ПИИТ - 2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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

24 – 26 июня 2019 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Электронное издание



САМАРА, 2019

УДК 004

Перспективные информационные технологии (ПИТ 2019) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Электрон. текстовые и граф. дан. (31,5 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2019. – 879 с. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2019) [Online]: Proceedings of the International Scientific Conference / Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of RAS, 2019. – 31,5 Mb. – 879 p.

ISBN 978-5-93424-839-1

В сборник научных трудов включены доклады Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии – 2019», проходившей с 24 – 26 июня 2019 г. в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева.

Рассмотрены актуальные проблемы создания автоматизированных систем научных исследований, обеспечения информационной безопасности, искусственного интеллекта и машинного обучения, внедрения информационных технологий в медицине и на транспорте, реализации информационных технологий высоко-производительных вычислений, моделирования и анализа сложных технических систем, разработки методик обучения и компьютерных обучающих программ, цифровизации социальных систем и 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 978-5-93424-839-1

© Оргкомитет конференции, 2019
© Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, 2019

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.А. Прохоров, И.М. Куликовских

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АППРОКСИМАТИВНЫЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева, Самара, Россия)

При проведении научных исследований, комплексных испытаний с помощью средств информационно-измерительной техники исследователь получает случайный сигнал $x(t,\overline{\Theta})$, характеристики которого $\overline{\Theta}$ подлежат определению.

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.1).

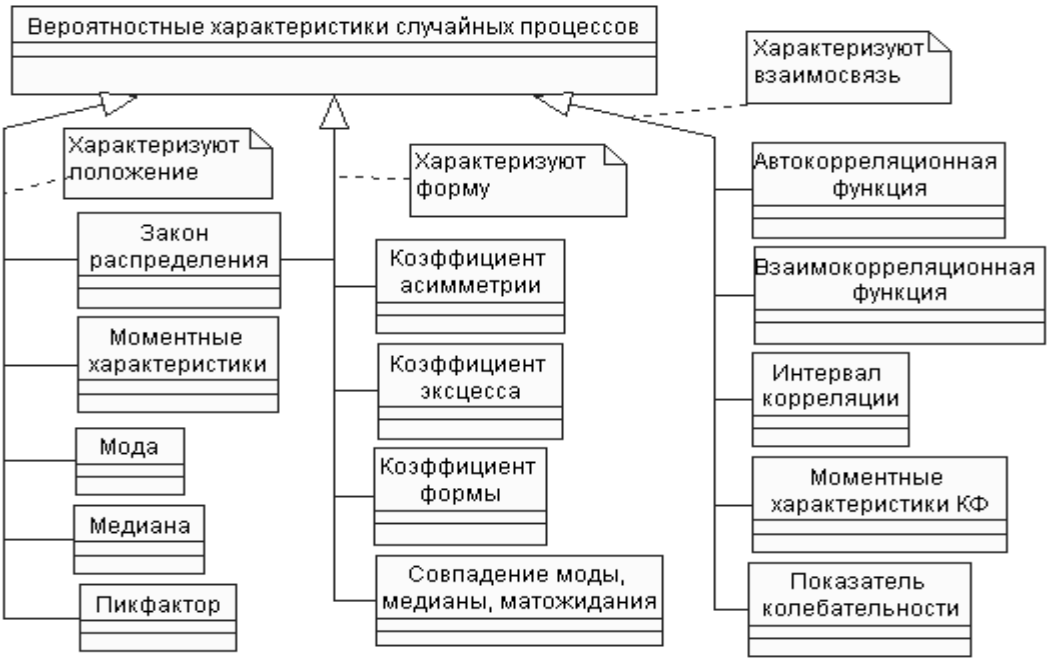


Рисунок 1 – Классификация вероятностных характеристик случайных процессов

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:

$$\Theta\left[X(t)\right] = \lim_{d\to\infty} S_d\, g\left[x_j(t)\right], \quad (1)$$

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.

При ограниченной совокупности выборочных данных (результатов измерения) временные последовательности случайных процессов представляются в виде временных рядов. Выделим восемь классов важнейших процессов (временных последовательностей), которые встречаются на практике при решении самых разнообразных задач:

1 детерминированные процессы $\varphi(t)$;

2 случайные процессы $X(t)$;

3 детерминированные последовательности с регулярными интервалами времени между отсчетами $T = const$ $\varphi(iT)$;

4 случайные последовательности с регулярными интервалами времени между отсчетами $\Delta t = const$, $X_i(i\Delta t_0)$, где j - номер реализации;

5 детерминированные последовательности со случайными интервалами времени между отсчетами $\Delta t_{ii} = t_{i,i+1} - t_{ii} = random$ $\varphi_j(t_i)$;

6 случайные последовательности со случайными интервалами времени между отсчетами $\Delta t_{ii} = t_{i,i+1} - t_{ii} = random$ $X_i(t_i)$;

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 -

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

Статистический анализ случайных процессов включает построение математической модели анализируемой вероятностной функциональной характеристики в виде параметрической модели. Следует отметить, что модель должна сохранять основные свойства анализируемой характеристики, в частности, условие нормировки [5-7]. Учитывая большое разнообразие функциональных вероятностных характеристик, наиболее целесообразно искать их модель в виде ряда в том или ином ортогональном базисе $\psi_k(x,\alpha/\gamma)$ с весом $\mu(x)$, где α/γ - параметр масштаба [5-9].

Представив модель вероятностной функциональной характеристики в виде

$$f(x)=\sum_{k=0}^{m}\beta_k\psi_k(x,\alpha/\gamma), \quad (2)$$

$$\int_0^{\infty}\psi_k(x,\alpha/\gamma)\psi_n(x,\alpha/\gamma)\mu(x)dx=\begin{cases}\|\psi_k\|^2, \text{ если } k=n;\\ 0, \text{ если } k\neq n.\end{cases}$$

Для минимизации квадратической погрешности приближения

$$\Delta=\int_0^{\infty}\left[f(x)-\sum_{k=0}^{m}\beta_k\psi_k(x,\alpha/\gamma)\right]^2\mu(x)dx=\min \quad (3)$$

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

$$\beta_k=\frac{1}{\|\psi_k\|}\int_0^{\infty}f(x)\psi_k(x,\alpha/\gamma)\mu(x)dx. \quad (4)$$

Для определения же остальных параметров модели необходимо решать дополнительные задачи. Для построения ортогональной модели необходимо:

1 выбрать ортогональный базис – $\psi_k(x,\alpha/\gamma)$;

2 определить численное значение параметра масштаба α/γ;

3 определить коэффициенты разложения β_k;

4 определить количество членов разложения ряда (2);

5 определить корректирующие коэффициенты, обеспечивающие выполнение моделью основных свойств вероятностной функциональной характеристики, как правило, условия нормировки [5-7].

Построение ортогональной модели с оптимальными параметрами согласно описанной процедуре называют аппроксимативным анализом.

Основные результаты

Для изучения особенностей решения задач, связанных с аппроксимативным анализом функциональных вероятностных характеристик разнообразных случайных процессов, временных рядов, потоков событий, неэквидистантных временных рядов на кафедре информационных систем и технологий Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Ко-

ролева разработаны учебные пособия и автоматизированные системы (см. рис. 2) [4-9].

Следует заметить, что основные алгоритмы получены при построении ортогональных моделей корреляционных функций [5-7]. Полученные результаты переносятся при определении других характеристик: взаимных корреляционных функций, спектральных плотностей мощности, спектральных функций, законов распределения, трендов и т.д. [5].

В пособии [8], посвященным заданиям вычислительного практикума, изучаются классические ортогональные полиномы и функции, определяются их основные характеристики, применяемые при построении и исследовании ортогональных моделей корреляционно-спектральных характеристик случайных процессов (временных рядов). Анализируются численные методы и алгоритмы аппроксимативного анализа корреляционно-спектральных характеристик временных рядов в различных ортогональных базисах: корреляционных функций и спектральных плотностей мощности, функций спектра и т.д.

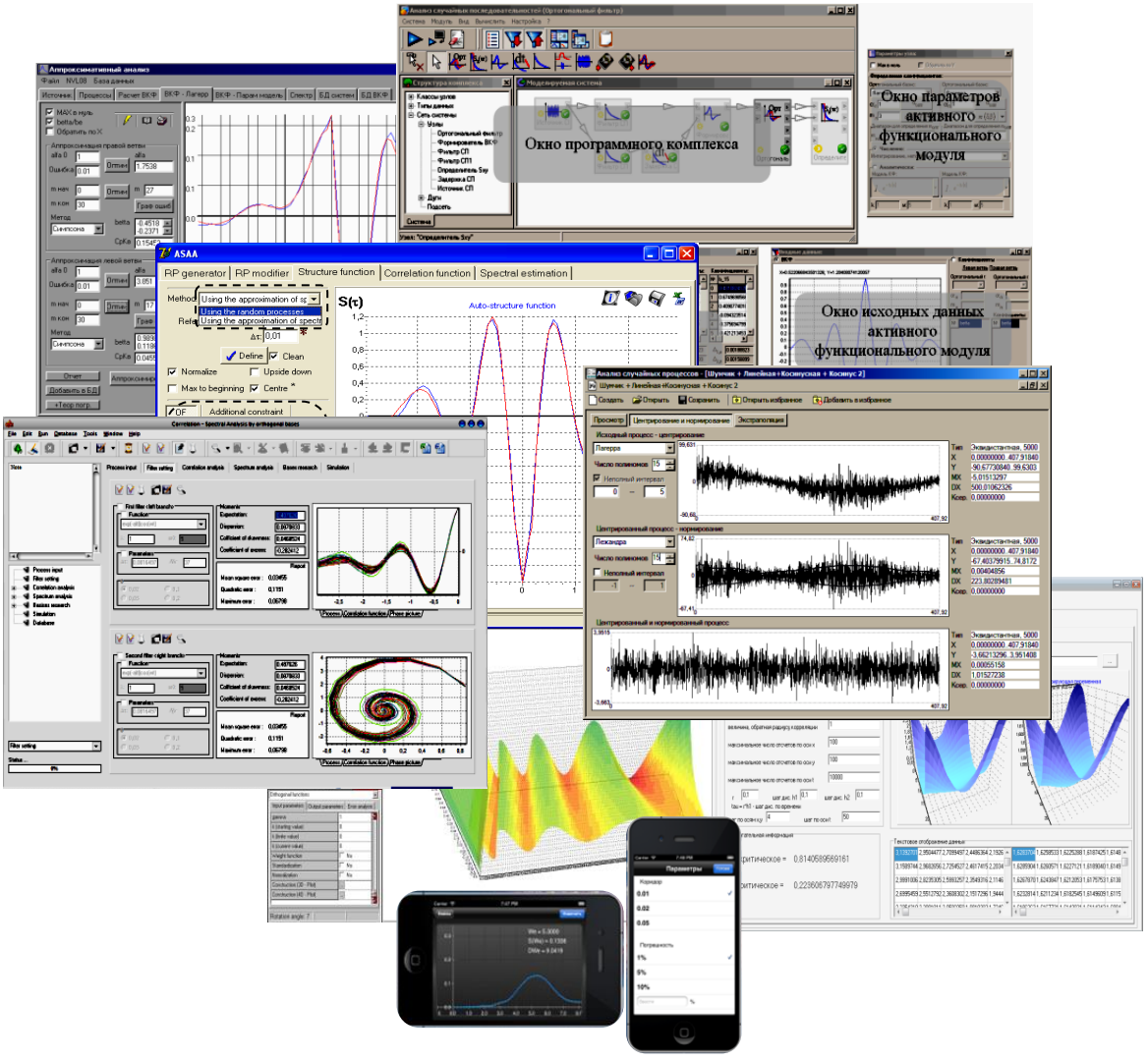


Рисунок 2 – Автоматизированные системы аппроксимативного анализа случайных процессов (временных последовательностей)

Представленные задания вычислительного практикума учебного пособия можно разбить на два блока:

1) изучение свойств ортогональных полиномов и функций с использованием системы Mathcad (1 - 4 задания);

2) построение ортогональных моделей корреляционно-спектральных характеристик, изучение их свойств, анализ методических погрешностей с использованием системы Mathcad (5 - 11 задания).

В отличие от ранее предложенных, задания, включенные в данное учебное пособие, рассматривают более эффективную реализацию алгоритмов корреляционно-спектрального анализа с использованием векторных и матричных преобразований. Результатом таких преобразований является значительно меньшее время, требуемое для выполнения задания в рамках выделяемого академического часа. Таким образом, обучаемые могут уделить больше времени на проведение анализа качества моделей с учетом различных входных параметров. Дополнительном достоинством такой реализации алгоритмов является совместимость с другими системами и языками программирования, в частности, MATLAB и Python.

Рассмотренные в [7-8, 10] основные модели и алгоритмы корреляционно-спектрального анализа были положены в основу разработки комплексов программ - автоматизированных систем, применение которых позволит как провести дополнительные исследование алгоритмов аппроксимативного корреляционно-спектрального анализа методом имитационного моделирования, так и обрабатывать результаты экспериментальных исследований образцов новой техники.

Комплекс программ обработки результатов моделирования и экспериментальных исследований содержит как обрабатывающие, так и управляющие программы и состоит из следующих основных блоков [7]:

- задания входных воздействий с требуемыми характеристиками;
- первичной статистической обработки информации;торичной статистической обработки информации;
- алгоритмов оценивания вероятностных характеристик;
- сервисных;
- определения методической погрешности и ее составляющих;
- определения инструментальных составляющих погрешности.

В учебном пособии [9] с помощью автоматизированных систем рассматриваются следующие задачи прикладного анализа случайных процессов:

1. математического описания случайных процессов;
2. моделирования случайных процессов с заданными свойствами;
3. идентификации процесса по виду корреляционной функции;
4. оценивания и аппроксимативного корреляционно-спектральных характеристик в ортогональных базисах;
5. аппроксимативного анализа функционально-связанных корреляционно-спектральных вероятностных характеристик.

Наконец, в работе [13] приведены основные временные и частотные характеристики ортогональных функций из семейства классических многочленов, необходимые для проведения аппроксимативного анализа. Предлагается несколько представлений их функциональных характеристик, которые могут быть реализованы в зависимости от постановки задачи и ее вычислительной трудоемкости.

Направления развития

С развитием информационных технологий моделирование и аппроксимативный анализ случайных процессов нашли свое применение при создании облачных и мобильных приложений. В частности, предложенные в работе [13] аналитические соотношения позволяют реализовать распределенные вычисления на уровне коэффициентов ортогональной модели (4), что таким образом отрывает новые возможности при проведении аппроксимативного анализа больших данных. Возможность автоматического пересчета коэффициентов модели позволяет как изменять параметры для проведения анализа на мобильном устройстве удаленно, так и проводить анализ поступающей на устройство информации в режиме реального времени.

Рассмотрение аспектов аппроксимативного анализа с точки зрения цифровой фильтрации открывает новые возможности для адаптивной аппаратной реализации. В частности результаты последних исследований в данной области позволили получить новое представление обобщенных фильтров Мейкснера, определяющих обобщенный ортогональный фильтр Лагерра в дискретной области. Адаптивность дополнительных параметров забывания фильтра позволяет повысить скорость сходимости и снизить погрешность фильтрации. Достоинством такой адаптивности также служит возможность формирования адаптивной памяти фильтра, наличие которой позволяет рассматривать ортогональный фильтр к контексте задач обучения машин и робототехнических комплексов.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (проект № МК-6218.2018.9) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-37-00219).

Литература

1. Цветков Э.И. Основы теории статистических измерений. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отделение, 1982. – 256 с.

2. Прохоров С.А. Математическое описание и моделирование случайных процессов/Самар. гос. аэрокосм. ун-т. – Уральск, 2001. – 209 с.: ил.

3. Прохоров С.А. Моделирование и анализ случайных процессов. Лабораторный практикум. – 2-е изд., перераб. и доп./СНЦ РАН, 2001. – 277 с., ил.

4. Прохоров С.А. Прикладной анализ неэквидистантных временных рядов/Самар. гос. аэрокосм. ун-т. – Уральск, 2001. – 374 с.: ил.

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

6. Прикладной анализ случайных процессов. Под ред. Прохорова С.А./СНЦ РАН, 2007. – 582 с., ил.

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

8. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Численные методы и алгоритмы аппроксимативного анализа корреляционно-спектральных характеристик в ортогональных базисах /Учебное пособие. Самара: изд-во «Инсома-пресс», 2019 - 254 с., ил.

9. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Численные методы, алгоритмы и комплексы программ для проведения вычислительного и натурного экспериментов/Учебное пособие. – Самара: Изд-во «Инсома-пресс». - 2019. 208с., ил.

10. 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.

11. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Основные ортогональные функции и их приложения. Часть 1. Ортогональные функции экспоненциального типа. . – 2-е изд., перераб. и доп. Самара: Изд-во «Инсома-пресс». - 2019. 200 с., ил.

А.С. Васин, И.В. Лёзина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ЦИФР МНОГОСЛОЙНЫМ ПЕРСЕПТРОНОМ

(Самарский университет)

Одним из самых распространенных применений искусственных нейронных сетей является распознавание. Распознавание применяется в различных областях, например, распознавание лиц на фотографии или в приложении камер мобильных телефонов для распознавания лиц и фокусировки на них.

В ходе данной работы была разработана автоматизированная система распознавания изображений рукописных цифр размером 28x28 точек на основе многослойного персептрона [1] с одним скрытым слоем, обучаемого при помощи алгоритма обратного распространения ошибки [2].

Данная автоматизированная система была разработана с целью автоматизации процесса обучения нейронной сети с возможностью конфигурирования ее параметров, а также тестирования обученных моделей в автоматизированном и ручном режиме.

Для описания функционального назначения автоматизированной системы на рисунке 1 приведена диаграмма вариантов использования.

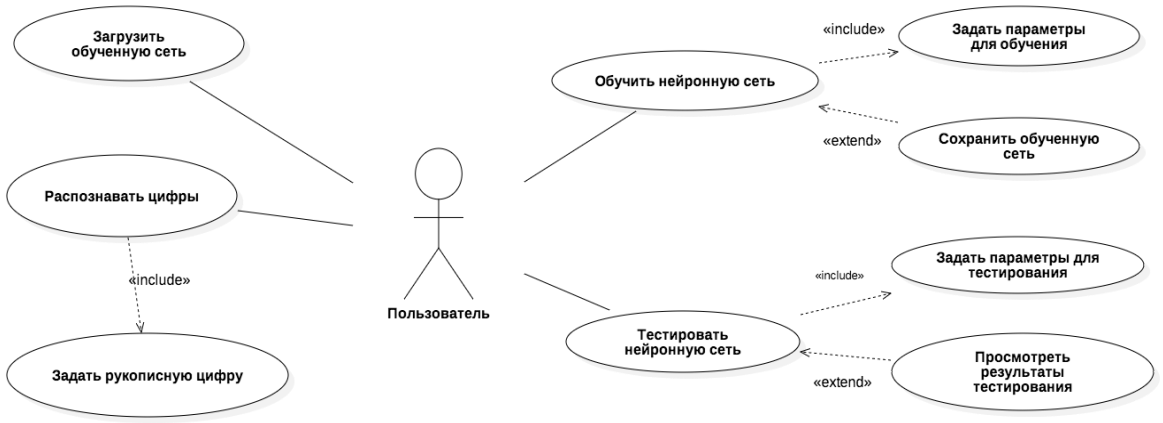


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Как видно из диаграммы, единственным актером в разработанной системе является пользователь. После запуска системы пользователь может обучить нейронную сеть (вариант использования «Обучить нейронную сеть»), указав параметры для обучения. После обучения сети пользователь может сохранить обученную сеть для дальнейшего использования (вариант использования «Сохранить обученную сеть»). Также пользователь может загрузить ранее обученную сеть (вариант использования «Загрузить обученную сеть»). Пользователь может протестировать загруженную или обученную сеть (вариант использования «Тестировать нейронную сеть»), задав параметры для тестирования. После тестирования сети пользователь имеет возможность просмотреть результаты тестирования (вариант использования «Просмотреть результаты тестирования»). Также пользователь имеет возможность распознавать рукописные цифры (вариант использования «Распознавать цифры»), вводя их в форме графического ввода.

На рисунке 2 представлена структура разработанной системы. Подсистема работы с изображениями цифр подготавливает изображения рукописных цифр из библиотеки для обучения и тестирования нейронной сети. Также данная подсистема обрабатывает изображения рукописных цифр, введенных пользователем при помощи графического интерфейса. Подсистема работы с нейронной сетью составляет ядро разработанной системы и необходима для создания и обучения нейронной сети, а также получения результатов при тестировании обученной сети.

Разработанная автоматизированная система является кроссплатформенным приложением, т.к. для ее разработки были использованы WEB-технологии, такие как язык программирования TypeScript [3] и фреймворк для создания кроссплатформенных приложений для ПК, использующих WEB-технологии, Electron [4].

Язык программирования TypeScript является надмножеством языка программирования JavaScript со строгой статической типизацией, компилирующийся в JavaScript. Это позволяет быстрее и проще писать большие сложные

комплексные программы, соответственно их легче поддерживать, развивать, масштабировать и тестировать, чем на стандартном JavaScript [5].

Основой разработанной системы является нейронная сеть, изменяя параметры которой можно добиться наилучшего процента распознавания каждой цифры.

