Муха Ю.П., Авдеюк О.А., Королева И.Ю. Актуальность синтеза сложных измерительно-вычислительных комплексов с развивающейся структурой	951
Мушарапов Р.Н., Смирнова С.В., Атаманов Э.В. Имитационное моделирование и его роль в науке и технике	954
Муфаззалов Д.Ф., Фетисов В.С. Диспетчирование полетов группы мультикоптеров на основе информационно-измерительных систем с применением генетических алгоритмов	956
Николаева Д.А. Оценивание ошибки позиционирования роботаманипулятора при наличии погрешностей датчиков	960
Порохненко Ю.С., Полежаев П.Н. Сравнительный анализ симуляторов облачных вычислений	963
Протасов К.А. Журнал конструктивных замечаний в РТС Windchill с контролем сроков исполнения через СЭД Docsvision	966
Прошин И.А., Николаев В.С., Салмов Е.Н. Методика научных исследований и комплекс программ моделирования технологической машины	969
Ратников О.Б. Теоретико-множественное представление организационно-технической системы специального назначения для целей математического моделирования	972
Решетникова Н.В., Криволапчук И.Г. Система торможения с оптимизацией освобождения ВПП	976
Рузанов Н.В., Печенин В.А., Болотов М.А., Грачев И.А. Информационная система для моделирования координатных измерений сложных поверхностей	980
Сайтова Г.А., Сабитов И.И. Определение вида нелинейной модели с применением откликов искусственной нейронной сети	985
Светлов М.С., Львов А.А., Балабан О.М., Кленов Д.В., Светлова М.К. Метод исключения защитных интервалов в цифровых системах передачи информации с COFDM	989
Светлов М.С., Львов А.А., Кленов Д.В., Балабан О.М. Некоторые свойства кода на основе кодового сигнального признака	992
Svetlov M.S., L'vov A.A., Klenov D.V., Askarova A.H., Svetlova M.K. Intersymbol interferences protection in single frequency networks	995
Секачѳв В.А. Основные концепции при разработке программного обеспечения для структурного проектирования сложных информационно-измерительных систем	999
Старосветская М.Ю. Автоматизированная система контроля ѳбъемного монтажа и кабелей на предприятии авиационной промышленности	1002
Соколова А.Н. Математическая модель оптимизации управления потоками самолетов узлового аэропорта по критерию экономичности	1005



Сироченко В.П. Численное моделирование фильтрации жидкости в нефтяном пласте при площадном заводнении	1010
Суворов А.В. Анализ ожидаемой загруженности секторов самарского укрупнённого центра обслуживания воздушного движения	1013
Хидирова Ч.М. Методы идентификации процессов оценки надежности корпоративных вычислительных систем	1017
Хидирова Ч.М., Ахматов У.Ж. Разработка алгоритмов параметрической адаптации моделей сложных систем по дискретным наблюдениям	1020
Хрисанов Н.Н. Применение метода иерархий для выбора оборудования компьютерных сетей	1024
Царёв А.А., Привалов А.Ю. Исследование протоколов маршрутизации в DTN сетях с гибридной моделью подвижности узлов	1026
Цыганков Д.Э., Похилько А.Ф. Отображение структуры проектируемого изделия в процессе построения 3D-модели	1030
Чурсин П.О., Полукаров Д.Ю. Некоторые особенности реализации источника тестового трафика	1033
Шлычкова Н.М. Исследовательское тестирование	1035
Шкиндеров М.С., Нуриев М.Г., Назметдинов Ф.Р. Сквозное моделирование помехоустойчивости и информационной безопасности сложных технических систем при электромагнитных взаимодействиях	1037
Яблоков Д.Е. Применение обобщенных концепций итераторов и функциональных адаптеров для создания алгоритмов с развитой семантикой обработки данных	1041
Якубов М.С., Хужакулов Т.А., Хусанов М.М. Роль экологической оценки при подготовке и реконструкции проектов водохозяйственного сектора	1044

Методика обучения и компьютерные обучающие программы

Азаров А.Е., Лучанинов Д.В. Разработка компьютерной игры «Tivel» на платформе Unity3D	1052
Борисова Е.А., Еленев Д.В. Учет деятельности диссертационных советов университета	1054
Бурлов С.А. Адаптация программных разделов учета планирования финансово-хозяйственной деятельности организации	1056
Волик В.Г., Исайчева А.Г., Радионов П.А. Методологические и организационные основы разработки учебно-демонстрационных программ для направлений подготовки в области электротехники	1058
Васюков О.Г. Поиск и воспитание одаренной молодежи	1062
Еленев Д.В., Линник А.О. Обеспечение проведения системы стимулирования труда научно-педагогических сотрудников Самарского университета посредством личных кабинетов	1066
Зеленко Л.С., Шумская Е.А., Вилков А.В. Алгоритм построения оптимального дерева игры	1070