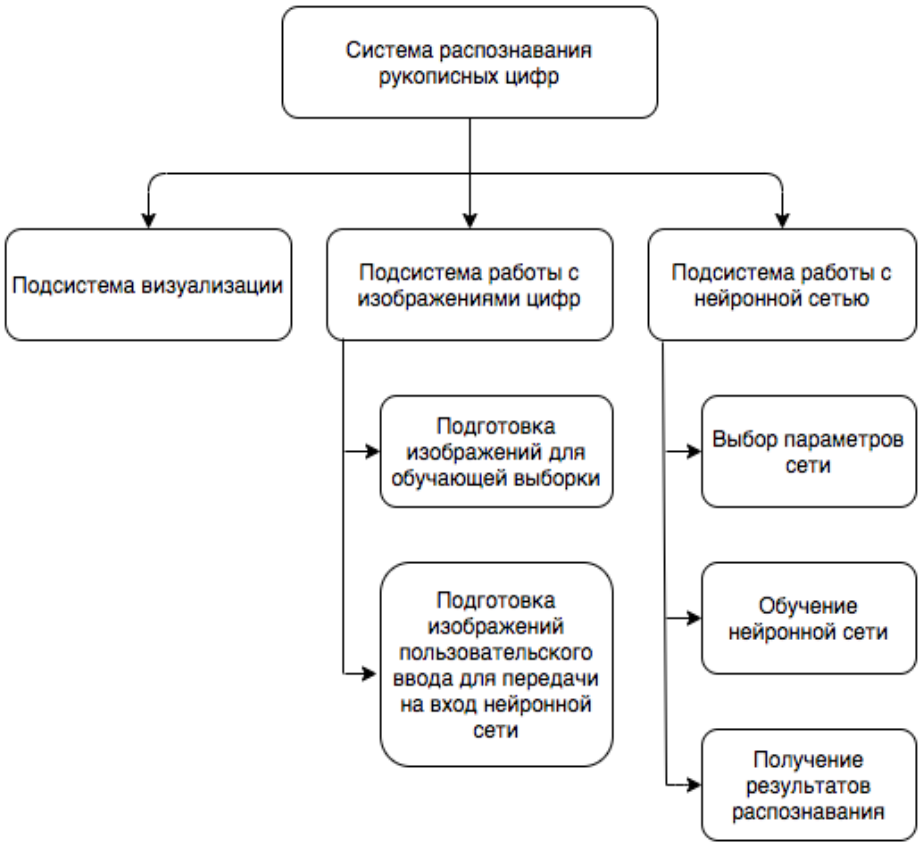


Рисунок 2 – Структура системы

В результате проведенных экспериментов были определены оптимальные значения параметров нейронной сети, при которых процент распознавания находится в диапазоне 75-100%. Значения оптимальных параметров: размер обучающей выборки 10000, количество эпох обучения 200, количество нейронов в скрытом слое 100, коэффициент обучения 0.085.

Литература

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст]/С. Хайкин. – М.: ООО “И. Д. Вильямс”. 2006. – 1104 с.

2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского [Текст]/С.Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.

3. Сайт языка программирования TypeScript [Электронный ресурс] - https://www.typescriptlang.org

4. Сайт фреймворка Electron [Электронный ресурс] - https://electronjs.org

5. Введение в TypeScript [Электронный ресурс] – https://metanit.com/web/typescript/1.1.php

М.А. Верхотуров [1], Г.Н. Верхотурова [1],
О.М. Верхотурова [1], А.Н. Иванова [2]

О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ ВРЕМЕННЫХ РЕСУРСОВ ПРОГРАММНЫХ ПРОЕКТОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)[1],
(ООО "РН-УфаНИПИнефть")[2]

Аннотация

В работе рассматривается проблема повышения эффективности реализации программных проектов за счёт применения гибких методологий управления и улучшения точности оценок сроков реализации программных проектов. Предложены методы оценки временных ресурсов программных проектов. Приведены результаты вычислительного эксперимента.

Введение

Для эффективного выполнения проекта, направленного на разработку программного обеспечения, особенно сложного, большое значение имеет процесс его планирования. Как правило, именно из-за ошибок в планировании программный продукт не выпускается в срок или работы по его созданию не укладываются в выделенный бюджет.

Управление сроками проекта - это процесс, используемый для обеспечения своевременного завершения проекта. Для эффективного выполнения проекта, направленного на разработку программного обеспечения (ПО), большое значение имеет процесс его планирования, которое, в свою очередь, связано с выбранной моделью разработки ПО.

Одним из новых направлений в развитии методологий управления программными проектами является гибкое управление, которое стало чрезвычайно популярным в последние 15 лет. В процессе работы по гибкой методологии команда, а также заказчик, могут использовать для хранения, обработки и передачи информации специальные инструменты управления проектами. Среди них можно выделить Scrumban – доска задач для корпоративного портала 1С Битрикс, Jira – инструмент для планирования и отслеживания разработки ПО, портал для проведения покера планирования (www.planningpoker.com), программы для создания отчётов, бумажные и электронные носители [1].

Методы оценки времени реализации программных проектов

На рисунке 1 приведена классификация методов оценки временных ресурсов программных проектов (включая методы традиционного подхода к управлению проектами).

Покер планирования (Planning Poker, а также Scrum poker) — техника оценки, основанная на достижении договорённости, главным образом используемая для оценки сложности предстоящей работы или относительного объёма решаемых задач при разработке программного обеспечения [2].

Метод PERT используется для оценки трудоёмкости или времени выполнения задач в рамках классического подхода к управлению проектами.

Исходя из положений метода PERT длительность каждой работы имеет пределы, которые исходят из статистического распределения. В методе используются 3 вероятностные оценки длительности работы:

- оптимистичная оценка, t_{min} (в условиях, если все риски не реализуются);
- наиболее вероятная оценка, $t_{н.в.}$;
- пессимистичная оценка, t_{max} (в условиях, если все риски будут реализованы).

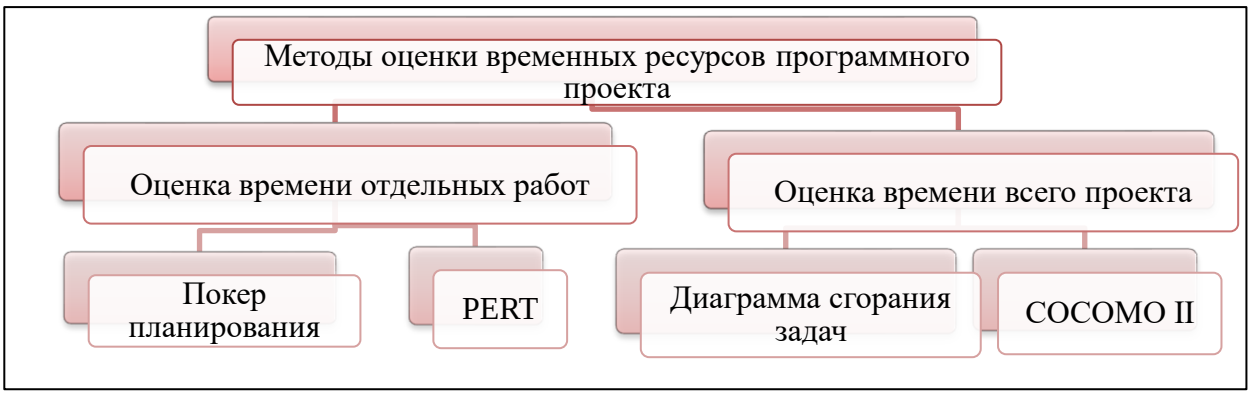


Рисунок 1 – Классификация методов оценки временных ресурсов программных проектов

На основании этих оценок вычисляется лучшая оценка времени ($t_{ож}$), требуемого для выполнения задачи (ожидаемое среднее время выполнения задачи).

Стандартная формула: $t_{ож} = (t_{min} + 4*t_{н.в.} + t_{max}) / 6$ (1)

Модифицированная формула: $t_{ож} = (3*t_{min} + 2*t_{max}) / 5$ (2)

Метод PERT можно применять для оценки времени выполнения работ в гибких методологиях управления программными проектами аналогично другому методу для оценки времени работ – покеру планирования. Отличие состоит в том, что в методе PERT используется несколько видов оценок от одного эксперта, а в покере планирования – по одной оценке от нескольких экспертов.

Диаграмма сгорания задач (англ. Burndown chart) – диаграмма, демонстрирующая количество сделанной и оставшейся работы относительно времени, планируемого на разработку проекта. Диаграмма сгорания задач помогает оценивать сроки реализации проекта [3]. Существуют два вида диаграммы:

- диаграмма сгорания работ для спринта — показывает, сколько уже задач сделано и сколько ещё остаётся сделать в текущем спринте;
- диаграмма сгорания работ для выпуска проекта — показывает, сколько уже задач сделано и сколько ещё остаётся сделать до выпуска продукта (обычно строится на базе нескольких спринтов).

Методика COCOMO (COnstructive COst MOdel – модель издержек разработки) не имеет непосредственное отношение к гибким методологиям управления программными проектами, но позволяет оценить трудоёмкость и время разработки программного продукта [2].

Методика COCOMO II является альтернативой для диаграммы сгорания задач, позволяя оценивать срок разработки программного продукта. Эту методику можно применять на начальных этапах разработки ПО, когда ещё нет достаточного количества данных для построения диаграммы сгорания задач.

Вычислительный эксперимент

Для сравнения точности оценок рассматриваемых методов были использованы данные о разработке проекта по созданию диспетчера списков рассылки. Для вычислительного эксперимента, проводимого в данной работе, было отобрано 30 задач из бэклога рассматриваемого проекта. Время выполнения каждой задачи было оценено несколькими способами:

- покер планирования с использованием четырёх мер центральной тенденции для нахождения итоговой оценки: среднее гармоническое, среднее геометрическое, среднее арифметическое, среднее квадратическое;
- метод PERT (стандартный и модифицированный).

Для метода покера планирования было привлечено 4 эксперта, каждый из которых был ознакомлен с сутью всего проекта и отдельных оцениваемых задач. Оценки для метода PERT выставлял один эксперт.

Для анализа точности полученных оценок времени выполнения было проведено их сравнение с фактическим временем выполнения задач ($t_{фак}$). Для каждой полученной временной оценки было вычислено отклонение от фактического времени реализации задачи (в процентах).

Далее для каждого метода было вычислено среднее отклонение временных оценок по всем задачам от фактического времени их выполнения (в процентах), были подсчитаны доли задач, которые оценены в оптимистическую сторону (временная оценка меньше фактического времени) и в пессимистическую сторону (временная оценка больше фактического времени).

Таблица 1 – Результаты вычислительного эксперимента

	Покер планирования				PERT	
	Средн. гармон.	Средн. геомет.	Средн. арифм.	Средн. квадрат.	Станд.	Модиф.
Среднее отклонение оценок от $t_{фак}$	28,83%	32,24%	66,95%	104,51%	48,62%	50,79%
Кол-во задач с оценкой больше $t_{фак}$	14	22	29	30	2	2
Кол-во задач с оценкой меньше $t_{фак}$	16	8	1	0	28	28
Всего задач	30	30	30	30	30	30
Доля задач с запасом времени	46,67%	73,33%	96,67%	100%	6,67%	6,67%
Доля задач с нехваткой времени	53,33%	26,67%	3,33%	0%	93,33%	93,33%

Результаты вычислительного эксперимента (таблица 1), позволили сделать следующие выводы:

- самым точным из рассматриваемых методов является покер планирования с применением среднего гармонического (со средним отклонением оценок от фактического времени в 28,83%), затем – с применением среднего геометрического (32,24%);
- покер планирования с применением среднего арифметического и среднего квадратического является пессимистическим, т.е. оценивает время выполнения задач с временным запасом;
- метод PERT (стандартный и модифицированный) является оптимистическим, т.е. подходит для оценки времени задач, реализации которых способствуют благоприятные условия.

Таким образом, по точности оценок времени выполнения задач методы ранжируются в следующем порядке (от наиболее точного к наименее точному):

1) покер планирования с применением среднего гармонического;
2) покер планирования с применением среднего геометрического;
3) метод PERT (стандартный);
4) метод PERT (модифицированный);
5) покер планирования с применением среднего арифметического;
6) покер планирования с применением среднего квадратического.

Заключение

Проведён вычислительный эксперимент, показавший, что самым точным из рассмотренных методов является покер планирования с применением среднего гармонического для нахождения итоговой оценки задачи (со средним отклонением оценок от фактического времени в 28,83%).

Покер планирования позволяет увеличить точность оценок временных ресурсов проектов на 20% по сравнению с методом PERT, применяемым при традиционном подходе.

Также по результатам вычислительного эксперимента выявлены методы, оценивающие сроки реализации задач с запасом времени (это покер планирования с применением среднего арифметического и среднего квадратического), и методы, оценивающие сроки задач с учётом существования благоприятных условий при реализации этих задач (это метод PERT).

Литература

1. 2015 CHAOS Report // The Standish Group. URL: https:// www.standishgroup.com/store/chaos-report-2015-blue-pm2go-membership.html.

2. Scrum Гибкая разработка ПО. Майк Кон. М.: Вильямс, 2011. — 576 с. : ил. — ISBN 978-5-8459-1731-7.

3. О применении гибких методологий при управлении разработкой программного обеспечения. / Пономарёва А.Н., Давлетбердина А.Р., Верхотурова Г.Н. // Конференция ITIDS: Труды V международной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений». Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 16-19 мая, Уфа, Россия, 2017 – с. 100-102.

М.А. Верхотуров, Г.Н. Верхотурова,
М.И. Айбулатов, Д.Р. Зарипов

О ЗАДАЧЕ ПОСТРОЕНИЯ ПУТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С УЧЕТОМ ТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ РАСКРОЕ ПЛОСКОГО МАТЕРИАЛА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация

В работе рассматривается задача построения пути режущего инструмента с учётом термических воздействий на материал, возникающая в процессе раскроя плоского материала с использованием лазерного, газового и т.д. оборудования. Приведена постановка задачи. Предложен подход к решению задачи моделирования изменения температуры раскраиваемого материала на базе дискретно - логического подхода. Приведены результаты вычислительного эксперимента.

Введение

Процесс создания любого изделия начинается с изготовления его элементарных конструктивных составляющих — деталей. Детали представляют основную массу объектов на любом производственном предприятии, поэтому этап их изготовления является одним из наиболее трудоемких и сложных во всем производственном цикле создания изделия. Трудоемкость и сложность подготовки и организации изготовления деталей усугубляется тем, что многие изделия выпускаются в настоящее время в условиях единичного и мелкосерийного производства. В связи с большой номенклатурой деталей при производстве заготовок возникают сложности по организации технологического проектирования раскройно-заготовительных операций.

В процессе раскроя листовых материалов на фигурные заготовки одним из важнейших этапов является построение пути режущего инструмента. Оптимизация пути режущего инструмента может значительно снизить стоимость раскроя и в некоторой степени повысить качество получаемых заготовок [1].

Для изготовления заготовок и деталей из листовых материалов используют машины фигурной резки с числовым программным управлением (ЧПУ). Особую популярность приобрела лазерная резка, в основе которой используется сфокусированный лазерный луч, который нагревает поверхность в указанной точке до температуры испарения материала. Передвигая лазерный луч программно по заданному маршруту, создается рез материала нужной формы.

Обычно оптимизация пути сводиться к минимизации длины холостого хода станка и уменьшения точек врезок, однако данный маршрут не учитывает соблюдение температурного режима материала. В зависимости от порядка вырезания фигур температура раскраиваемого материала может сильно варьироваться на различных локальных участках и вызывать перегрев материала с последующей возможной его деформацией, что может привести к ухудшению качества получаемых заготовок [2].

В связи с этим появляется необходимость учитывать термический фактор, позволяющий повысить качество получаемых заготовок по сравнению с обычной минимизацией пути холостого хода.

Постановка задачи

Дано (см. Рис.1.):

- $L(a$ x $b)$ – раскраиваемая прямоугольная область;
- Заготовки $\{S_i\}$, где $i = 1 \div n$ – номер заготовки;
- Контуры заготовок $\{C_{ij}\}$, где i – номер заготовки, j – номер контура заготовки i, $j = 1 \div m_i$ ($m_i \geq 1$ – кол-во внешних и внутренних контуров заготовки S_i);
- Точки врезки в контуры $\{P_{ij}\}$– где i – номер заготовки, j – номер контура заготовки S_i;
- $P_{нач}$ – начальное положение режущего инструмента.

Найти:

Такое R^*, что

$T(Tr(R^*), L) \leq t_{max}$, где:

- $R=(P_{нач}, \dots, P_{ij}, \dots, P_{нач})$ – последовательность точек врезки контуров, где $i = 1 \div n$, $j = 1 \div m_i$;
- $Tr(R)$ – путь режущего инструмента при движении по последовательности точек R
- $T(Tr(\cdot), L)$ – функция определяющая максимальную температуру точки (x,y) $(0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b)$ раскраиваемого листа L во время резки по пути $Tr(\cdot)$.

Дополнительные ограничения:

Пусть Q_{ij} – порядковый номер осуществления вырезания контура C_{ij}, $(Q_{ij} > 0,\ Q_{ij} \in Z)$. При переходе от контура C_{ij} к контуру C_{kl}: $Q_{kl} - Q_{ij} = 1$

Ограничение 1: При переходе между контурами одной и той же заготовки необходимо сначала вырезать все внутренние контуры, после чего внешний контур:

$$\forall\ C_{kj}, C_{k1} :\ \ Q_{k1} - Q_{kj} = 1, j > 1$$

должно соблюдаться следующее условие:

$$\forall\ C_{kb} : b > 1\ \exists\ Q_{kb} : Q_{kb} \leq Q_{kj}, 0 < Q_{k1} - Q_{kb} < m_k$$

Ограничение 2: Пусть $IN_{C_{il}} = \{D_k\}$– множество всех заготовок, находящихся внутри контура C_{il} на первом уровне вложенности. Перед тем, как начать вырезать контур C_{il}, необходимо обязательно вырезать все заготовки, находящиеся во множестве $IN_{C_{il}}$

$$\forall\ C_{k1} :\ D_k \in IN_{C_{il}}, l \in (1;\ m_i]\ \exists\ Q_{k1} :\ \ Q_{k1} < \min\{\ Q_{il}\}_{l=2}^{m_i}$$

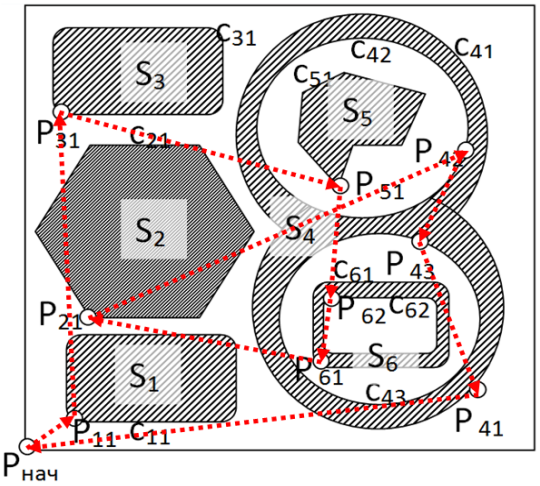


Рис. 1. Карта раскроя (заготовки S_i, контуры C_{ij}, точки врезки P_{ij}) и путь режущего инструмента (пунктирные стрелки)

Метод решения

Основная проблема при решении поставленной задачи заключается в сложности определения температуры любой точки листа в процессе его резки по тому или иному выбранному пути. Аналитически решить эту задачу не представляется возможным. В связи с этим был выбран подход, основанный на дискретно-логическом представлении информации, который был апробирован и показал хорошие результаты при решении задач двумерного и трёхмерного размещения объектов сложных геометрических форм [3,4].

Нагрев области раскроя во время резки

При движении режущего инструмента по пути $Tr(\cdot)$ те точки области раскроя (листа L), через которые он проходит во время резки контура C_{ij}, нагреваются до температуры плавления соответствующего материала.

Распространение температуры

Предложен следующий принцип распространения температуры в дискретном пространстве:

1) Для каждой области из 9 точек (при 8-связности) выбирается точка P с самой высокой температурой (Рис.2а).

2) Затем рассчитывается новая температура выбранной точки P в зависимости от:

$\boldsymbol{T}$ – температура точки;

$\Delta\boldsymbol{T}$ – кол-во тепла, передаваемое каждой соседней точке;

$\boldsymbol{Count}$ – количество соседних точек;

$\boldsymbol{K}_{т/проводности}$ – коэффициент распространения тепла ($0 \le \boldsymbol{K}_{т/проводности} \le 1$);

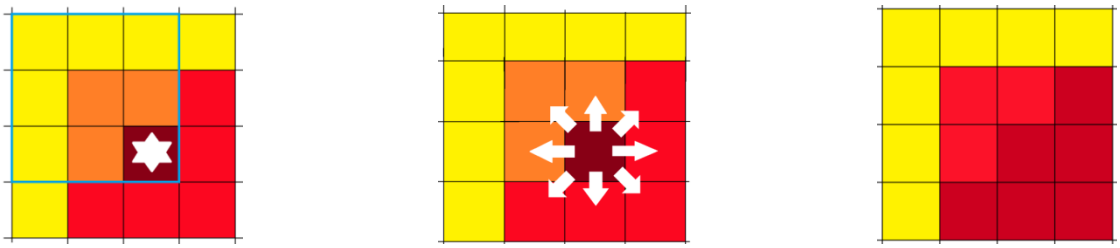
$\boldsymbol{K}_{т/потери}$ – коэффициент теплоотдачи в окружающую среду ($0 \le \boldsymbol{K}_{т/потери} \le 1$);

$\Delta\boldsymbol{T} = P.T * \boldsymbol{K}_{т/проводности}$;

$P.T = (P.T - \Delta\boldsymbol{T} * count) * \boldsymbol{K}_{теплопотери}$.

3) Для каждой из соседних точек S рассчитывается температура с учетом приращения $\Delta\boldsymbol{T}$ в зависимости от коэффициента теплопроводности $\boldsymbol{K}_{т/проводности}$ и теплопотери во внешнюю среду $\boldsymbol{K}_{теплопотери}$:

$$\boldsymbol{S.T} = (\boldsymbol{S.T} + \Delta\boldsymbol{T}) * \boldsymbol{K}_{т/потери}$$



а) б) в)

Рис. 2. Выбор точки с самой высокой температурой (а), направления распространение тепла (б) и результат распространения (в)

Вычислительный эксперимент

Для апробации разработанных методов и алгоритмов был проведен вычислительный эксперимент на базе примера из [5]. В роли показателя при моделировании процесса раскроя с учетом термических воздействий было выбрано количество локальных перегревов материала. Сравнивались три алгоритма: «кратчайшего пути», «случайные переходы» и «*Realtime*», разработанный в данной работе и основанный на определении температуры в масштабе реального времени. Результаты экспериментов представлены ниже:

Алгоритм построения пути режущего инструмента	**Колич. локальных перегревов**	**Длина пути холостого хода**
Минимизация длины пути	92	1891
Со случайными переходами	90	6968
«*Realtime*», разработанный в данной работе	68	4524

Заключение

В работе был рассмотрен подход, включающий в себя математическую модель, методы, алгоритмы и программное обеспечение, к решению задачи построения пути режущего инструмента с учетом термических воздействий при раскрое плоского материала, основанный на дискретно-логическом представлении информации. По результатам проведенного эксперимента алгоритм «*Realtime*», разработанный в данной работе, показал эффективность на 26% выше алгоритма «кратчайшего пути». Длина пути холостого хода при использовании разработанного алгоритма возросла в 2.4 раза, по сравнению с алгоритмом кратчайшего пути. Пример карты раскроя с визуализацией нагрева в процессе резки показан на Рис.3. В дальнейшем предполагается реализовать учет возможной деформации материала, описанный в [2].

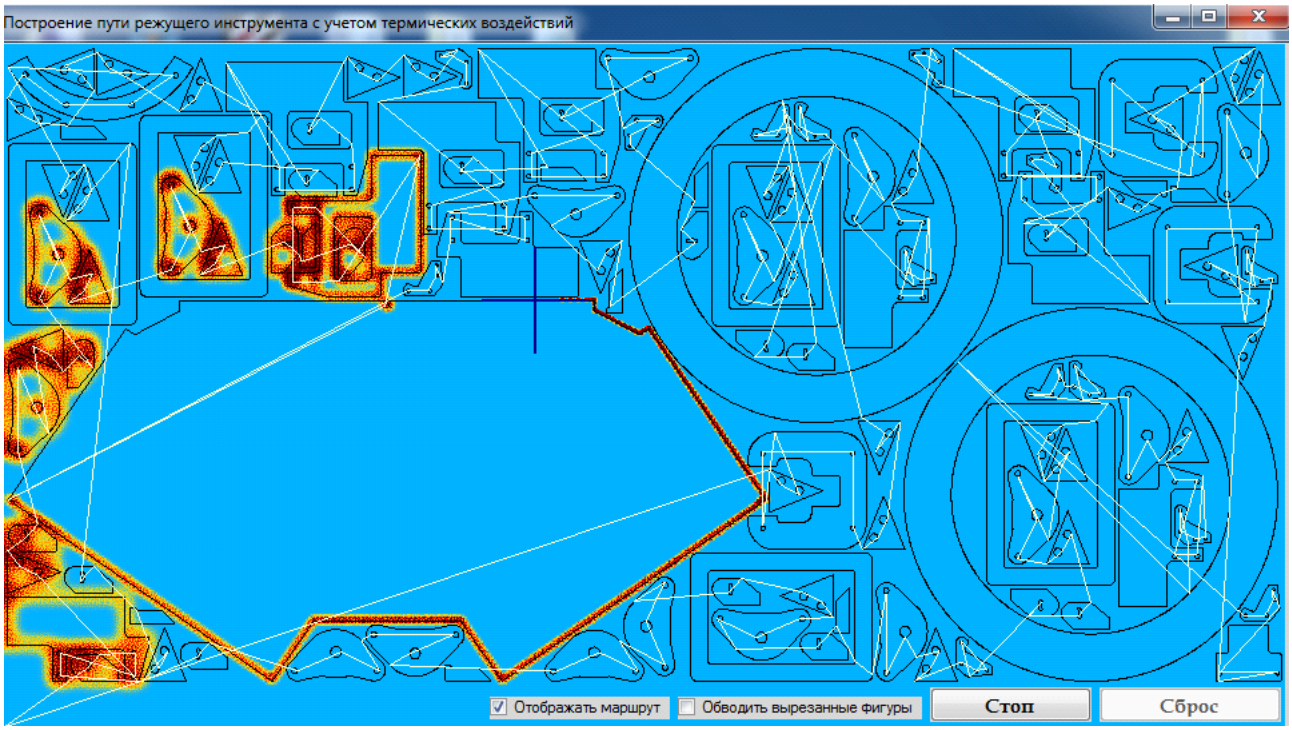


Рис. 3. Карта раскроя, путь режущего инструмента и *T* точек листа

Литература

1. Таваева А.Ф., Петунин А.А. Точное вычисление стоимости резки заготовок из листового материала на машине лазерной резки с числовым программным управлением в задаче оптимизации маршрута перемещения режущего инструмента // Моделирование, оптимизация и информационные технологии: электрон. науч. журн. 2018. № 4 (23). URL: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2018/10/TavaevaPetunin_4_18_1.pdf

2. Петунин А.А. О некоторых стратегиях формирования маршрута инструмента при разработке управляющих программ для машин термической резки материала // Вестн. Уфим. гос. авиац. техн. ун-т. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. 2009. Т. 13, № 2 (35). С. 280–286.

3. Мухачева Э.А., Верхотуров М.А., Мартынов В.В. Модели и методы расчета раскроя – упаковки геометрических объектов. - УГАТУ, Уфа: 1998.- 217с.

4. Verkhoturov M., Petunin A., Verkhoturova G., Danilov K., Kurennov D. The 3D Object Packing Problem into a Parallelepiped Container Based on Discrete-Logical Representation. IFAC-PapersOnLine 49 (12), 2016, 1-5.

5. Верхотуров М.А. Задача нерегулярного раскроя фигурных заготовок: оптимизация размещения и пути режущего инструмента // Вестн. Уфим. гос. авиац. техн. ун-т. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. 2007. Т. 9, № 2 (20). С. 106–118.

Ю.Д. Выборнова, А.И. Максимов

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ХАОТИЧНО РАЗБРОСАННОМУ НАБОРУ ТОЧЕК

(Самарский университет)

Введение

В задаче обработки изображений для прогнозирования значений растровых ячеек при наличии некоторого ограниченного числа входных точек на двумерной сетке, как правило, применяются методы интерполяции [1]. Быстрые алгоритмы интерполяции предполагают, что значение в некотором местоположении на изображении будет предсказано по нескольким ближайшим точкам, а не по всему набору известных значений. Однако опорные точки могут быть выбраны по-разному. В связи с этим далее приведен сравнительный анализ различных алгоритмов формирования набора опорных точек.

Методы восстановления изображений по хаотично разбросанному набору точек

В данной работе исследуются 4 метода восстановления изображений по хаотично разбросанному набору точек. В основе каждого метода лежит классический метод линейной интерполяции [2]. Интерполяция производится по опорным точкам, полученным с помощью перехода к 1-D сигналу, а также на основе 2-D треугольного разбиения, построенного на основе триангулированной нерегулярной сети [1]. Переход к 1-D сигналу осуществляется на основе линейной развертки [2], зигзагообразной развертки [3], а также развертки Гильберта-Пеано [4]. Триангулированная нерегулярная сеть строится с использованием триангуляции Делоне [5].

Экспериментальное исследование ошибки восстановления

В данной работе было проведено экспериментальное исследование среднеквадратической ошибки (СКО) восстановления в зависимости от выбранного типа представления сигнала.

В качестве тестового набора использовался набор полутоновых изображений университета Ватерлоо Waterloo Greyscale Set 2 [6]. Изображения, входящие в его состав, представлены на рисунке 1.

Эксперимент был построен следующим образом. Для изображений были сгенерированы псевдослучайные маски с долей зашумления от 0,1 до 0,9 с шагом 0,1. На тестовом изображении удалялись отсчеты в соответствии с маской, после чего производилось преобразование набора точек в одномерный по одной из схем развертки, либо в двумерный по схеме триангуляции Делоне. Далее неизвестные значения оценивались с помощью линейной интерполяции, после чего подсчитывалась СКО между восстановленным и исходным изображениями.

В результате проведенного исследования были построены зависимости СКО от доли зашумления изображения. Данные зависимости представлены на рисунке 2.



Рисунок 1 – Изображения Waterloo Greyscale Set 2

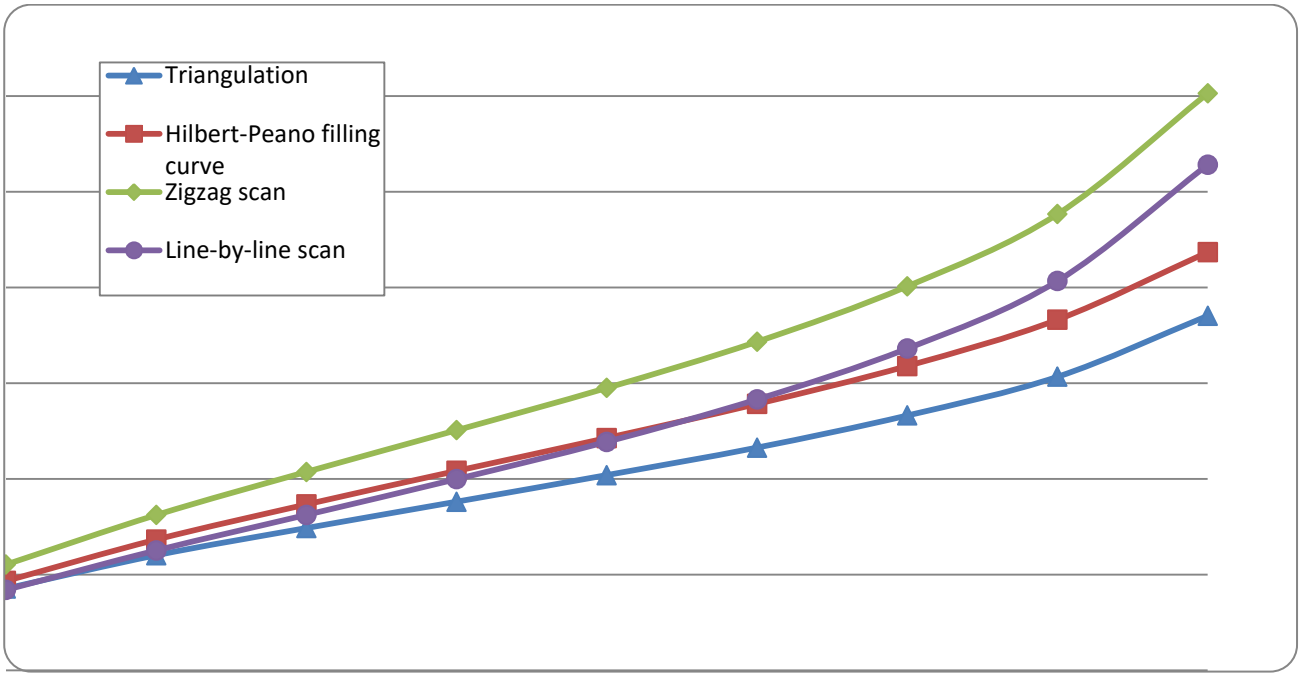


Рисунок 2 – Зависимости СКО от доли зашумления интерполируемого изображения для исследуемых алгоритмов представления сигнала

Представленные значения являются усредненными по всему тестовому набору.

Из приведенных зависимостей видно, метод восстановления на основе триангулированной нерегулярной сети превосходит остальные, поскольку дает наименьшее значение СКО. Наибольшее значение СКО демонстрирует метод восстановления на основе зигзагообразной развертки.

Заключение

В работе приведен сравнительный анализ различных алгоритмов формирования набора опорных точек, полученного путем различного представления исходного сигнала, в задаче восстановления изображений по хаотично разбросанному набору точек. Наилучший результат демонстрирует метод восстановления на основе триангуляции Делоне, наихудший – на основе зигзагообразной развертки.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 19-07-00474 А).

Литература

1 Выборнова, Ю.Д. Исследование методов пространственной интерполяции в задаче восстановления частично определенных изображений / Ю.Д. Выборнова // Сборник трудов IV международной конференции и молодежной школы «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2018). – 2018. – САМАРА: Новая техника. – С. 683-690.

2 Гашников, М.В. Методы компьютерной обработки изображений, под ред. В.А. Сойфера – 2 изд., испр. / М.В. Гашников, Н.И. Глумов, Н.Ю. Ильясова, В.В. Мясников, С.Б. Попов, В.В. Сергеев, В.А. Сойфер, А.Г. Храмов, А.В. Чернов, В.М. Чернов, М.А. Чичева, В.А. Фурсов. – М.: Физматлит, 2003. – 784 с.

3 Candra, R. The Implementation of an Efficient Zigzag Scan / R. Candra, S. Madenda, S.A. Sudiro, M. Subali // Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering. – 2017. – № 9 (2). – Melaka :Universiti Teknikal Malaysia Melaka – P.95-98.

4 Сергеев, В.В. Обработка изображений с использованием развертки Гильберта-Пеано / В.В. Сергеев // Автометрия. –1984. – №2. – Новосибирск: Издательство Сибирского отделения Российской академии наук. – С.30-36.

5 Zalik, B. / An efficient sweep-line Delaunay triangulation algorithm // Zalik, B. // Computer-Aided Design – 2005. – № 37. – Amsterdam: Elsevier.–P.1027–1038

6 Waterloo Greyscale set 2 [Электронный ресурс] Repository - Waterloo Fractal - University of Waterloo — Режим доступа: URL: http://links.uwaterloo.ca/Repository.html (11.05.19).

И.Ю. Выгодчикова, А.А. Хохлов

ИНДИКАТОР ТОРГОВОГО РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИНИМАКСНОГО КРИТЕРИЯ АППРОКСИМАЦИИ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Принятие торговых решений на финансовых рынках связано с огромным количеством транзакций. Поэтому инвесторы обращаться к математическим моделям, основой которых служат модели аппроксимации процесса торговли ценными бумагами, позволяющие сделать прогноз и принять верное решение достаточно быстро. Такие модели нуждаются в отыскании новых, нестандартных средств аппроксимации, позволяющих достичь целей инвестора. Ограничением служит прозрачность и точность вычислительных процедур, использование минимального числа итераций для получения параметров модели аппроксимации, так как время выполнения вычислений может повлиять на скорость принятия решения и изменить перспективы вложения капитала.

Целью работы является создание индикатора, используемого для принятия торговых решений на финансовом рынке на основе интервальных данных и минимаксной модели аппроксимации.

Критерий аппроксимации. Исследуется цена акций за периоды t_k временной сетки $T=\{t_0<\ldots<t_N\}$: $y_{1,k}$ (минимум) и $y_{2,k}$ (максимум), $k=\overline{0,N}$. Для построения индикатора применяется критерий аппроксимации диапазонов цен на подмножествах $\sigma=\{t_{s-2}<t_{s-1}<t_s\}\subset T$, $s=\overline{2,N}$ [1]:

$$\rho_s(a_0,a_1)=\max_{k=\overline{s-2,s}} f(a_0,a_1,k)\to\min_{A=(a_0,a_1)\in R^2}, \qquad (1)$$

где $p(a_0,a_1,t)=a_0+a_1t$, $f(a_0,a_1,k)=\max\{y_{2,k}-p(a_0,a_1,t_k);\, p(a_0,a_1,t_k)-y_{1,k}\}$.

Минимальное значение $\rho_s(a_0,a_1)$ обозначим ρ_s^*. Этот показатель является индикатором принятия решения при изменении направления тренда (a_1): если тренд изменяет направление в сторону повышения (понижения), генерируется сигнал к покупке (продаже) акций, при условии стабилизации индикатора.

Алгоритм решения задачи (1). Полагаем s=2. Для подсчета ρ_s^* требуется провести следующие вычисления [2, 3]:

Шаг 1. Определить коэффициенты полинома a_0^0, a_1^0 и величину уклонения h_0 в результате решения системы уравнений

$$\begin{cases} h_0=y_{2,s-2}-p(a_0^0,a_1^0,t_{s-2}),\\ h_0=p(a_0^0,a_1^0,t_{s-1})-y_{1,s-1},\\ h_0=y_{2,s}-p(a_0^0,a_1^0,t_s), \end{cases}$$

то есть вычислить величины $a_1^0 = \frac{y_{2,s} - y_{2,s-2}}{2}$, $a_0^0 = \frac{1}{2}(y_{2,s-2} + y_{1,s-1} - a_1^0(t_{s-2} + t_{s-1}))$, $h_0 = y_{2,s-2} - p(a_0^0, a_1^0, t_{s-2}) = y_{2,s-2} - a_0^0 - a_1^0 \cdot t_{s-2}$. Перейти к шагу 2.

Шаг 2. Определить коэффициенты полинома a_0^1, a_1^1 и величину уклонения h_1 в результате решения системы уравнений

$$\begin{cases} h_1 = y_{1,s-2} - p(a_0^1, a_1^1, t_{s-2}), \\ h_1 = p(a_0^1, a_1^1, t_{s-1}) - y_{2,s-1}, \\ h_1 = y_{1,s} - p(a_0^1, a_1^1, t_s), \end{cases}$$

то есть вычислить величины $a_1^1 = \frac{y_{1,s} - y_{1,s-2}}{2}$, $a_0^1 = \frac{1}{2}(y_{1,s-2} + y_{2,s-1} - a_1^1(t_{s-2} + t_{s-1}))$, $h_1 = p(a_0^1, a_1^1, t_{s-2}) - y_{1,s-2} = a_1^0 + a_1^1 \cdot t_{s-2} - y_{1,s-2}$. Перейти к шагу 3.

Шаг 3. Вычислить $h_\beta = \max(h_0, h_1)$. Если $h_\beta = h_0$, осуществляется переход к шагу 4, иначе осуществляется переход к шагу 6.

Шаг 4. Вычислить:

$$l = \max(p(a_0^0, a_1^0, t_{s-2}) - y_{1,s-2}, y_{2,s-1} - p(a_0^0, a_1^0, t_{s-1}), p(a_0^0, a_1^0, t_s) - y_{1,s}),$$

перейти к шагу 5.

Шаг 5. Если $h_0 \ge l$, то $\rho_s^* = \rho_s^*(a_0^0, a_1^0) = h_0$. Иначе

$$\rho_s^* = \max\left(\frac{y_{2,s-2} - y_{1,s-2}}{2}, \frac{y_{2,s-1} - y_{1,s-1}}{2}, \frac{y_{2,s} - y_{1,s}}{2}\right).$$

Текущая итерация завершена

Шаг 6. Вычислить:

$$l = \max(y_{2,s-2} - p(a_0^1, a_1^1, t_{s-2}), p(a_0^1, a_1^1, t_{s-1}) - y_{1,s-1}, y_{2,s} - p(a_0^1, a_1^1, t_s)),$$

перейти к шагу 7.

Шаг 7. Если $h_1 \ge l$, то $\rho_s^* = \rho_s^*(a_0^1, a_1^1) = h_1$. Иначе

$$\rho_s^* = \max\left(\frac{y_{2,s-2} - y_{1,s-2}}{2}, \frac{y_{2,s-1} - y_{1,s-1}}{2}, \frac{y_{2,s} - y_{1,s}}{2}\right).$$

Текущая итерация завершена

Если s=N, алгоритм завершается, в противном случае для s=s+1 выполняется переход к шагу 1.

Последовательность вычислительного процесса приведена на рис. 1.

Вычислительный эксперимент. Текущим значением аппроксимации тренда в точке t_s является $p_s = p(a_0^\beta, a_1^\beta, t_s)$. Если $h_\beta < l$, то тренд не определён, в таком случае полагаем $p_s = (y_{1,s} + y_{2,s})/2$. Верхней границей текущей аппроксимации является $p_s + \rho_s^*$. Нижней границей текущей аппроксимации является $p_s - \rho_s^*$. Анализ результатов экспериментов по данным [4] представлен на рис. 2, показатели аппроксимации обозначены p, p+rho и p-rho, соответственно.

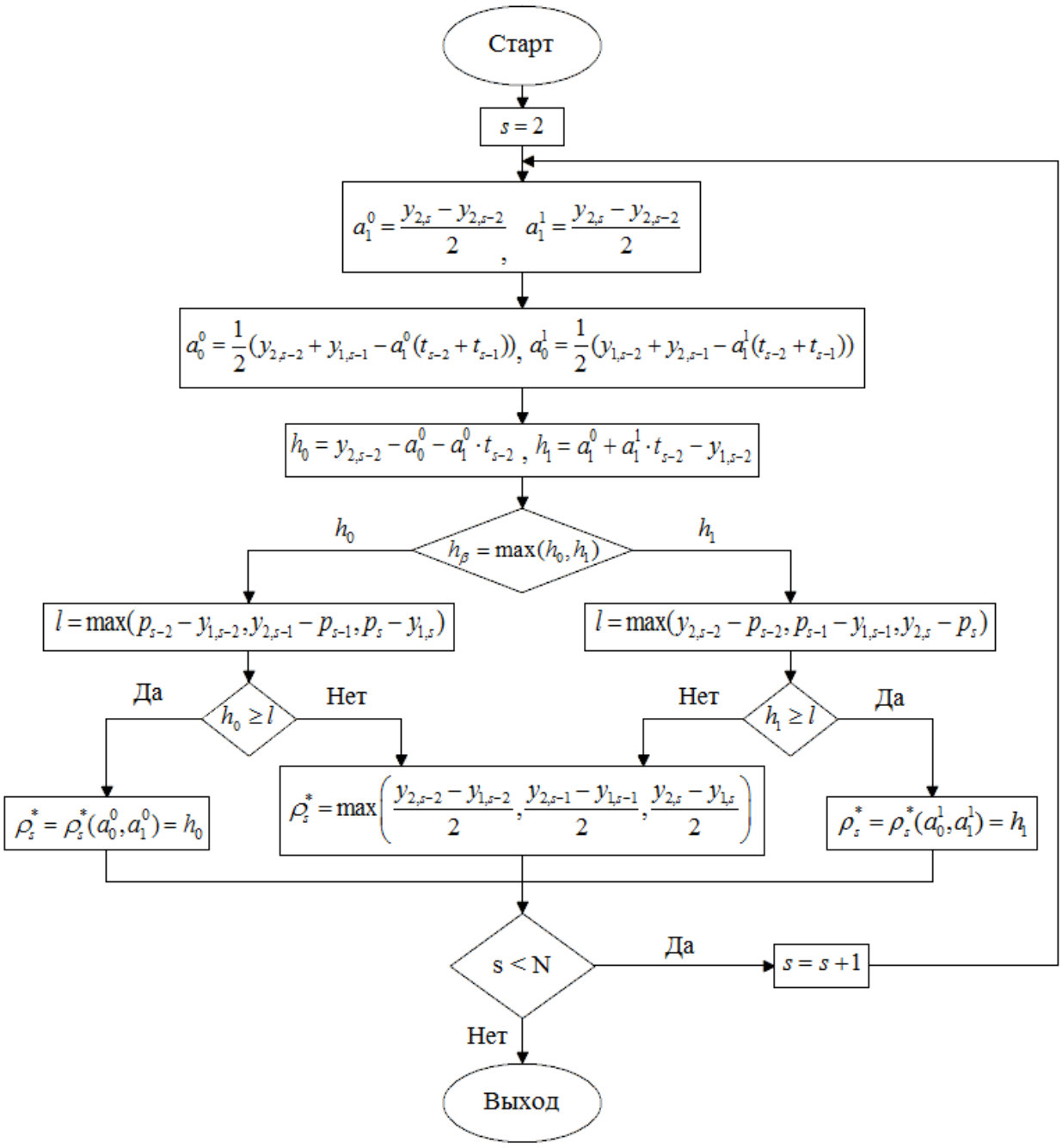


Рис. 1. Блок-схема вычислительного процесса

Пусть инвестор планирует купить акции. Поскольку риск стабилизировался только к 20.08.2018, а тренд изменил направление на повышение, рекомендуется покупать акции в последний период анализа (20.08.2018).