Зеленко Л.С., Пильгинин И.М., Шеремеев М.И. Модернизация дистанционной обучающей системы «3Ducation»	1073
Иващенко А.В., Горбаченко Н.А. Построение базы знаний учебного симулятора	1075
Круглик Р.И., Лучанинов Д.В. Разработка интерфейса для удаленного показа слайдов	1078
Михеев И.В., Кондатов Д.В., Виштак О.В. Методика работы с основными функциональными возможностями тестирующего программного комплекса для обучения программированию	1081
Мякишев В.М., Керженцева Е.А., Гнетова Д.А. Модульные технологии организации самостоятельной работы студентов	1085
Никифорова Т.В., Колесникова Е.И., Пиявский С.А. Информационная система психологической поддержки одаренных студентов в рамках психологического модуля областной научно-образовательной программы «Полет»	1090
Пиявский С.А. Перспективная региональная инфокоммуникационная научно-образовательная развивающая среда творчески одаренной молодежи	1093
Пиявский С.А., Шаталов Р.Б. Автоматизированная критериальная оценка исследовательских проектов школьников	1096
Рустамов И. Методы поиска, отбора и организационной поддержки одаренных детей и молодежи	1100
Светлов М.С., Львов А.А., Аскарлова А.Х., Светлова М.К. Информационная поддержка направления «Информатика и вычислительная техника»	1104
Соловов А.В., Меньшикова А.А. Мифы и реалии MOOCS	1107
Соловов А.В., Меньшикова А.А. Перспективные направления развития электронного обучения	1111
Шаталов Р.Б., Резаева Т.В. Модуль анализа динамики взаимодействия внутри микроколлектива в региональной инфокоммуникационной системе мониторинга выполнения исследовательских проектов школьниками	1115
Шаталов Р.Б., Кутепова Е.А. Инфокоммуникационная система «Взлет» для одаренной молодежи	1118
Шеверев Д.А., Козлова И.Н. Разработка приложения «vr.lab» на основе игрового движка Unrealengine 4 и технологий виртуальной реальности	1123
Кубаев У.Р., Элмуродова Б.Э. Концепция интеграции системы профессионального образования с производством	1126
Янборисова А.Р. Разработка подсистемы визуализации базовых алгоритмов обработки массивов	1130

Философия искусственного интеллекта и трансгуманизм

Арзаматов А.Г. Коммунистическая альтернатива трансгуманизму	1132
Барышников П.Н. Проблема ментального содержания в аргументах антикомпьюционалистов	1135



Богатырева Е.Д. Искусство: от символа мечты к суровой реальности	1137
Гатен Ю.В. «Интеллектуальные машины» С.Н. Корсакова	1139
Гаюрова Ю.А. Проблема рефлексии реальности в эпоху рынка	1141
Давыдов Н. С. Проблематика сознания и искусственного интеллекта в работах Дубровского Д.И.	1144
Дёмин И.В. Время техники. Фридрих Георг Юнгер о темпоральной структуре технического сознания	1146
Демина А.И. Трансформация робинзона как субъекта технического сознания	1150
Крейдич С.Г. Искусственный интеллект как проблемное поле этики новейшего времени.	1154
Кривопалова Н.Ю. Системный подход в изучении российской провинциальной интеллигенции в начале XX в	1156
Комаров Д.А., Кузенная А.М. Проблема персонализации в сети Интернет..	1158
Каримов У. Инфокомтехнологии (ИКТ) формирование духовных характеристик личности	1160
Лишаев С.А. Ускользящий возраст (зрелость как предмет философской рефлексии)	1163
Нестеров А.Ю. Онтология и метафизика техники: семиотический подход..	1167
Огнев А.Н. Онтологический аспект формализации в информационных технологиях	1170
Стычков И.К. Концепция публичной сферы Ю. Хабермаса: значение информации для демократии	1173
Тешабоев М. Особенности становления и развития информационного общества	1177
Трафимова Г.А. Прогнозирование развития современного общества и социальные угрозы	1182
Цыцарев А.А. Трансгуманизм и гуманитарная оценка техники как способы преодоления современных кризисов (за и против)	1186
Каримов У.У. Роль средств массовой информации в процессе глобализации	1189
Каримова С.Т. Роль информационно-коммуникационных технологий в повышении правовой культуры	1193
Каримова С.Т. Особенности применения инноваций в вузовском образовании	1195



Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017):
труды Международной научно-технической конференции
Advanced Information Technologies and Scientific Computing
(PIT 2017): Proceedings of the International Scientific Conference

Подписано в печать 07.05.2017

Формат 60x90 1/16 Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 76. Тираж 500 экз.

Типография СНЦ РАН. Самара, Студенческий переулок 3А.