Заключение. Разработан эффективный алгоритм вычисления индикатора, используемого для принятия торговых решений на финансовом рынке, на основе интервальных данных и минимаксного критерия аппроксимации.

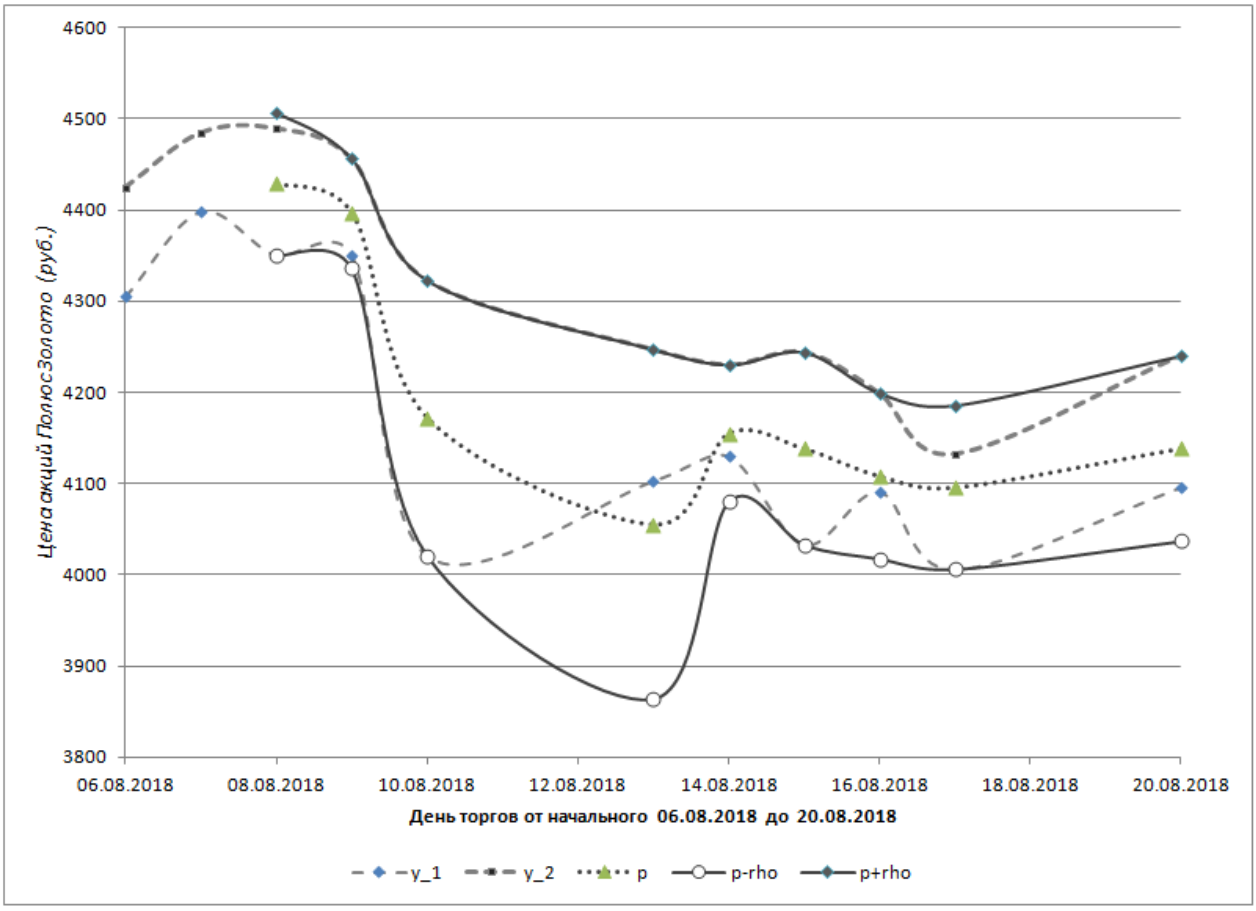


Рис. 2. Результаты вычислительного эксперимента

Литература

1. Выгодчикова И.Ю. О моделировании риска с использованием многозначных ценовых данных // Сборник материалов Международной молодежной научно-практ. конференции «Математическое моделирование в экономике, страховании и управлении рисками». Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2013. С. 39-45.

2. Выгодчикова И.Ю. Оценка допустимых погрешностей при анализе многозначных динамических рядов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара : Из-во Самар. науч. центра РАН, 2017. – С. 866-868.

3. Выгодчикова И.Ю., Гусятников В.Н. Модели динамических рядов интервальных данных и их приложения. Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2018. – 108 с.

4. Полюс Золото, архив торгов, акция обыкновенная, котировки (руб.). [Электронный ресурс]. URL: https://www.finanz.ru/aktsii/arhiv-torgov/Polyus_Gold_1/MIC/1.7.2018_1.10.2018. Дата обращения: 07.04.2019.

И.Ю. Выгодчикова

МОДЕЛЬ РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА ФИНАНСИРОВАНИЯ БИЗНЕСА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Результатом быстрого развития информационно–телекоммуникационных технологий становится необходимость пересмотра традиционных моделей принятия решений о целесообразности и размерах финансирования бизнеса[1]. Длительная процедура анализа перспектив внедрения проекта уступает интеллектуальной системе анализа данных, позволяющей за короткое время выработать обоснованное решение и указать несколько путей его реализации. *Целью* работы является разработка модели финансирования бизнеса с использованием минимаксного критерия оптимальности, обоснование математических свойств и построение вычислительного метода принятия решений о долевом распределении средств между бизнес-проектами.

Предварительные сведения. На практике существует множество ситуаций, когда необходимо распределить ограниченные финансовые ресурсы между несколькими проектами [2, 5]. Как правило, выбор наиболее прибыльного проекта сопровождается высоким риском потери вложенных средств. При невысоком риске есть проблема потери ожидаемого дохода [3]. Применение классической задачи портфельного инвестирования Г. Марковица [4] накладывает слишком жёсткие требования на используемые при анализе показатели риска, которые требуют знания ковариационной матрицы доходностей, что, даже при современных компьютерных технологиях, замедляет процесс принятия решений. Поэтому актуальным направлением исследования является усовершенствование подхода к оптимизации долевой структуры финансирования проектов бизнеса[2].

Входные параметры модели. Исследуется совокупность финансовых активов[3] (ценных бумаг, кредитных ресурсов и проч.), составляющих финансо-

[1] Бизнес (англ. business – это «дело, предпринимательство»), – деятельность, направленная на систематическое получение прибыли. В данном исследовании предполагается, что бизнес получает инвестиции на развитие, и прибыль будет давать отдачу согласно плану развития предприятия (компании) сферы производства, услуг, интеллектуальной собственности и научно-исследовательских разработок. При применении банковского кредита необходимо учитывать рентабельность проекта и ставки по кредиту, чтобы «оставить средства для развития бизнеса».

[2] Под финансовым (денежным) капиталом понимаются денежные средства, вкладываемые предпринимателями в бизнес. Как правило, привлечение капитала осуществляется через рынок ценных бумаг или рынок кредитных ресурсов.

[3] Под финансовыми активами (англ. Financial assets) понимается форма собственности, предполагающая получение дохода за счёт высоколиквидных финансовых ресурсов: денежные средства и ценные бумаги, интеллектуальные ресурсы и нанотехнологии, в частности, банковское кредитование перспективных проектов.

вый портфель в сфере инвестирования, кредитования, страхования. Пусть θ_i - неизвестная переменная, обозначающая долю *i*-го актива в финансовом портфеле, соответственно, $\theta = (\theta_1,...,\theta_n)$ - вектор неизвестных долей финансовых активов. Оценки рисков входящих в финансовый портфель активов обозначаются через $V_i > 0$, $i = \overline{1,n}$. Эти величины являются количественными показателями, характеризующими риск (единственным требованием является сопоставимость показателей риска между рассматриваемыми активами). Указанные параметры являются входными параметрами модели, их значения должны быть вычислены к моменту построения модели. В данном исследовании оценкой риска инвестиционного портфеля служит величина $\max\limits_{i=1,n} V_i\theta_i$, выражающая максимальный вклад риска среди анализируемых активов (с учётом их долей в финансовом портфеле).

Критерий аппроксимации. Пусть, для определённости, $V_1 \geq ... \geq V_n > 0$, Требуется равномерно диверсифицировать риски между активами, взвесив их по долям финансирования, за счёт выбора этих долей:

$$\Psi(\theta) = \max_{i=1,n} V_i\theta_i \to \min_{\theta \in D}, \quad (1)$$

$$D = \{\theta = (\theta_1,...,\theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^{n} \theta_i = 1\}. \quad (2)$$

Множество (2) не предполагает наложения каких-либо дополнительных ограничений на структуру инвестиционного портфеля. Пусть, далее, $V_1 > ... > V_n > 0$, и при заданных доходностях активов $\eta_1 > ... > \eta_n$ задано также ограничение на доходность портфеля η_p. Рассматриваются следующие множества D для критерия оптимальности (1):

$$D = \{\theta = (\theta_1,...,\theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^{n} \theta_i = 1, \sum_{i=1}^{n} \eta_i\theta_i = \eta_p\}. \quad (3)$$

$$D = \{\theta = (\theta_1,...,\theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^{n} \theta_i = 1, \theta_s = \theta_k, k < s, k, s \in \overline{1,n}\}. \quad (4)$$

В [1, 5] получены формулы решения задачи (1)-(2):

$$\theta_i = 1/(V_i\nu), i = 1,...,n, \text{ где } \nu = \sum_{i=1}^{n} V_i^{-1}.$$

Множество (3), в отличие от множества (2), содержит дополнительное требование к доходности портфеля. Для решения задачи (1) – (3) вычисляются следующие величины $\gamma = \sum_{i=1}^{n} \eta_i V_i^{-1}$, $\eta_p{}^* = \gamma / \nu$. Решение этой задачи находится в результате вычисления следующих математических выражений [1]: 1) при

$\eta_p = \eta_p^*$, $\theta_i = 1/(\nu V_i)$, $i = \overline{1,n}$; 2) при $\eta_1 > \eta_p > \eta_p^*$, $\theta_i = \dfrac{\eta_p - \eta_n}{V_i(\gamma - \eta_n \nu)}$, $i = \overline{1,n-1}$, $\theta_n = ((\eta_1 - \eta_p)/V_1 + ... + (\eta_{n-1} - \eta_p)/V_{n-1})/(\gamma - \eta_n \nu)$; 3) при $\eta_n < \eta_p < \eta_p^*$, $\theta_i = \dfrac{\eta_p - \eta_1}{V_i(\gamma - \eta_1 \nu)}$, $i = \overline{2,n}$, $\theta_1 = ((\eta_2 - \eta_p)/V_2 + ... + (\eta_n - \eta_p)/V_n)/(\gamma - \eta_1 \nu)$.

Следующие формулы позволяют найти решение задачи (1)-(4):

$$\theta_i = 1/(V_i \tau), i = 1,...,n, i \neq s,\ \theta_s = \theta_k, \text{ где } \tau = \sum_{i=1, i \neq s}^{n} V_i^{-1} + V_k^{-1}.$$

Вычислительный эксперимент. В банковской практике часто встречаются ситуации когда нужно сделать выбор в пользу кредитования того или иного проекта. Обычно вероятность потерь банка оценивается как отношение количества прежних проблемных обращений клиента за кредитом плюс единица к количеству прежних обращений в банк за кредитом плюс два. Этот показатель будет измерять риск кредитования клиента. Целесообразно распределить ресурсы с учётом возможного риска потерь и ожидаемой доходности. Пусть банк кредитует четырёх клиентов сроком на 1 год с условием возврата полной суммы кредита и процентов в конце срока. Процентные ставки зависят от вероятности потерь, которая составила для этих клиентов 1/2, 1/6, 2/15 и 1/30, соответственно. Ставки по кредиту составляют 21, 18, 15 и 14 % в год, соответственно. Нужно определить объём кредитования каждого клиента с наименьшим риском финансовых потерь (задача (1)-(2)), а также с учётом требований структуры кредитования (задача (1)-(4) для k=2, s=3) и доходности (задача (1)-(3), требуемая доходность 16%). Результаты вычислений представлены на рис. 1.

Выбор модели распределения средств позволит принять перспективное и правильное решение инвестору, учесть риски и доходы от финансирования рассматриваемых проектов.

Заключение. Автором статьи разработана модель финансирования бизнес-проектов с использованием минимаксного критерия оптимальности, обоснован вычислительный метод принятия решений, позволяющий управлять финансовыми ресурсами в реальном масштабе времени. Предложенный подход может применяться для построения модели динамической системы распределения финансирования между бизнес-проектами, компоненты которой подвержены высокой волатильности, приводящей к необходимости учитывать факторы риска, наиболее важные для лица, принимающего решение о долевом распределении финансирования рассматриваемых проектов.

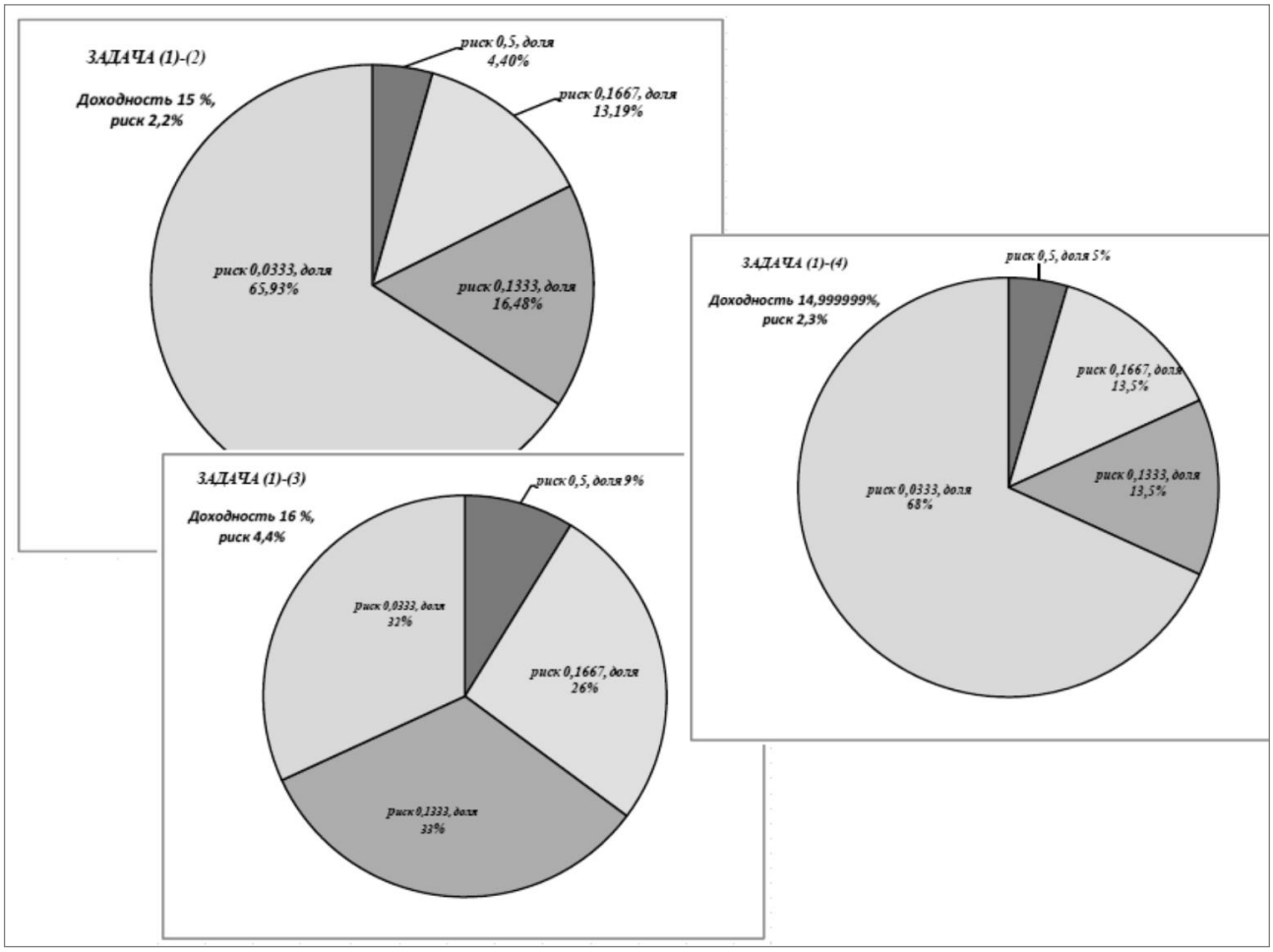


Рис.1. Долевое распределение финансирования

Литература

1. Выгодчикова И.Ю., Гусятников В.Н. Модели динамических рядов интервальных данных и их приложения. Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2018. – 108 с..

2. Выгодчикова И.Ю., Гусятников В.Н., Акимова С.А. Модель формирования инвестиционного портфеля с использованием минимаксного критерия // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2018. № 3 (72). С. 170-174.

3. Четыркин Е.М. Финансовые риски. М.: «ДЕЛО», 2008. – 176 с.

4. Markovitz H.M. Portfolio selection // J. of Finances. 1952. Vol. 7, №1.

5. Vygodchikova I. Y. [et al.]. Estimation of Bond Risks using Minimax // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2016. Vol. 7, №. 7. P. 1899–1907.

А.В. Голигров

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ЛЕНТОЧНОГО ФУНДАМЕНТА

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

Строительство и недвижимость – одно из самых растущих и перспективных направлений деятельности. На этапе недвижимости наиболее развивающимся сегментом является жилищное строительство. Его приоритет перед другими отраслями определяется высокой социальной значимостью. Обеспеченность граждан жильем, также его доступность оказывают сильное влияние многие социально-экономические показатели [1].

В проектировании домов большая доля времени уделяется фундаменту, так как он является основой будущего здания. В связи с дефицитом программ по его проектированию или их недоступности в связи с частным использованием, перед автором была поставлена задача – разработать систему, которая могла бы помочь в проектировании и расчете нагрузок фундамента для относительно небольших домов. Такие дома не строятся по заказу государства, поэтому и решений в этом направлении меньше. Среди нескольких типов фундамента был выбран ленточный как более надежный и популярный вариант для таких домов [2].

Перед закладкой фундамента необходимо рассчитать его прочностные характеристики, то есть определить нагрузку на него. Это величина, определяющая площадь подошвы, объем и глубину фундамента, она зависит от множества факторов, начиная от свойства грунта, положения грунтовых вод, от планировки здания и заканчивая углом ската крыши.

Система представляет собой настольное приложение, в ее состав входят следующие подсистемы (рисунок 1):

– подсистема авторизации, которая позволяет аутентифицировать пользователя;

– подсистема выполнения расчета фундамента, которая производит основные расчеты;

– подсистема создания плана-чертежа фундамента;

– подсистема формирования журнала, позволяет экспортировать разрабатываемый проект в MS Excel;

– подсистема взимодействия с БД, обеспечивает связь с БД;

– подсистема ведения БД.

В системе реализованы две роли пользователей: администратор и проектировщик. Пользователи системы должны авторизоваться в системе, после проверки правильности учетных данных система настраивает интерфейс пользователя на заданную роль. Администратору программы доступны все функции

системы, проектировщику – функции расчета фундамента и формирования отчетов (рисунок 2).



Рисунок 1 – Структурная схема системы

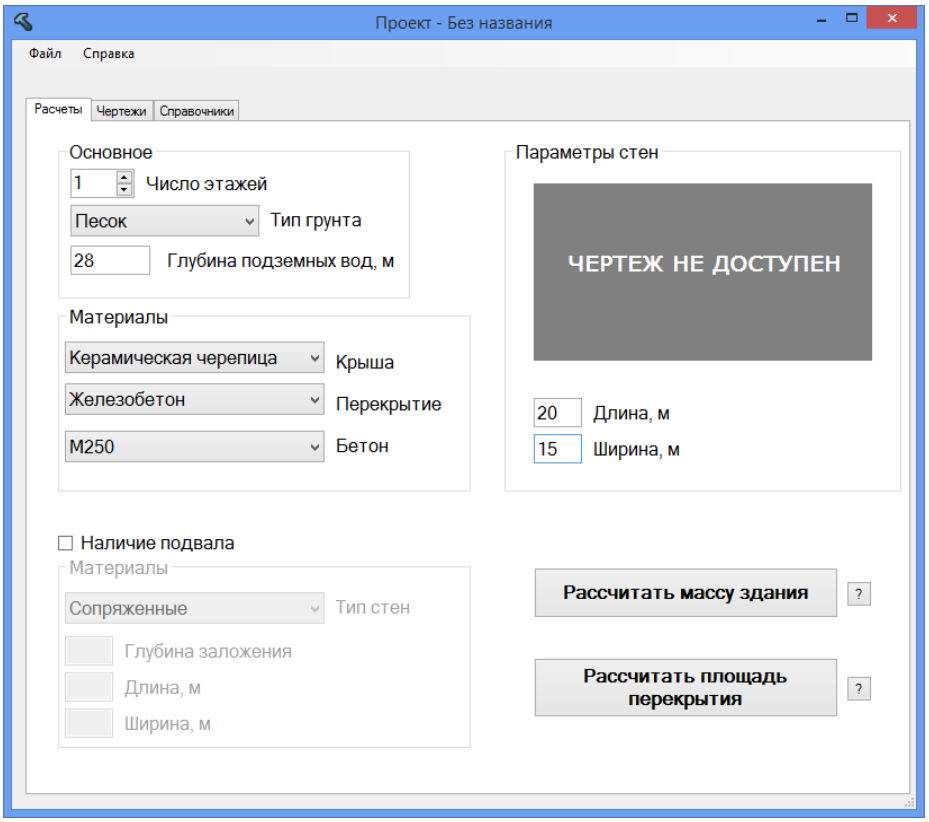


Рисунок 2 – Экранная форма проведения расчетов

Основные функции системы:

– задание параметров фундамента;
– создание плана-чертежа фундамента;

– расчет фундамента;
– расчет подвального помещения;
– ведение справочников базы данных;
– формирование журнала вычислений;
– экспорт журнала вычислений в MS Excel;
– визуализация расчетов в графическом виде;
– выдача справочной информации о системе.

Данная система будет полезна проектировщикам строительных компаний, а также частным лицам, которые могут рассчитать финансовые затраты и ресурсы, необходимые для реализации их строительного проекта. Ее использование удешевит процесс расчета конструкций.

Литература

1 Перспективы и проблемы жилищного строительства в Самарской области [Электронный ресурс]. URL: https://sibac.info/studconf/econom/xxxvii/43535 (дата обращения: 22.05.2019).

2 Ленточный фундамент [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ленточный_фундамент (дата обращения: 22.05.2019).

П.А. Глотова, И.В. Лёзина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА ВАЛЮТ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

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

Задача прогнозирования тех или иных временных рядов часто встречается в жизни человека. Так, например, актуальной задачей в сфере экономики является получение прогнозов курсов валют на ближайшее время. Однако решение подобной задачи вручную человеком обладает массой недостатков, таких как длительность процесса, необходимость обработки больших массивов информации, выявление тенденций и зависимостей, неизбежная субъективность полученного прогноза. Таким образом, решение задачи прогнозирования курса валют при помощи нейронной сети является оптимальным решением.

Искусственная нейронная сеть, предназначенная для решения задачи прогнозирования курса валют, имитирует работу головного мозга человека, тем самым реализует нелинейную функцию $y = f(x)$, где x – вектор, поступающий на вход нейронной сети, характеризующий последние n измерений курса, а y – прогнозируемое $n+1$ значение курса валют.

Одной из сетей, которые целесообразно использовать при решении задачи прогнозирования является радиально-базисная сеть[1]. К преимуществам

радиально-базисной сети можно отнести простоту построения, так как сеть состоит из одного скрытого слоя и выходного суммирующего нейрона [2]. Это позволяет отбросить задачу подбора оптимального количества скрытых слоев. Отличительной особенностью сети является радиальная функция активации скрытых нейронов, значение которой монотонно убывает с увеличением расстояния от входного вектора до заданного центра.

В качестве радиальной функции активации была выбрана функция Гаусса, имеющая вид:

$$\boldsymbol{\varphi(x) = \exp\left(-\frac{\| x - c_j \|^2}{2\sigma_j^2}\right)}, \quad (1)$$

где x – входной вектор, c – центр, σ – радиус, определяющий величину области, в которой значение функции будет отличным от нуля.

Для обучения сети был выбран гибридный метод, состоящий из двух этапов:

– уточнение центров и радиусов радиальных функций активации нейронов скрытого слоя;

– подбор весов выходного нейрона методом псевдоинверсии[3].

Перед началом обучения временной ряд, характеризующий изменения курса валют с течением времени, разбивается на три части: первая часть используется для обучения, вторая – для тестирования, третья – для получения прогноза.

Для обучения сети была выбрана стратегия обучения offline с учителем, при которой все обучающие пары подаются одновременно. Сеть проходит множество циклов обучения до тех пор, пока прогнозируемое значение не будет соответствовать ожидаемому значению с некоторой точностью ε, определяемой пользователем.

Для реализации этапа уточнения центров и радиусов радиальных функций было выло выбрано два метода: наискорейшего спуска и самоорганизации.

В процессе обучения методом наискорейшего спуска минимизируется функция ошибки, имеющая вид:

$$E(x) = \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{k} \omega_i \varphi_i(x) - d\right)^2, \quad (2)$$

где k – количество нейронов скрытого слоя, а значения центров и радиусов уточняются с применением градиентного метода наискорейшего спуска по формулам:

$$c_i(t+1) = c_i(t) - \eta \frac{\partial E(t)}{\partial c_i(t)}, \quad (3)$$

$$\sigma_i(t+1) = \sigma_i(t) - \eta \frac{\partial E(t)}{\partial \sigma_i(t)}. \quad (4)$$

В процессе обучения методом самоорганизации множество векторов, приписанных одному центру, образуют кластер с центром, определяемым по формуле

$$c_i(k+1) = \frac{1}{N_i}\sum_{j=1}^{N} x_j(k), \qquad (1.13)$$

где N – количество векторов $x_j(k)$, приписанных в k-ом цикле i-ому центру [3].

При фиксированных значениях центров радиусы σ_i устанавливаются равными евклидову расстоянию между центром c_i и его ближайшим соседом c_j.

После обучения, сеть проходит тестирование, в ходе которого на входы сети подается n членов временного ряда, вычисляется значение n+1, окно смещается на 1 позицию и процесс повторяется. В итоге вычисляется СКО значений, полученных при прогнозировании, от фактических значений, и коэффициент Тейла, которые характеризуют точность и адекватность прогноза.

Цель данной работы – реализовать автоматизированную систему прогнозирования курса валют радиально-базисной нейронной сетью. Реализованная система предлагает возможность прогнозирования не только курсов валют, но и прочих временных рядов.

В качестве тестовой выборки были использованы значения курса Иена к Доллару США за период с 18.04.2018 по 18.04.2019 [4]. Исследование работы сети показало следующие результаты при использовании сети, имеющей 25 нейронов скрытого слоя и 5 входов:

- СКО равное 0,03691 и значение коэффициента несовпадения Тейла равное 0,06719 для метода наискорейшего спуска;
- СКО равное 0,04066 и значение коэффициента несовпадения Тейла равное 0,06806 для метода самоорганизации.

Исходя из результатов проведенного исследования, можно сделать вывод, что метод наискорейшего спуска (график тестирования приведен на рисунке 1) дает результаты лучше, чем метод самоорганизации.

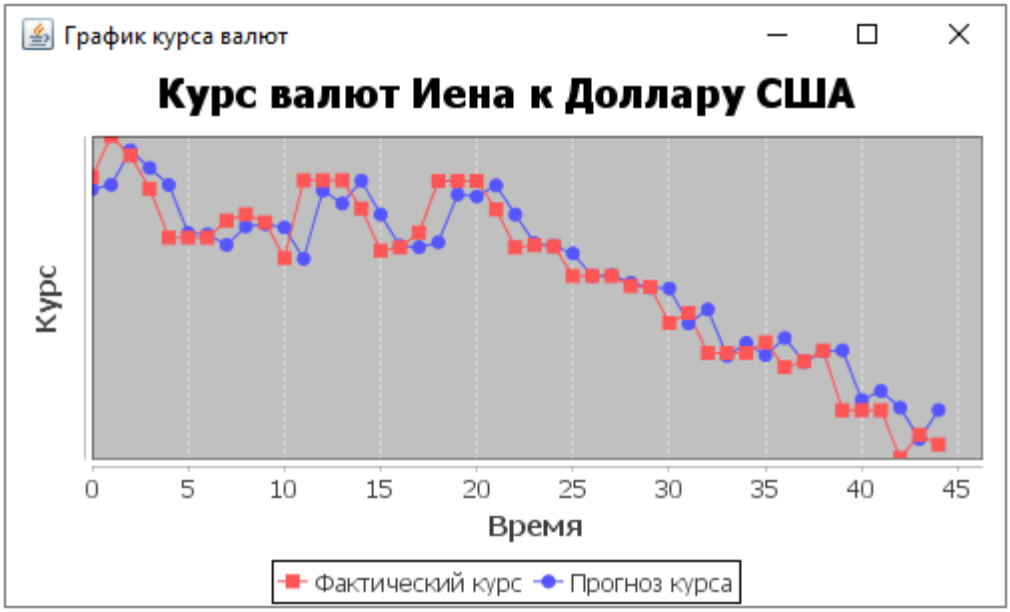


Рисунок 1 – График результатов тестирования нейронной сети, обученной с применением метода наискорейшего спуска

Литература

1. Солдатова, О.П. Применение нейронных сетей для решения задач прогнозирования [Текст]/ О.П. Солдатова, В.В. Семенов // Исследовано в России: электрон, журн. - 136/060201. - С. 1269-1276. - Режим доступа к журн.: http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/136.pdf.

2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст]/ С. Хайкин; пер. с англ. Н.Н. Куссуль и А.Ю. Шелестовой, ред. Н.Н. Куссуль. – М. : Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 1104 с. :ил. – Парал. тит. англ.

3. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]/ С. Осовский; пер. с польск. И.Д. Рудинского, рец. И.Б Фоминых. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 344 с. :ил.

4. Конвертер валют, курсы обмена валют [Электронный ресурс]/. – Электрон. текстовые дан. –,. – Режим доступа: https://ru.moneyratestoday.com/, свободный.

В.В. Графкин, С.С. Финелонов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

(Самарский университет)

Работоспособность человека достаточно часто зависит от показателей качества воздуха в помещении, в котором он осуществляет деятельность. Основные требования к качеству воздуха в помещении указаны в ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Мониторинг указанных показателей является актуальной задачей.

На сегодняшний день на рынке представлено не большое количество устройств систем контроля воздуха в помещении, из которых лишь часть имеет возможность оповещения и управления через смартфон. Большинство систем контроля имеют лишь простые методы оповещения пользователя о текущем состоянии микроклимата.

Автономные приложения, позволяющие осуществлять мониторинг параметров микроклимата, представлены весьма ограничено. Вместо них выступают приложения для «умных домов». Такие приложения рассчитаны на управление сразу множеством датчиков, камер видеонаблюдения, запорных устройств и т.п.

Среди таких приложений бессомненным лидером является приложение от китайской компании Xiaomi – Mi Home [1]. Функционал приложения полностью контролирует работу фирменных датчиков, начиная от датчиков воздуха, заканчивая умными лампочками.

При наличии фирменного смартфона Xiaomi, Mi Home позволяет управлять устройствами через ИК порт. Основное внимание уделено так называемым сценариям, в которых пользователь сам создает определенные условия,

контролируемые датчиками, и действия, которые выполняют другие устройства умного дома, при нарушении этих условий, в случае необходимости [2]. Несомненным преимуществом является оповещение пользователя о состоянии системы при наличии фирменного шлюза, подключенным к домашней wi-fi сети.

Предлагаемая в настоящей работе система предполагает контроль воздуха в помещении посредством анализа данных с датчиков [3, 4], при этом исполнение системы предполагается автономным.

Функционал приложения:

- фиксация измеряемых параметров воздуха и их отображение;
- задание пользователем желаемых условий;
- оповещение пользователя о несоответствии воздушной среды в помещении заданным условиям.

Предполагается сбор системой данных о следующих показателях качества воздуха в помещении:

- температура;
- влажность;
- содержание CO_2;
- наличие угарного газа CO.

Интерфейс автоматизированной системы (рисунок 1) состоит из двух окон: Контроль и Настройки. Окно контроля предназначено для получения информации о параметрах воздуха.

Окно настроек предназначено для:

- слежения за подключением мобильного устройства пользователя к станции;
- установки желаемых параметров воздуха
- получения советов об использовании системы (например, онаиболее удачном расположении датчиков и т.п.);
- обеспечения информацией о приложении: его версии и изготовителе.

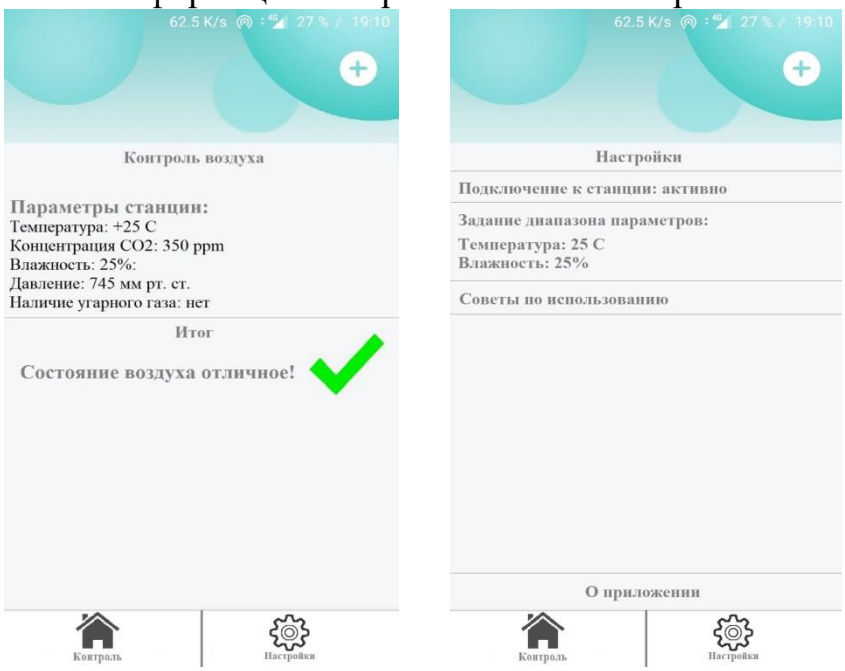


Рис.1. Интерфейс приложения

Литература

1. Приложения в Google Play (2019), URL: https://play.google.com/store/apps/
details?id=com.xiaomi.smarthome&hl=ru (дата обращения 18 мая 2019).

2. Xiaomi Mi Home (2018), URL: https://xiaomi-smarthome.ru/xiaomi-mi-home/ (дата обращения 18 мая 2019).

3. Carbon Dioxide Concentration - Comfort Levels (2016), URL: https://www.cbc.ca/news/technology/carbon-monoxide-poisoning-antidote-and-prevention-1.3888207 (дата обращения 18 мая 2019).

4. Scientists hunt for carbon monoxide poisoning antidote (2008),URL: https://www.cbc.ca/news/technology/carbon-monoxide-poisoning-antidote-and-prevention-1.3888207 (дата обращения 18 мая 2019).

В.В. Графкин, С.В. Чеботарева

ПОДСИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЛЬЕФА МАРШРУТА В СИСТЕМЕ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЯХ

(Самарский университет)

Предупреждение критических состояний по сравнению с лечением позволяет эффективнее поддерживать организм человека в работоспособном состоянии. В связи с чем определение физиологических показателей, позволяющих сделать вывод о состоянии здоровья, является важной задачей.

Проведение подобных обследований обычно проводится на специализированном оборудовании, среди которого отдельно выделяют системы, состоящие из блока сбора показателей и активной беговой дорожки, позволяющей изменять скорость движения и угол наклона. Данные системы весьма дороги, что является основной причиной их незначительного распространения.

Развитие беспроводных систем сбора физиологических показателей позволило проводить исследования не только в условиях лабораторий, но и в обычных условиях повседневной жизни, что позволяет повысить число исследуемых в связи, Широкое распространение получили миниатюрные устройства фиксации физиологических показателей. Данные устройства могут быть выполнены как автономными, так и работать совместно с мобильными устройствами посредством беспроводных интерфейсов. Указанное обстоятельство позволяет снизить стоимость устройств, т.к. обработка данных и интерфейс взаимодействия с пользователем реализован в специальном приложении для мобильных устройств.

Мобильные устройства фиксации физиологических показателей позволяют осуществлять сбор данных практически при любой активности исследуемого без привязки к графику работы лабораторий. Однако большинство устройств не учитывают существенные условия, при которых происходит фиксация показателей.

Показатели могут отражать отклонения от нормы при разных обстоятельствах. Например, в связи с продолжительностью прогулки или в связи с увеличивающейся нагрузкой в ходе прогулки, если движение происходит на подъем, а в некоторых случаях и при значительном уклоне на спуске, когда необходимо прилагать значительные усилия с целью координации.

Указанные обстоятельства обуславливают актуальность задачи определения уклона при движении обследуемого вне лабораторных условий. Данная задача может быть решена с помощью барометрического датчика. Вместе с тем, не обязательно использовать барометрическую формулу высоты для определения уклона – достаточно наблюдать за изменением давления.

Несмотря на то, что данная задача допускает отсутствие абсолютных значений высоты, в данной работе с целью удобочитаемости результатов используется зависимость высоты от атмосферного давления воздуха:

$$h = \frac{kT}{mg} \cdot \ln\left(\frac{P_0}{P_h}\right),$$

где k – постоянная Больцмана;
T – температура воздуха;
m – масса 1 молекулы воздуха;
g – ускорение свободного падения;
P_0 – давление на высоте уровня моря;
P_h – давление на высоте h.

Тестирование предложенной методики выполнено на маршруте, имеющем спуски-подъемы и участок, визуально определяемый горизонтальным. Маршрут выбран таким образом, чтобы начальная и финишная его точки совпадали (рисунок 1), чтобы оценить разницу между высотой в начале пути и в конце.

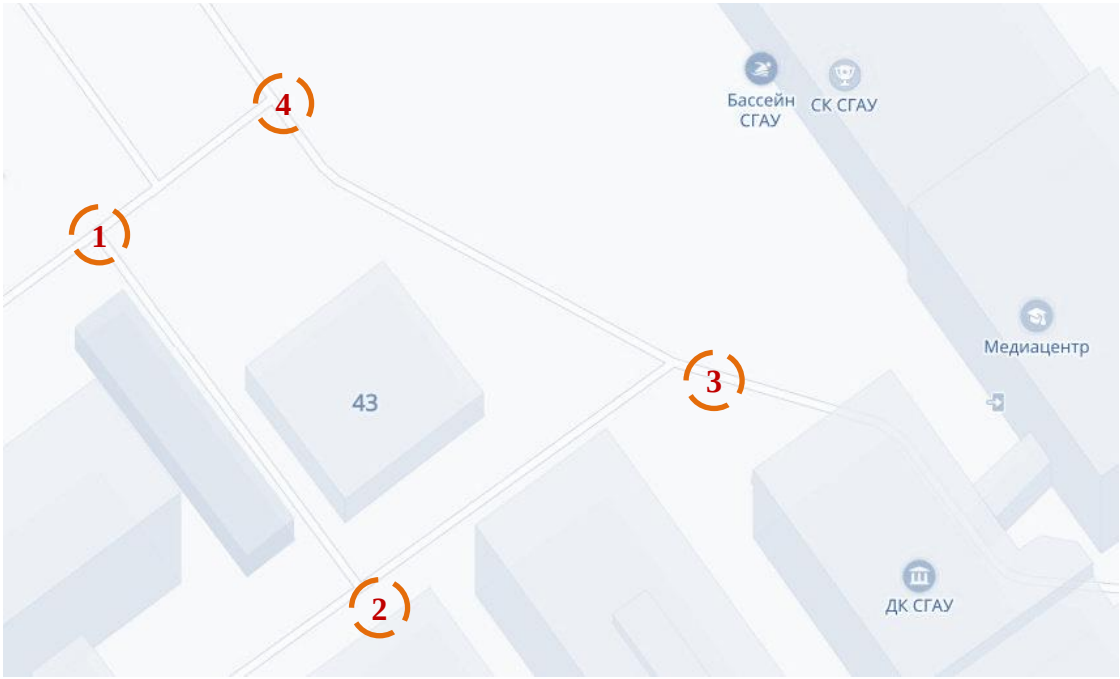


Рис. 1. Маршрут (изображение получено с помощью сервиса Яндекс.Карты)

Посредством сервиса Яндекс.Карты были определены расстояния между точками на карте, составляющими маршрут перемещения. Между точками 1 и 2: 45 метров; 2-3: 42 метра; 3-4: 52 метра; 4-1: 24 метра; общая протяженность маршрута: 163 м.

Необходимо отметить, что расстояния, полученные с помощью сервиса Яндекс.Карты, определены без учета спусков-подъемов на участке. Таким образом, реальная протяженность участков превышает указанные расстояния.

На рисунке 2 представлен результат определения высоты на выбранном маршруте. Передвижение исследуемого осуществлялось прогулочным шагом из точки 1 по замкнутой траектории в ту же точку 1; значения давления фиксировались каждый 200 мс.

По результатам проведения 29 экспериментов математическое ожидание разницы между вычисленной высотой в начале пути и высотой в конце маршрута составляет 0,23 м; дисперсия – 0,0044.



Рис. 2. Результаты тестирования на маршруте

Далее с целью снижения зашумленности данных выборки полученных значений апостериорно обработаны по методике, представленной в работе [1]. Результат обработки представлен на рисунке 2. Математическое ожидание разницы между вычисленной высотой в начале пути и высотой в конце маршрута по обработанным данным составляет 0,26 м; дисперсия – 0,0043.

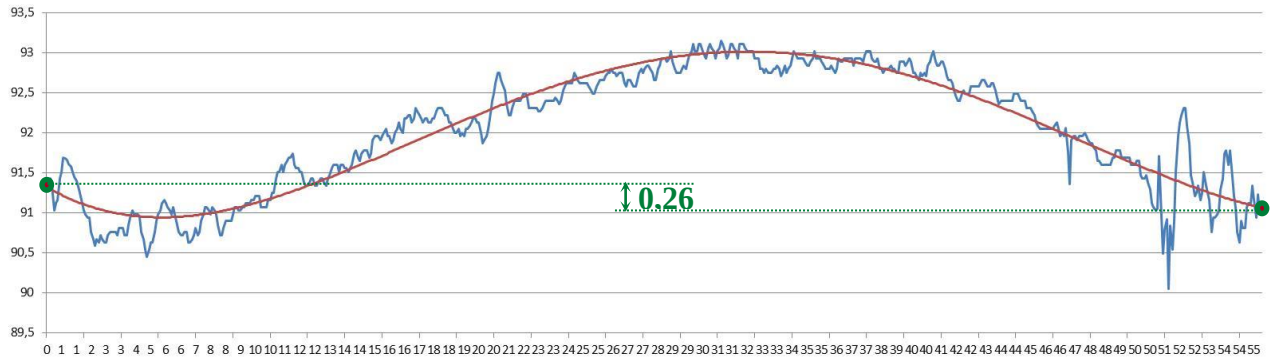


Рис. 3. Результаты тестирования на маршруте до и после обработки

Согласно сведениям, представленным в работах [2, 3, 4, 5, 6], указанные расхождения значений высоты могут быть обусловлены различными факторами. В работе [2] авторы рассматривают два режима ношения телефона: в карманах брюк и в руках. Результаты исследования показывают, что точность данных, собранных с телефонов в руках, выше, чем в карманах. Когда телефон находятся в руке, на барометрические датчики оказывают влияние действия руки, а также поток воздуха. Когда телефоны расположены в карманах, влияние внешнего воздушного потока уменьшается. Однако на измерения высоты могут влиять и иные факторы, например, давление, вызванное движением пользователя смартфона или температурой в карманах [2].

В работе [5] авторами предлагается подход для определения уровня пола, в многоэтажном здании. Данный алгоритм состоит из двух фаз: автономная (обучающая) и фаза - локализация. Во время автономной фазы осуществляется запись показания барометра, с помощью которого определяется уровень каждого этажа в здании. После чего эти показания передаются на сервер для последующей обработки. На фазе локализации производится определение, на каком этаже находится пользователь смартфона. Для этого извлекаются показания барометра, после чего определяется номер этажа.

Предложенная в настоящей работе методика определения изменения рельефа имеет приемлемую точность определения изменения высоты, более эффективна и экономически привлекательна по сравнению с методиками, применяющими специализированные активные беговые дорожки. Таким образом, она является более доступной в связи с ограниченным количеством лабораторных кабинетов, а также в связи с временными ограничениями, связанными с планированием исследований, в том числе с графиком занятости исследуемых.

Литература

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

2 H. Xia, X. Wang, Y. Qiao, J. Jian, and Y. Chang, "Using multiple barometers to detect the floor location of smart phones with built-in barometric sensors for indoor positioning," Sensors, vol. 15, no. 4, pp. 7857–7877, 2015.

3 Xia, Hao & Wang, Xiaogang & Qiao, Yanyou & Jian, Jun & Chang, Yuanfei. (2015). Using Multiple Barometers to Detect the Floor Location of Smart Phones with Built-in Barometric Sensors for Indoor Positioning. Sensors. 15. 7857-7877. 10.3390/s150407857.

4 X. Shen, Y. Chen, J. Zhang, L. Wang, G. Dai, and T. He, "Barfi: Barometer-aided wi-fi floor localization using crowdsourcing," in Mobile Ad Hoc and Sensor Systems (MASS), 2015 IEEE 12th International Conference on. IEEE, 2015, pp. 416–424.

5 Hamid Mohammed Ali, Alaa Hamza Omran. Floor identification using smartphone barometer sensor for indoor positioning. International journal of engineering sciences & research technology [Ali , 4(2): February, 2015] Asollege of Engineering, Baghdad University,Iraq. C.384-391.

6. Seongsik Kim, Jaewon Kim, Dongsoo Han. Floor Detection Using a Barometer Sensor in a Smartphone

М.А. Гуреев, Н.Г. Крупец

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПРОСА СЧЕТЧИКОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

(Самарский университет)

В настоящее время актуальным является вопрос об учёте и анализе потребления энергоресурсов. Наиболее перспективным считается организация учета на базе автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) [1].

Основной целью внедряемых АСКУЭ многоквартирных жилых домов (МКЖД) является автоматизация процесса снятия показаний общедомовых и квартирных приборов учета для выставления счетов за потребленную электроэнергию каждой квартирой и расчета потребления электроэнергии, затраченной на общедомовые нужды (ОДН) – освещение подъездов, лифты, насосы водоснабжения и проч.

Рассмотрим такую систему для учёта электроэнергии МКЖД, проведем декомпозицию её составных частей.

В работе используется следующая терминология.

ПУ, ТУ – прибор (точка) учета. Физическая точка линии электропередачи, в которой производится прямое измерение параметров расхода электроэнергии и которая совпадает с точкой подключения электросчетчика (квартирные и общедомовые ПУ).

УСПД - устройство сбора и передачи данных измерения и учета от группы электросчетчиков по цифровым интерфейсам, обработки полученных данных, передачи их в канал связи на верхний уровень АСКУЭ через мобильную связь, а также обратной передачи в электросчетчики служебных данных. Как правило, монтируется в подвале МКЖД.

Процесс снятия показаний осуществляется следующим образом. Опрос ТУ осуществляется несколько раз в сутки. Данные счётчика через встроенный в счетчик модем по линии PLC (силовая линия 220В) передаются на УСПД, который устанавливается в каждом МКЖД. УСПД поддерживает связь с сервером посредством мобильной связи по GSM/GPRS каналам. Показания передаются на сервер стандартными пакетами в зашифрованном виде. Поступившая на сервер информация обрабатывается и добавляется в базу данных (БД) верхнего уровня. В случае неудачного сеанса связи, УСПД отправит недостающие данные при следующем соединении. Организация сеансов связи с УСПД, первичная обработка данных, ведение БД показаний ПО и формирование отчетов выполняется программным обеспечением (ПО) верхнего уровня АСКУЭ. Далее

данные передаются в биллинговую систему для формирования и выставления счетов на оплату за потребленную электроэнергию.

В работе предлагается следующая структура базы данных верхнего уровня АСКУЭ МКЖД.

Условно разделим таблицы на несколько типов: каталог, реестр, журнал и справочник.

Каталоги – представляют собой относительно небольшие списки неизменной информации. По своему размеру это несколько десятков наименований чего-либо. Например, каталог типов улиц – «улица», «переулок», «проспект», «проезд» и т.д.

Реестры – это список зарегистрированных объектов, с которыми взаимодействует БД. К ним относятся: rPoint (реестр ТУ с привязкой к физическому адресу квартиры и МКЖД), rTypeMeter (типы счётчиков), rTypeUSPD (типы УСПД).

Журнал – это список фиксированных в системе событий, а также различных операций. К ним относятся: jReading (журнал опроса счётчиков), jCS (журнал сеансов связи), jChange_Meter1 (журнал установок и замен счётчиков), jChange_USPD (журнал установок и замен УСПД).

Справочник – это большие неизменные списки содержащие информацию по объектам БД, по своему размеру кратно превосходят каталоги. К ним относятся: sHouse (справочник домов, содержащий число квартир, адрес, номер установленного УСПД); sFlat (сведения о квартирах).

На рисунке 1 представлена логическая модель БД верхнего уровня.

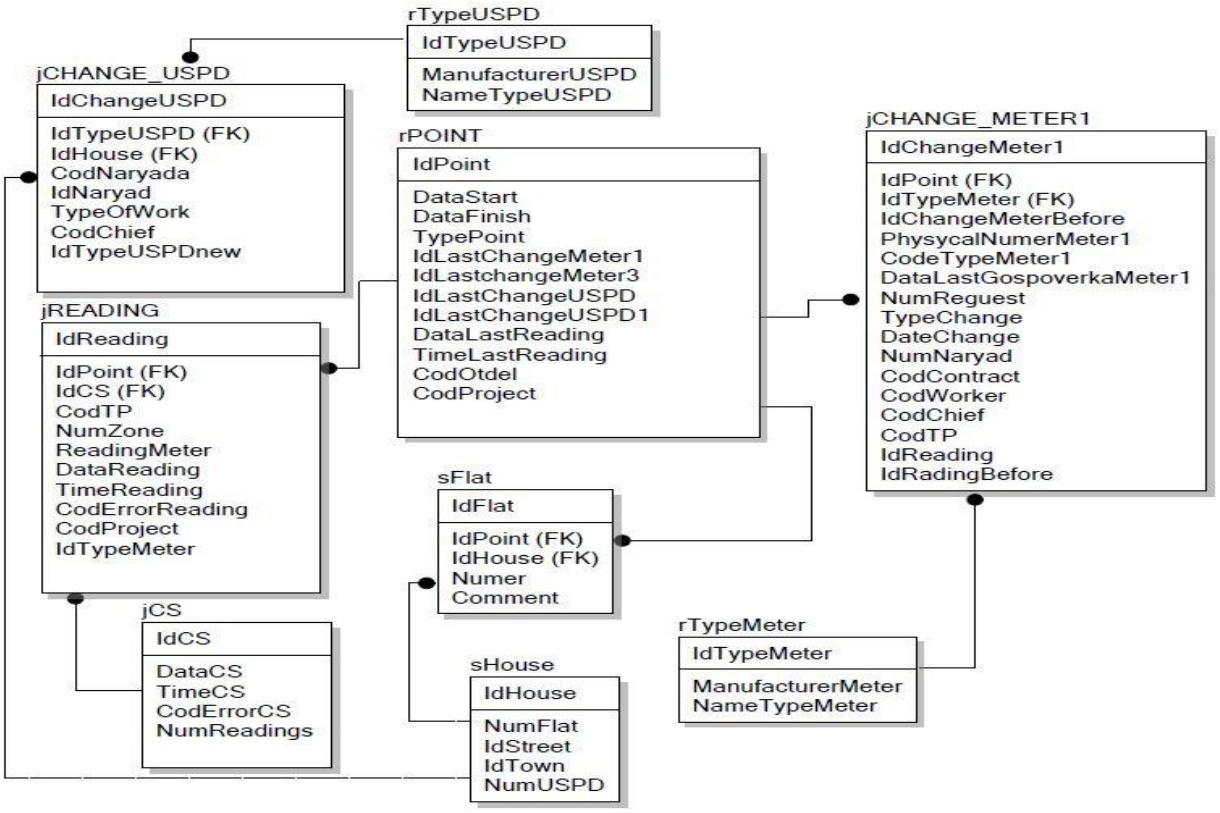


Рисунок 1 – Логическая модель базы данных верхнего уровня

Основной задачей работы была оценка производительности работы программного обеспечения верхнего уровня при взаимодействии с БД. Так, например, АСКУЭ среднего объема, охватывающая порядка 150 тыс. квартирных и общедомовых ПУ, при ежедневном опросе ПУ записывает в БД порядка 300 тыс. показаний. В месяц это число достигает 9 миллионов записей.

Доступ к 9 миллионам записей в конце месяца будет занимать значительное количество времени, если хранить избыточные данные, использовать последовательную индексацию и т. д.

В качестве БД верхнего уровня предлагается использовать БД MS SQL. СУБД MS SQL имеет несколько индексов для таблиц, которые зависят от разных факторов: кластеризованный, некластеризованный, фильтруемый, уникальный, колоночный и другие. Предлагается использовать колоночный индекс и некластеризованный по тем полям, которые будут участвовать при извлечении данных из БД для создания отчётов.

Для оценки быстродействия работы такой системы была написана программа «Генератор базы данных АСКУЭ». Она включает в себя 3 модуля для работы с БД.

Первый модуль «Справочные данные» - предназначен для генерации основных рабочих данных. В нём происходит расчёт необходимых параметров заполнения таблиц. Исходя из общего числа жителей, процентных значений населения в домах определённого типа и среднего значения жильцов в квартире, производится расчёт необходимого количества квартир и домов. Генерируются записи в соответствующих таблицах. Исходя из процентного соотношения числа установленных в домах счётчиков, заполняется таблица типов ПУ. Затем формируются данные по ТУ, в журналах замен появляются первые записи об установках ПУ и УСПД.

Второй модуль «Опрос приборов» - предназначен для генерации опроса счётчиков и сопутствующих данных. В нём задаются следующие параметры опроса: количество сеансов связи в сутки УСПД с БД, вероятности неудачного опроса УСПД и ПУ, а также значение среднесуточного расхода электроэнергии днём и ночью. Среднесуточное значение расхода генерируется исходя из нормального закона распределения вероятностей, по среднему расходу электроэнергии и среднеквадратичному отклонению. Также в этом модуле задаётся интервал опроса, указанием конкретных дат начала и конца работы. Заполняются таблицы с сеансами связи и журнал опроса ПУ. При удачном опросе заполняются все таблицы. В случае неудачного опроса УСПД, в записи сеанса связи будет указан код ошибки соединения, опрос недостающих данных произойдёт при следующем, но уже успешном сеансе. Счётчики действуют аналогично и в случае неудачного сеанса связи с УСПД данные записываются в память и ждут отправки в следующий раз.

Третий модуль «Отчёт» – служит для формирования отчётов в файл об опросе ПУ. Он позволяет сделать выписку из журнала опроса неудачных попыток связи ПУ с УСПД по типу счётчика и номеру проекта, к которому относятся ПУ, либо по типу счётчика и дате за определённый период.

Производительность системы можно оценить по скорости формирования отчётов из полученной БД. Испытание системы проводилось на моделируемых данных опроса с использованием разных видов индексации. Данные о производительности представлены в таблице 1.

Исходные данные: количество жильцов 150 000 человек; ср. число жильцов в квартире 3,5; процент населения в N квартирных домах 4 – 1%, 8 – 1%, 16 – 2%, 50 – 20%, 100 – 40%, 200 – 36%; вероятность отказа УСПД – 10%; вероятность отказа счётчика – 10%; средний расход электроэнергии днём 8 кВт (отклонение 3), ночью 2 кВт (отклонение 1); интервал опроса 01:01:2019 – 31:12:2019.

Таблица 1

Оценка производительности индексов.

Запрос	Кластеризованный (созданный по умолчанию), мс	Некластеризованный, мс	Колоночный кластеризованный, мс	Затронуто строк, шт.
по коду проекта	21405	207	299	21 584
за последние 3 дня	46051	1204	1247	18 216
за последние 7 дней	46924	1394	1335	37 084
за последние 30 дней	46839	2584	2439	154 782
Всего строк в таблице поиска:				37 720 498

Исходя из полученных данных, можно произвести оценку производительности системы. В сравнении с кластеризованным индексом, скорость работы запросов при использовании колоночного индекса или некластеризованного эффективнее в 70-100 раз при получении данных из БД по коду проекта, а при получении данных за последние 3, 7 или 30 дней в среднем в 20-40 раз. Разница между использованием некластеризованного и колоночного кластеризованного оказалась несущественной, но предпочтение стоит отдать первому, т.к. в нём гораздо больший потенциал в детальной настройке, в отличие от второго, который просто автоматически работает на всей таблице.

Литература

1. В.В. Красник. 102 способа хищения электроэнергии – М.: ЭНАС, 2010. – 160с

А. И. Заико

ИЗМЕРЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ВЕРОЯТНОСТИ ЭРГОДИЧЕСКОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА С ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИЕЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Реальные сигналы представляют собой случайные процессы с определённой долей детерминизма. Поэтому задача оптимизации измерительных процедур таких сигналов на сегодняшний день является весьма актуальной [1].

Для эргодических случайных процессов известны методы измерения математического ожидания, дисперсии и корреляционной функции. Для измерения распределений таких процессов подобные алгоритмы только разрабатываются. Для получения оценки плотности вероятности эргодического случайного процесса используют метод относительного времени пребывания реализации сигнала выше заданного уровня и его цифровой аналог – метод дискретных выборок, результаты измерения которого графически представляются в виде гистограммы [1, 2]. При построении гистограммы по умолчанию считают, что в течение шага дискретизации сигнал не выходит за пределы одного кванта и переход сигнала из одного кванта в другой осуществляется в момент дискретизации. Это возможно только при ступенчатой корреляционной функции и шаге дискретизации равном интервалу корреляции [1, 2]. Получаемые результаты не сопровождаются оценкой их погрешностей и не позволяют говорить об их достоверности. Получить научно обоснованные рекомендации по оптимизации таких измерений также не удаётся.

В работе приводится процедура цифрового измерения одномерных плотности вероятности и вероятности эргодического случайного процесса. Полученные результаты иллюстрируются на примере оригинального случайного процесса с равномерным законом распределения и экспоненциально убывающей корреляционной функцией при равномерных распределениях погрешности квантования по уровню и шаге дискретизации во времени [3]. Характеристики погрешности измерения плотности вероятности получены с применением комплексного подхода к определению погрешностей [2, 4]. Он позволяет избежать некорректного суммирования погрешностей дискретизации и квантования, а также погрешностей восстановления реализации процесса между отсчетами и учесть их взаимное влияние друг на друга.

Алгоритмы измерений. При цифровых измерениях реализация $x(t)$ случайного процесса, равномерно дискретизируется во времени с шагом T_0 и квантуется по уровню с шириной кванта $2\Delta_к$. Получаются дискретные отсчеты x_{il}, где i – номер отсчета, датируемого моментом времени t_i, а l – номер кванта, соответствующий уровню квантования x_l. Номера отсчетов принимают значения

$i=-n,...,-1,0,1,...,n$, где $2n+1-$ количество отсчетов, а $2nT_0$ –длительность реализации. Количество уровней квантования обозначим через L, а номера уровней квантования $l=1,2,...,L$ [5].

Оценка $\langle w_1[X]\rangle_э$ одномерной плотности вероятности при *экстраполяции в будущее* реализации процесса $x(t)$ между отсчетами имеет вид [2, 5]

$$\langle w_1[X]\rangle_э = \frac{1}{(2n+1)T_0}\sum_{i=-n}^{n}\int_{0_i}^{T_0} w_1[X|\lambda; x_{-nk},...,x_{il}]d\lambda. \quad (1)$$

где $w_1[X|\lambda; x_{-nk},...,x_{il}]-$ одномерная условная плотность вероятности процесса в момент времени $0\le\lambda\le T_0$ между соседними отсчетами после получения отсчетов $x_{-nk},...,x_{il}$ реализации; $k,r=1,2,...,L$ – номера уровней квантования.

Для случайного процесса обладающего Марковским свойством апостериорная плотность вероятности $w_1[X|\lambda; x_{-nk},...,x_{il}]$ при экстраполяции зависит только от одного предыдущего отсчета x_{il} и приобретает вид $w_1[X|\lambda; x_{il}]$. Обозначим в выражении (1) *частость* появления отсчетов x_{il}, равных уровню квантования x_l и определяющих плотность распределения вероятности $w_1[X|\lambda; x_{il}]=w_1[X|\lambda; x_l]$, через $\langle P(x_l)\rangle = n_l/(2n+1)$, где n_l — количество отсчетов x_{il} равных уровню квантования x_l и $\sum_{l=1}^{L}\langle P(x_l)\rangle = 1$. Тогда оценка (1) при экстраполяции в будущее и $l=1,2,...,L$ примет вид

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

Из выражений (1) и (2) следует, что оценка одномерной плотности вероятности $\langle w_1[X]\rangle_э$ существенно зависит от одномерной условной плотности вероятности $w_1[X|\lambda; x_{-nk},...,x_{il}]$, которая в свою очередь определяет свойства и характеристики конкретной модели случайного процесса.

Оценка одномерного распределения вероятности $\langle W_1[X]\rangle_э$ при экстраполяции находится через $\langle w_1[X]\rangle_э$ и равна

$$\langle W_1[X]\rangle_э = \int_{X_н}^{X}\langle w_1[Y]\rangle_э dY.$$

Модели случайного процесса и погрешности отсчетов. Рассмотрим случайный процесс Заико с равномерным законом плотности распределения вероятности $w_1[X]$ [3, 6]. Такая модель проста, требует минимума априорной информации и позволяет получить пригодные для инженерной практики результаты. Она описывается всего тремя параметрами: нижней $X_н$ и верхней $X_в$

границами изменения случайного процесса и нормированной корреляционной функцией $\rho(\tau)$. Выберем её равной

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

где τ – временной сдвиг; α – коэффициент динамичности, $0 \le \alpha < \infty$. Тогда процесс будет обладает еще и Марковским свойством [5].

Для него распределение плотности вероятности процесса

$$w_1[X] = \begin{cases} (X_в - X_н)^{-1} = (2\Delta_к L)^{-1}, & X_н \le X \le X_в; \\ 0, \text{ в остальных случаях,} \end{cases}$$

а распределение вероятности

$$W_1[X] = \begin{cases} 0, & X < X_н; \\ \dfrac{X - X_н}{X_в - X_н} = \dfrac{X - x_1 + \Delta_к}{2\Delta_к L}, & X_н \le X \le X_в; \\ 1, & X_в < X. \end{cases}$$

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

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

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 $0 \le \lambda < T_0$ также равномерна и $l = 1, 2, ..., L$ [2, 5]:

$$w_1[X|\lambda; x_l] = \begin{cases} [X_в(\lambda; x_l) - X_н(\lambda; x_l)]^{-1}, & X_н(\lambda; x_l) \le X \le X_в(\lambda; x_l); \\ 0, \text{ в остальных случаях,} \end{cases} \quad (4)$$

где верхняя $X_в(\lambda; x_l)$ и нижняя $X_н(\lambda; x_l)$ границы динамического диапазона изменения случайного процесса при экстраполяции [2, 5]:

$$X_в(\lambda; x_l) = X_в - (X_в - x_l - \Delta_к)e^{-\alpha\lambda}; \quad X_н(\lambda; x_l) = X_н + (x_l - \Delta_к - X_н)e^{-\alpha\lambda}, \quad 0 \le \lambda < T_0.$$

Выражение (4) при этом примет вид

$$w_1[X|\lambda; x_l] = (2\Delta_к)^{-1} \times$$

$$\times \begin{cases} \left[L - (L-1)e^{-\alpha\lambda}\right]^{-1}, & X_н + (x_l - \Delta_к - X_н)e^{-\alpha\lambda} \le X \le X_в - (X_в - x_l - \Delta_к)e^{-\alpha\lambda}, \ 0 \le \lambda < T_0; \\ L^{-1}, & X_н \le X \le X_в, \quad \lambda \ge T_0; \\ 0, \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (5)$$

Подставив (5) в выражение (2) получим оценку $\langle w_1[X] \rangle_э$ одномерной

плотности вероятности для $l=1,2,...,L$ при экстраполяции в виде

$$\langle w_1[X]\rangle_э=\begin{cases}\dfrac{\langle P(x_l)\rangle}{2\Delta_к L\alpha T_0}\begin{cases}\alpha T_0+\ln\dfrac{L-(L-1)e^{-\alpha T_0}}{1+L\dfrac{x_l-\Delta_к-X}{X-X_н}}, & X_н+(x_l-\Delta_к-X_н)e^{-\alpha T_0}\le X\le x_l-\Delta_к;\\ \alpha T_0+\ln\left(L-(L-1)e^{-\alpha T_0}\right), & x_l-\Delta_к\le X\le x_l+\Delta_к;\\ \alpha T_0+\ln\dfrac{L-(L-1)e^{-\alpha T_0}}{1+L\dfrac{X-x_l-\Delta_к}{X_в-X}}, & x_l+\Delta_к\le X\le X_в-(X_в-x_l-\Delta_к)e^{-\alpha T_0};\end{cases}\\ 0,\ \text{в остальных случаях.}\end{cases} \tag{6}$$

Абсолютная погрешность $\delta[X]_э$ оценки $\langle w_1[X]\rangle_э$ (6) при комплексном подходе к её определению для $l=1,2,...,L$ [3]

$$\delta_э[X]=\langle w_1[X]\rangle_э-w_1[X]=(2\Delta_к L)^{-1}\times$$

$$\times\begin{cases}\dfrac{\langle P(x_l)\rangle}{\alpha T_0}\begin{cases}\alpha T_0+\ln\dfrac{L-(L-1)e^{-\alpha T_0}}{1+L\dfrac{x_l-\Delta_к-X}{X-X_н}}, & X_н+(x_l-\Delta_к-X_н)e^{-\alpha T_0}\le X\le x_l-\Delta_к;\\ \alpha T_0+\ln\left(L-(L-1)e^{-\alpha T_0}\right), & x_l-\Delta_к\le X\le x_l+\Delta_к;\\ \alpha T_0+\ln\dfrac{L-(L-1)e^{-\alpha T_0}}{1+L\dfrac{X-x_l-\Delta_к}{X_в-X}}, & x_l+\Delta_к\le X\le X_в-(X_в-x_l-\Delta_к)e^{-\alpha T_0};\end{cases}-1;\\ 0,\ \text{в остальных случаях.}\end{cases} \tag{7}$$

Аналогично оценка одномерного распределения вероятности при экстраполяции при $l=1,2,...,L$

$$\langle W_1[X]\rangle_э=\int_{X_н}^{X}\langle w_1[Y]\rangle_э dY=\frac{1}{2\Delta_к L\alpha T_0}\times$$

$$\times\begin{cases}\displaystyle\sum_{r=1}^{l-1}\langle P(x_r)\rangle\begin{cases}\left[\alpha T_0+\ln\dfrac{\left(L-(L-1)e^{-\alpha T_0}\right)(X-X_н)}{X-X_н+L(x_r-\Delta_к-X)}\right](X-X_н)-\\ -\dfrac{L(x_r-\Delta_к-X_н)}{L-1}\ln\dfrac{\left(L-(L-1)e^{-\alpha T_0}\right)(x_r-\Delta_к-X_н)}{X-X_н+L(x_r-\Delta_к-X)}\end{cases}, & X_н+(x_r-\Delta_к-X_н)e^{-\alpha T_0}\le\\ & \le X\le x_l-\Delta_к,\\ & 1\le r<l;\\ \langle P(x_l)\rangle\left[\alpha T_0(X-X_н)-\dfrac{X-X_н-L(X-x_l+\Delta_к)}{L-1}\ln\left(L-(L-1)e^{-\alpha T_0}\right)\right], & x_l-\Delta_к\le X\le x_l+\Delta_к,\\ & r=l;\\ \displaystyle\sum_{r=l+1}^{L}\langle P(x_r)\rangle\begin{cases}\alpha T_0(X-X_н)-\dfrac{X-X_н-L(X-x_r+\Delta_к)}{L-1}\ln\left(L-(L-1)e^{-\alpha T_0}\right)-\\ -\dfrac{X_в-X+L(X-x_r-\Delta_к)}{L-1}\ln(X_в-X+L(X-x_r-\Delta_к))+\\ +\dfrac{L(X_в-x_r-\Delta_к)}{L-1}\ln(X_в-x_r-\Delta_к)-(X_в-X)\ln(X_в-X)\end{cases}, & x_l+\Delta_к\le\\ & \le X\le X_в-\\ & -(X_в-x_l-\Delta_к)e^{-\alpha T_0},\\ & l<r\le L.\end{cases}$$

Абсолютная погрешность $\Delta[X]_э$ оценки $\langle W_1[X]\rangle_э$ () при комплексном подходе к её определению для $l=1,2,...,L$ [3]

$$\Delta[X]_{э} = \langle W_1[X]\rangle_{э} - W_1[X] = (2\Delta_к L)^{-1} \times$$

$$\begin{cases} \sum\limits_{r=1}^{l-1}\langle P(x_r)\rangle \left\{ \begin{bmatrix} 1+\dfrac{1}{\alpha T_0}\ln\dfrac{\left(L-(L-1)\mathrm{e}^{-\alpha T_0}\right)(X-X_н)}{X-X_н+L(x_r-\Delta_к-X)} \end{bmatrix}(X-X_н) - \right. \\ \left. - \dfrac{L(x_r-\Delta_к-X_н)}{\alpha T_0(L-1)}\ln\dfrac{\left(L-(L-1)\mathrm{e}^{-\alpha T_0}\right)(x_r-\Delta_к-X_н)}{X-X_н+L(x_r-\Delta_к-X)} \right\} - (X-X_н), & \begin{matrix} X_н+(x_r-\Delta_к-X_н)\mathrm{e}^{-\alpha T_0} \le \\ \le X \le x_l-\Delta_к, \\ 1 \le r < l; \end{matrix} \\ \times \left\{ \langle P(x_l)\rangle \left[X-X_н - \dfrac{X-X_н-L(X-x_l+\Delta_к)}{\alpha T_0(L-1)}\ln\left(L-(L-1)\mathrm{e}^{-\alpha T_0}\right)\right] - (X-X_н), \right. & \begin{matrix} x_l-\Delta_к \le X \le x_l+\Delta_к, \\ r=l; \end{matrix} \\ \left. \sum\limits_{r=l+1}^{L}\langle P(x_r)\rangle \left\{ \begin{matrix} X-X_н - \dfrac{X-X_н-L(X-x_r+\Delta_к)}{\alpha T_0(L-1)}\ln\left(L-(L-1)\mathrm{e}^{-\alpha T_0}\right) - \\ - \dfrac{X_в-X+L(X-x_r-\Delta_к)}{\alpha T_0(L-1)}\ln\left(X_в-X+L(X-x_r-\Delta_к)\right) + \\ + \dfrac{L(X_в-x_r-\Delta_к)}{\alpha T_0(L-1)}\ln(X_в-x_r-\Delta_к) - \dfrac{X_в-X}{\alpha T_0}\ln(X_в-X) \end{matrix} \right\} - (X-X_н), & \begin{matrix} x_l+\Delta_к \le \\ \le X \le X_в - \\ -(X_в-x_l-\Delta_к)\mathrm{e}^{-\alpha T_0}, \\ l < r \le L. \end{matrix} \end{cases}$$

Заключение. При измерении плотности вероятности эргодического случайного процесса на гистограмму влияют не только ширина столбцов $2\Delta_к$, но и их «размытие», а также взаимное наложение. Учесть эти факторы можно, восстанавливая реализацию процесса между отсчетами. Для нахождения погрешностей оценок плотности вероятности $\langle w_1[X]\rangle_{э}$ с учетом всех факторов необходим комплексный подход к их определению [8]. Приведенные результаты позволяют не только учесть эти особенности, но и оптимизировать измерения плотности распределения вероятности $\langle w_1[X]\rangle_{э}$ эргодических случайных процессов.

Литература

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей: учеб. для вузов. - 6-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 1999.–576 с.

2. Заико А. И. Теория точности статистических и спектральных измерений // Вестник УГАТУ.–2000.–№ 2.–С. 175-182.

3. Заико А. И. Комплексный подход к определению погрешностей // Датчики и Системы.–2007.–№ 8.–С. 52-59.

4. 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.

5. Заико А. И. Модели и измерения случайных процессов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Инновационное машиностроение», 2018, 333 с.

6. Заико А. И. Случайный процесс Заико с равномерным законом распределения // Вестник УГАТУ.–2008.–Т.11.–№ 1(28).–С. 188-193.

7. Заико А. И. Случайный сигнал с равномерным законом распределения // Измерительная техника. – 1999. № 1.–С. 9–11. / Zaiko A. I. Random signal with uniform distribution // Measurement Techniques. 1999. V. 42. June.–P. 11–13.

8. Заико А. И. Оценивание плотности вероятности эргодического случайного процесса // Матер. II междунар. научно-практич. конф. «Современные проблемы науки и образования в техническом вузе».–Т.1.–Уфа: УГАТУ, 2015.–С.146-152.

К.Е. Климентьев

ВЫБОР И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ ДЛЯ СИСТЕМЫ МУЛЬТИАГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(Самарский университет)

Введение. На кафедре ИСТ Самарского Университета продолжается разработка и реализация программной среды для мультиагентного моделирования поведения «инфицирующих» сущностей [1], примерами которых могут служить некоторые разновидности вредоносных программ (компьютерные вирусы и черви), болезнетворные микроорганизмы, участки возгорания во время пожаров и т.п. Очевидно, неотъемлемым и важным компонентом любой системы имитационного моделирования, предполагающей проведение статистических экспериментов, является «качественный» генератор псевдослучайных чисел (ГПСЧ). Более того, для получения достоверных результатов рекомендуется выполнение нескольких статистических экспериментов с одинаковыми начальными условиями, но с использованием разных ГПСЧ.

Ядром рассматриваемой системы реализовано средствами XDS-Modula-2 фирмы Excelsior (см. https://www.excelsior.ru/products/xds). Недостатком данной системы программирования является невозможность самостоятельной инициализации встроенного ГПСЧ начальным состоянием, что исключает возможность повторения экспериментов. Другим важным недостатком является отсутствие поддержки 64-битной целочисленной арифметики.

1. Постановка задачи. Таким образом, ставится задача выбора и реализации генератора (или нескольких генераторов) псевдослучайных чисел со свойствами, удовлетворяющими условиям применения.

2. Анализ условий задачи. (Псевдо-) случайными элементами имитационной модели, реализуемой в системе с помощью ГПСЧ, являются (см. [1]): топология пространств; начальные состояния и законы изменения значений атрибутов; потоки событий, описывающие поведение и взаимодействие агентов и прочее. Очевидно, (псевдо-) случайный характер несут как «непрерывные», так и «дискретные» аспекты функционирования модели.

Следовательно, ГПСЧ должен служить «хорошим» источником как вещественных чисел с разными вероятностными распределениями, так и целых чисел, представимых в виде совокупности отдельных битов. Обычно к псевдослучайным числовым последовательностям предъявляются требования: 1) «равномерности», то есть равной вероятности появления различных чисел, би-

товых фрагментов чисел и групп чисел; 2) «случайности», то есть непредсказуемости появления отдельных чисел или групп чисел.

3. Анализ предметной области. Анализ источников [2-10] позволил сделать выводы об общей структуре, характерной для большинства программных ГПСЧ (см. рис. 1).

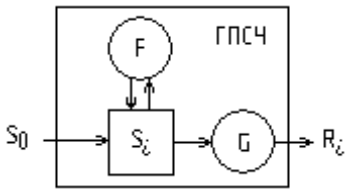


Рис. 1. Типовая структура ГПСЧ

На этом рисунке S_i – внутреннее состояние ГПСЧ на *i*-ом шаге работы; S_0 – начальное состояние ГПСЧ; F – функция перехода, описывающая переход ГПСЧ из состояния в состояние на каждом очередном шаге; G – функция генерации, описывающая формирование на каждом шаге работы очередного псевдослучайного числа R_i. Все числовые последовательности, генерируемые ГПСЧ, периодичны. На определенном шаге внутреннее состояние S вновь приобретает значение S_0, и вся последовательность циклически повторяется.

В большинстве ГПСЧ состояние S описывается либо единственным целым числом, либо массивом чисел, дополненным при необходимости набором индексов-указателей, счетчиков количества шагов и т.п. Выходное значение чаще всего представляет собой целое $R\in[0..R_{max}]$, которое для преобразования в вещественное $r\in[0..1]$ предлагается нормировать: $r=R/R_{max}$. Однако существуют ГПСЧ, внутреннее состояние которых описывается комбинацией простых и вещественных или исключительно вещественными числовыми значениями (например, генератор Витчмена-Хилла, встроенный в некоторые версии MS Excel). В этом случае актуально обратное преобразование: $R=\lfloor r\times R_{max}\rfloor$, где $\lfloor . \rfloor$ означает округление «вниз» до ближайшего целого.

4. Краткий обзор алгоритмов. В рассмотрение попали алгоритмы с 32-битным выходом, использующие 32-битную целочисленную арифметику.

1. LCG - смешанные линейные конгруэнтные ГПСЧ (или «генераторы Лемера»), использующие алгоритм $R_i=(R_{i-1}\times a+c) \bmod m$, где a, c и m – некоторые константы, правила выбора которых описаны в [2]. Обычно $m=2^L$ определяется разрядностью L машинного слова. При правильном выборе констант a и c период так же равен m. Достоинства: простота, быстродействие, наличие развитой теории. Недостатки: 1) неслучайность младших битов; 2) линейная зависимость между любыми двумя элементами последовательности. Для нейтрализации первого недостатка используется отбрасывание до 16-20 младших битов результата. В итоге приходится мириться с «коротким» диапазоном возможных значений.

2. MLCG - мультипликативные линейные конгруэнтные ГПСЧ (или «генераторы Парка-Миллера»), использующие алгоритм $R_i=(R_{i-1}\times a) \bmod m$, где a и m – некоторые константы, правила выбора которых описаны в [2]. Обычно в

качестве m выступает большое простое число, например $m=2^{31}-1 = 2147483647$, в этом случае период достигает m–1. Достоинства: простота, быстродействие, наличие развитой теории. Недостатки: 1) относительно небольшой период; 2) линейная зависимость между любыми двумя элементами последовательности. Для нейтрализации первого из недостатков рекомендуется комбинировать вычитанием $R_i=(P_i-Q_i) \bmod \max(m1,m2)$ результаты работы двух параллельно работающих ГПСЧ с периодами m1 и m2, в этом случае период достигает (m1–1)×(m2–1).

3. Линейные конгруэнтные ГПСЧ с перемешиванием по методу Бейса-Дурхема (Bays–Durham). Числовые значения, сгенерированные ДПСЧ, накапливаются в постоянно обновляемом буфере размером K элементов, из которого потом извлекаются в случайном порядке [2]. Период имеет порядок $(m!K!)^{1/2}$. Достоинства: 1) в выходной числовой последовательности нейтрализуются корреляционные зависимости; 2) при увеличении K возможно достижение очень больших периодов. Теоретически обоснованные недостатки не выявлены.

4. Комбинированные смешанные линейные конгруэнтные ГПСЧ. Варианты комбинирования двух генераторов с разными константами (a1, c1) и (a2, c2) и общим периодом m [2-10]:

1) вычитание: если $P_i>Q_i$ то $R_i=P_i-Q_i$, иначе $R_i=(P_i+m)-Q_i$.

2) сложение: $R_i=(P_i+Q_i) \bmod m$;

3) сложение по модулю 2: $R_i=P_i \oplus Q_i$;

4) конкатенация «старших» половинок: $R_i=\lfloor P_i/m^{1/2} \rfloor+\lfloor Q_i/m^{1/2} \rfloor \times m^{1/2}$;

5) конкатенация комбинированных «старших» и «младших» половинок (алгоритм, известный как MWC1616 Дж. Марсальи).

Для увеличения периода комбинированных ГПСЧ в настоящей работе предлагается формальная новинка (не описанная, по крайней мере, в доступных источниках), а именно: вместо $R_i=P_i \bullet Q_i$ использовать $R_i=P_i \bullet Q_{i+j}$, где • – один из описанных выше методов комбинирования; *i* – номер элемента в числовой последовательности; j – номер повторения «периодичной» числовой последовательности. Благодаря этому период достигнет m×m.

5. LFG - генераторы Фибоначчи с запаздыванием [2], использующие алгоритмы $R_i=(R_{i-p}+R_{i-q}) \bmod m$ или $R_i=(R_{i-p}-R_{i-q}) \bmod m$, где p и q – некоторые числовые запаздывания («лаги»); $m=2^E$ – ограничение, обусловленное конечной длиной разрядной сетки. Если (для определенности) p<q, то период составит $2^{E-1} \times (2^q-1)$. Достоинства: большая скорость работы; высокие «случайность» и «равномерность» результирующей числовой последовательности. Недостатки: 1) повышенное количество «1» в двоичном представлении чисел выходной последовательности; 2) «сгущения» близких по величине чисел выходной последовательности. Для нейтрализации недостатков используют прореживание («децимация») выходной последовательности, например, согласно [2], отбрасывают каждое второе число. Более радикальный, теоретически обоснованный способ предполагает неравномерное прореживание, а именно: если (для определенности) p<q, то использовать q чисел, потом отбросить 10×q чисел, потом опять использовать q чисел и т.д.

6. Генераторы семейства XORSHIFT, предложенные Дж.Марсальей и использующие для генерации псевдослучайных чисел побитовые логические операции «сложение по модулю 2» (XOR) и «сдвиг вправо/влево» (SHR/SHL). Эти ГПСЧ представляют собой попытку получить последовательность псевдослучайных чисел из последовательности «хорошо перемешанных» битов (теоретическое обоснование такого подхода см., например, в [11]). Достоинства: 1) простота; 2) сверхвысокая скорость работы. Недостатки: 1) «сгущения» битов в двоичном представлении чисел; 2) недостаточная равномерность распределения чисел в относительно «коротких» числовых последовательностях. В рассмотрение не попали разновидности XORSHIFT64, XORSHIFT128, XORSHIFT128+, HORSHIFT128*, WOWSHIFT, XOROSHIRO и др., а так же комбинированные генераторы типа KISS, требующие для реализации наличия «длинной арифметики».

7. Генераторы типа «вихрь Мерсенна», предложенные М.Мацумото и Т.Нисимурой (см. [3], [10]), на текущий момент считаются самыми лучшими с точки зрения статистического качества генерируемой числовой последовательности и с точки зрения длины периода ($2^{19937}-1 \approx 4.3\times10^{6001}$). Однако отличаются сложным, неочевидным алгоритмом работы и длинным, медленным при выполнении программным кодом. Причем это относится не только к алгоритму генерации псевдослучайных чисел, но и к алгоритму начальной инициализации внутреннего состоянии ГПСЧ.

5. Тестирование ГПСЧ. Все описанные выше генераторы были реализованы в среде XDS Modula-2 и подвергнуты тестированию [12]. В качестве средств тестирования были рассмотрены.

1. Ent (http://www.fourmilab.ch/random/) - программная утилита Дж.Уолкера, которая предназначена для проведения небольшого количества базовых тестов на «случайность» и «равномерность», применимых к последовательности отдельных битов и 8-битовых байтов, считываемых из файла. Утилита позволяет сделать лишь самые общие выводы о возможностях ГПСЧ, сгенерировавшего исследуемую последовательность.

2. Dieharder (https://webhome.phy.duke.edu/~rgb/General/dieharder.php) - программный комплекс Р.Брауна, служащий развитием более ранней разработки Diehard от Дж. Марсальи. Содержит комплекс очень строгих статистических тестов, предназначенных для поиска мелких, необнаружимых другими средствами отклонений от «случайности» и «равномерности» в числовых последовательностях, производимых ГПСЧ.

3. NIST SP 800-22 [13] – программный комплекс, разработанный и поддерживаемый Национальным Агентством по Стандартизации США. Содержит сравнительно небольшой, тщательно отобранный комплект статистических тестов, предназначенных для исследования «случайности» и «равномерности» битовых последовательностей, производимых «криптографически стойкими» ГПСЧ.

4. TestU01 [14] – большой программный комплекс, разработанный в Монреальском университете и содержащий несколько тестовых комплектов,

каждый из которых включает десятки самых разнообразных статистических тестов. Комплект «Alphabit» предназначен для тестирования битовых последовательностей. Комплект «Rabbit» предназначен для тестирования последовательностей битов и групп битов (то есть целых чисел). Комплекты «SmallCrush», «Crush» и «BigCrush» характеризуются возрастающей строгостью тестов для последовательностей вещественных чисел, равномерно распределенных на интервале [0..1]. Если «SmallCrush» позволяет довольно грубо «ранжировать» ГПСЧ, разделив их на «посредственные», «хорошие» и «отличные», то «BigCrush» (содержащий тесты из пакетов Diehard и Dieharder) пытается найти мелкие недостатки в «отличных».

Для тестирования ГПСЧ были использованы: 1) утилита Ent для определения потенциальной возможности использования реализованных (возможно, с ошибками) программ в качестве ГПСЧ; 2) комплект «Rabbit» из комплекса TestU01 для тестирования применимости ГПСЧ в задачах моделирования дискретных объектов и процессов (случайных расстановок, адресных пространств, графовых топологий и т.п.); 3) комплект «SmallCrush» из комплекса TestU01 для тестирования применимости ГПСЧ в задачах моделирования непрерывных объектов и процессов (вероятностных распределений, случайных процессов, потоков событий и т.п.).

В результате проведения тестов средствами утилиты Ent все реализации ГПСЧ подтвердили способность генерировать числовые последовательности, обладающие свойствами «случайности» и «равномерности».

Результаты тестирования средствами «Rabbit» (26 тестов) и «SmallCrush» (10 тестов) представлены в табл. 1. Следует иметь в виду, что тесты типа «RandomWalks» применяются группами, но засчитываются как единый тест. Поэтому, например, обозначение «6=5+3» означает, что всего не пройдено 5 «обычных» тестов и 3 теста типа «RandomWalks», но общее количество «проваленных» тестов составляет 6 из 10 возможных.

Табл.1 – Результаты тестирования ГПСЧ

Генератор	SmallCrush	Rabbit	Числовые параметры ГПСЧ
LCG	10=9+3	19=17+4+2	(1103515245, 12345)
LCG>>16	8=7+5	23	- «» -
LCG BD-shuffled	5	8	(1103515245, 12345) K=37
LCG1|LCG2	5	6	(1103515245, 12345) (69069, 1234567)
LCG1–LCG2	8=7+5	17=16+14	- «» -
LCG1+LCG2	9=8+5	17=16+14	- «» -
LCG1⊕LCG2	9=8+5	17=16+14	- «» -
LCG1|LCG2 BD-shuffled	**0**	**6**	- «» -
MLCG	5	21=18+5+5+5	16807, $m=2^{31}-1$
LFG	2	6	(55, 24)
LFG Decimated	**0**	**7+1**	(55, 24) 1/2
XORSHIFT32	6=5+1	9+2	(13, 17, 5)
Mersenne Twister (MT)	0	8+1	
MWC1616	3	9+2	(18000, 30903)

Выводы. Тесты продемонстрировали не только ожидаемо посредственные эксплуатационные характеристики линейных конгруэнтных генераторов и их комбинаций, но и неожиданно удачные результаты применения к ним же некоторых простейших модификаций.

По итогам тестирования выбраны к использованию: 1) генератор Фибоначчи с прореживанием; 2) генератор, использующий конкатенацию старших 16-битовых «половинок», полученных от двух разных линейных конгруэнтных генераторов (со смещением на один шаг после исчерпания цикла – см. выше), с последующим перемешиванием выходной последовательности по методу Бейса и Дурхема.

Литература

1. Климентьев К.Е. Мультиагентное моделирование процессов распространения и взаимодействия инфицирующих сущностей // Программные продукты и системы. - Тверь, 2018. - 1(31) - с. 744-748.

2. Кнут Д. Искусство программирования, том 2. Получисленные алгоритмы, 3 изд. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. - 832 с.

3. Kneusel R. Random Numbers and Computers. - Springer, 2018. - 259 pp.

4. Press E. et al. Numerical Recipes. Third Edition. - Cambridge University Press, 2007. - 1235 pp.

5. Gentle J. Random Number Generation and Monte-Carlo Methods. - George Mason University, 2002. - 381 pp.

6. Beebe N. The Matematical Function Computation Handbook. - Springer, 2017. - 1115 pp.

7. Newman M.E.J., Barkema G.T. Monte Carlo Methods in Statistical Physics. - Oxword University Press, 2001. - 475 pp.

8. Лоу А., Кельтон Д. Имитационное моделирование. - СПб.: БХВ-Пресс, 2004. - 847 с.

9. ГОСТ Р ИСО 24153-2012. Статистические методы. Процедуры рандомизации и отбора случайной выборки. - М.: Стандартинформ, 2014. - 30 с.

10. ГОСТ Р ИСО 28640-2012. Статистические методы. Генерация случайных чисел. - М.: Стандартинформ, 2014. - 52 с.

11. Михайлов Г.А., Войтишек А.В. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 367 с.

12. Иванов М.А., Чугунков И.В. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей. - М.: Кудиц-образ, 2003. - 240 с.

13. Rukhin A. et al. A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications. U.S. Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, 2010. - URL: http://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=906762 (дата обращения: 12.05.2019).

14, L'Ecuyer P., Simard R. TestU01. A Software Library in ANSI C for Empirical Testing of Random Numb er Generators. User's guide, compact version, 2013. - 214 pp. URL: http://www.iro.umontreal.ca/~simardr/ testu01/guideshorttestu01.pdf (дата обращения: 12.05.2019).

И.В. Кузьмина, В.В. Котлякова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

Сложность распределенных информационных систем, в том числе и применяемых в научных исследованиях, обусловлена многими факторами, такими как необходимость поддержки протоколов взаимодействия между компонентами этой системы, периодическая недоступность сервисов, сложность управления распределенными транзакциями. При разработке информационных систем важной задачей также является обеспечение информационной безопасности, реализующей доступность, целостность и конфиденциальность данных. В связи с этим в последние годы растёт потребность в защищённых решениях для структур, работающих с конфиденциальной информацией. Одним из них является Astra Linux Special Edition – операционная система (ОС) специального назначения на базе Linux-ядра, созданная для нужд организаций, которые работают с информацией ограниченного доступа.

Кроме того при тестировании сложных информационных систем часто возникают следующие проблемы:

- необходимость испытаний программного обеспечения (ПО) в различных пользовательских конфигурациях, количество которых превышает количество физических компьютеров, выделенных для тестирования;
- большие временные затраты на развертывание и настройку тестовых стендов, содержащих множество различных компонентов, между которыми обеспечивается сетевое взаимодействие;
- большие временные затраты на создание резервных копий систем и их конфигураций, а также восстановление состояния этих систем после запуска тестов;
- невозможность воспроизведения дефекта, найденного специалистом по тестированию, на машине разработчика, потеря времени на его поиск и исправление;
- необходимость в испытаниях программы в условиях аппаратной среды, которой нет в распоряжении команды тестирования;
- необходимость тестирования программного продукта в условиях, требующих быстрого переключения между пользовательскими конфигурациями.

Для решения описанных проблем на всех этапах разработки, тестирования и эксплуатации программных комплексов в распределенных информационных системах широко используется виртуализация вычислительных ресурсов [1]. Одним из наиболее распространенных инструментов для автоматизации процесса тестирования ПО является программный инструмент с открытым исходным кодом Docker, который позволяет быстро создавать изолированное окружение для разработки и тестирования с гибкой настройкой отдельных компонентов. Однако использование ОС Astra Linux Special Edition в качестве базовой платформы для разработки сложных программно-аппаратных комплексов накладывает ограничения на использование программных продуктов, не прошедших процедуру сертификации по требованиям информационной безопасности. Этот факт делает невозможным использование ПО с открытым исходным кодом при разработке и тестировании систем.

В данной работе решена задача создания дистрибутива Docker 18.06 из открытого исходного кода для использования при разработке и тестирования ПО на базе ОС Astra Linux Special Edition 1.6. Полученный инструмент виртуализации использован для автоматизации процесса тестирования распределенной информационной системы. Все этапы развертывания стенда для тестирования представлены на рисунке 1. Полученные результаты могут быть использованы при выполнении научно-исследовательских работ [2] в процессе разработки и тестирования сложных программно-аппаратных комплексов.

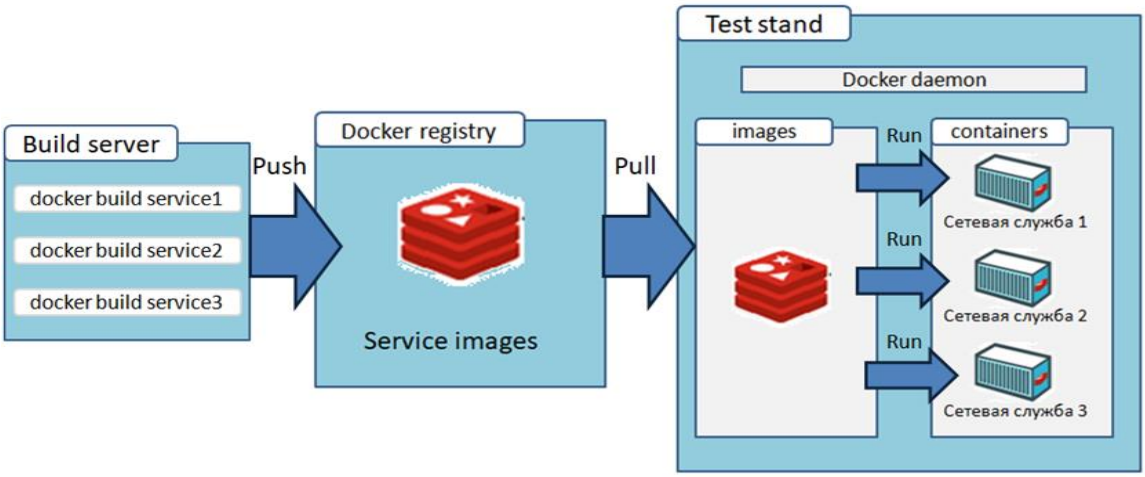


Рис. 1. Этапы развертывания стенда для тестирования распределенных информационных систем

Литература

1. Leung F., Neiger G., Rodgers D. et al. Intel Virtualization Technology // Intel Technology Journal. 2006. Vol. 10.

2. Кузьмина И.В., Фидельман В.Р. Разработка программного обеспечения сложных аппаратно-программных комплексов с использованием принципов непрерывной интеграции // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2012. № 2. С. 44.

И.М. Куликовских, С.А. Прохоров, Ю.А. Наумова

ФОРМИРОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ ПАМЯТИ ОБОБЩЕННОГО ФИЛЬТРА ЛАГЕРРА НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ СЛОЖНОГО ПОЛЮСА

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

Нерекурсивные фильтры или фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ) требует значительных ресурсов на реализацию, так как имеют, как правило, высокий порядок. Характерной особенностью такого фильтра является ограниченность по времени его импульсной характеристики. КИХ-фильтр называется нерекурсивным из-за отсутствия обратной связи [1]:

$$y(n) = \sum_{i=0}^{m_d} b_i x(n-i), \quad (1)$$

где m_d - порядок фильтра, b_i - коэффициенты фильтра, $x(n)$ и $y(n)$- входной и выходной сигналы, соответственно.

Импульсная переходная характеристика КИХ-фильтра, заданного разностным уравнением (1), имеет вид:

$$h(n) = \sum_{i=0}^{m_d} b_i \delta(n-i),$$

откуда передаточная функция, заданная s - преобразованием:

$$H(s) = \sum_{i=0}^{m_d} h(n) e^{-is}.$$

В свою очередь, БИХ-фильтр с порядком обратной связи m_r задается уравнением [1]:

$$y(n) = \sum_{i=0}^{m_d} b_i x(n-i) - \sum_{j=1}^{m_r} a_j y(n-j),$$

которое сводится к следующим импульсной и переходной характеристикам:

$$h(n) = \sum_{i=0}^{m_d} b_i \delta(n-i) - \sum_{j=1}^{m_r} a_j h(n-j),$$

$$H(s) = \frac{\sum_{i=0}^{m_d} b_i e^{-is}}{1+\sum_{j=1}^{m_r} a_j e^{-js}}. \quad (2)$$

Основным свойством таких фильтров является то, что их импульсная переходная характеристика имеет бесконечную длину во временной области, а передаточная функция имеет дробно-рациональный вид.

Широкое применение при решении задач идентификации, фильтрации и анализе динамических систем нашли непрерывные и дискретные БИХ-фильтры Лагерра [2-4], позволяющие представить длинные временные последовательности в виде более короткого спектра разложения. Достоинствами данных фильтров по сравнению с другими являются: 1) эффективная аппаратная реализация в виде последовательности ячеек бесконечной полосы [3,5]; 2) понижение порядка фильтра через сведение коэффициентов фильтра к нулю с помощью оптимизации его полюса γ [3,6,7]:

$$\Lambda_k(s,\gamma) = \frac{\gamma}{s+\gamma/2}\left(\frac{s-\gamma/2}{s+\gamma/2}\right)^k,$$

где $\Lambda_k(s,\gamma)$ - s-преобразование импульсной переходной характеристики, заданное выражением (1).

При описании нестационарных систем и систем с запаздыванием данные достоинства могут быть усилены за счет обобщения фильтров Лагерра и включения дополнительного параметра α [8-10], характеризующего “забывание” информации, поступающей на вход фильтра:

$$\Lambda_k(s,\gamma,\alpha) = \left(\frac{\gamma}{s+\gamma/2}\right)^{\alpha+1}\left(\frac{s-\gamma/2}{s+\gamma/2}\right)^{k}.$$

Наличие бесконечной памяти у фильтра позволяет значительно снизить погрешность фильтрации, что при этом требует дополнительной регулировки скорости сходимости процедуры поиска коэффициентов фильтра. Цель данной работы заключается в формировании адаптивной памяти обобщенного фильтра Лагерра с помощью *сложного полюса* фильтра (γ,α), заданного непосредственно полюсом γ и параметром забывания α.

Эффективность сформированной адаптивной модели будет анализироваться на основе анализа *скорости сходимости* процедуры поиска параметров фильтра и величины погрешности фильтрации при прогнозировании следующего значения.

Результаты исследования

Рассмотрим задачу прогнозирования функции $h(T) = e^{-T}\left(\cos(5T) + \frac{1}{5}\sin(5T)\right)$, где $T = i\Delta t,\ \Delta t = 0.1, i = 0..N, N = 450$, к значениям которой был добавлен гауссовский шум $N(0,1)$. В качестве метрики для построения оценок и прогноза использовалась взвешенная квадратичная функция потерь. В качестве ортогональной функции для синтеза фильтра со сложным полюсом (γ,α) выбрана:

$$L_1(\tau,\gamma) = e^{-\frac{\gamma\tau}{2}}(\alpha + 1 - \gamma\tau).$$

На рисунке 1 представлены кривые для модели фильтра без адаптивной памяти (стандартный алгоритм, синий график) и с адаптивной памятью (модифицированный алгоритм, оранжевый график). Данные кривые, полученные в ходе исследования зависимости усредненных значений функции потерь, ошибки прогноза и скорости сходимости (числа итераций) от объема выборки, изменяющемся в интервале от 50 до 450 при фиксированном числе проводимых экспериментов равным 10 и скользящем окне равным 5. В таблице 1 представлены полученные значения функции потерь на разных объемах выборки, а также оптимальные значения дополнительных параметров γ и α.

Как видно, предложенная модель адаптивной памяти с учетом сложного полюса, позволяет повысить скорость сходимости процедуры поиска коэффициентов фильтра, обеспечивая минимум погрешности и более низкую ошибку прогноза. Предложенный подход к формированию адаптивной памяти на основе оптимального сложного полюса позволяет рассматривать обобщенный БИХ-фильтр Лагерра в контексте задачи обучения машин и робототехнических комплексов.

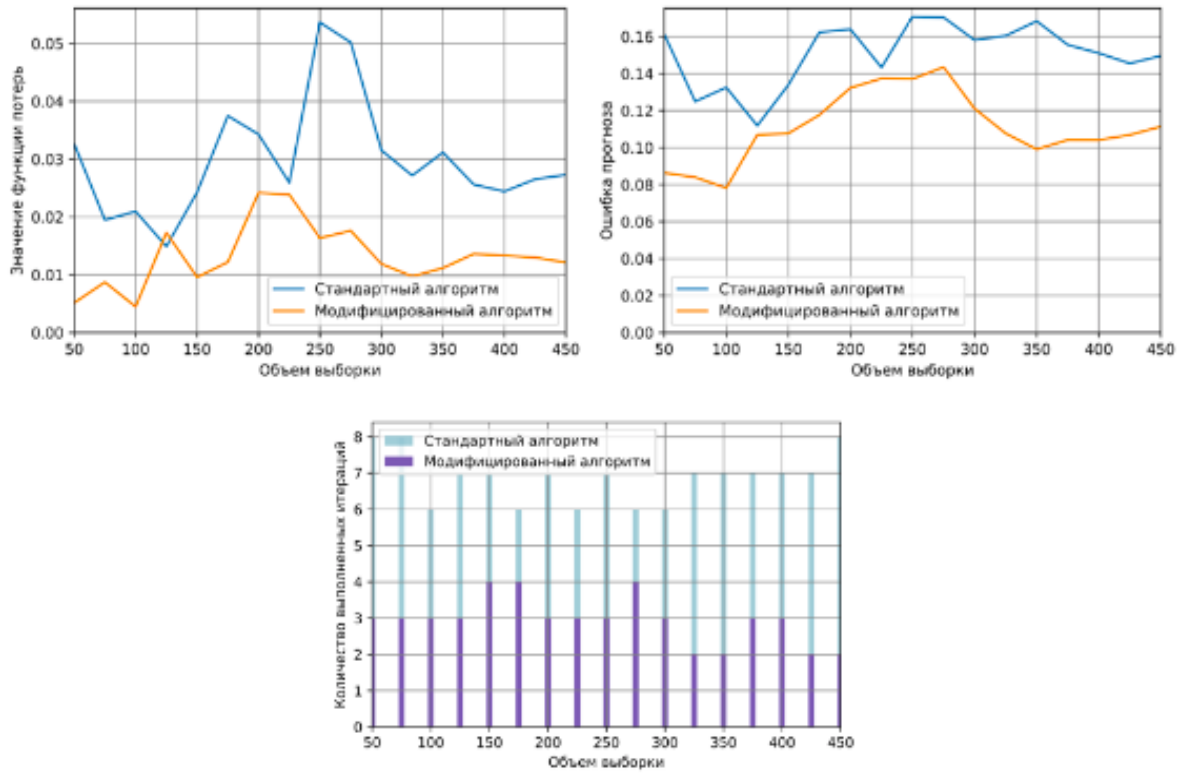


Рисунок 1 – Кривые усредненных значений функции потерь, ошибки прогноза и скорости сходимости

Таблица 1 – Сравнение стандартного и модифицированного алгоритмов фильтрации

Объем выборки	Значение пары (γ,α)	Стандартный алгоритм	Модифицированный алгоритм
		Значение функции потерь	
50	(0.0, -0.81661)	0.03266	0.00514
100	(0.0, -0.87831)	0.02095	0.00448
150	(0.00265, -0,91142)	0.02427	0.00958
200	(0.00035, -0.91334)	0.03427	0.02418
250	(0.00022, -0.90281)	0.05362	0.01635
300	(0.00148, -0.87307)	0.03151	0.01187
350	(0.00003, -0.84782)	0.03116	0.01117
400	(0.0, -0.84651)	0.02441	0.01332
450	(0.00166, -0.85532)	0.02729	0.01211

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (проект № МК-6218.2018.9) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-37-00219).

Литература

1. Лэм Г. Аналоговые и цифровые фильтры. М: Мир, 1982. - 592 с.
2. Нургес Ю. Лагерровы модели в задачах аппроксимации и идентификации//АиТ. - 1987. - 3. - С. 88-96.
3. Прохоров С.А. Аппроксимативный анализ случайных процессов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Самара: СНЦ РАН, 2001. - 380 с.
4. King R.E., Paraskevopoulos P.N. Digital Laguerre filters//Int. J. Circuit Theory and Appl. - 1977. - 5(1). - pp. 81-91.
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. - Спб.: Питер, 2002. - 608 с.
6. 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.
7. Волков И.И., Прохоров С.А. Способ повышения точности аппроксимации корреляционных функций ортогональными функциями Лагерра//Приборостроение. - 1974. - 17. - С. 66-72.
8. den Brinker A.C. Meixner-like functions having a rational z-transform//International Journal of Circuit Theory and Applications. - 1995. - 23. - pp. 237-246.
9. den Brinker A.C., Belt H.J. Optimal free parameters in orthonormal approximations//IEEE Trans. Sig. Proc. - 1998. - 46. - pp. 2081-2087.
10. Prokhorov S.A., Kulikovskikh I.M. Unique condition for generalized Laguerre functions to solve pole position problem//Signal Processing. - 2015. - 108. - pp. 25-29.

И.М. Куликовских, К.А. Кузнецова, К.А. Панова, С.А. Прохоров

ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСТИ СХОДИМОСТИ ГРАДИЕНТНЫХ МЕТОДОВ С РАСШИРЕННОЙ ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЕЙ ПОТЕРЬ

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

Пусть имеется выборка наблюдений $\{\mathrm{x}_i, y_i\}_{i=1}^m$, где $\mathrm{x}_i \in \mathrm{R}^\mathrm{n}$ и $y_i \in \{0,1\}$. Поставим задачу бинарной классификации

$$L(\boldsymbol{\theta}) \underset{\boldsymbol{\theta}}{\rightarrow} \min, \quad (1)$$

где функция потерь с вектором весов $\boldsymbol{\theta} \in \mathrm{R}^\mathrm{n}$ задана в виде

$$L(\boldsymbol{\theta}) = \sum_{i=1}^m l(y_i \boldsymbol{\theta}^T \mathrm{x}_i). \quad (2)$$

Примем $\forall i: y_i = 1, \|\mathrm{x}_i\| < 1$ [1].

Задача (1) может быть решена аналитически в виде нормального уравнения, однако наиболее часто на практике прибегают к градиентным методам. Метод градиентного спуска или метод первого порядка предполагает

итерационное обновление вектора весов $\boldsymbol{\theta_t}$ в направлении антиградиента $-\nabla L(\boldsymbol{\theta_t})$ с шагом η [1,2]:

$$\boldsymbol{\theta_{t+1}} = \boldsymbol{\theta_t} - \eta \nabla L(\boldsymbol{\theta_t}), \quad (3)$$

где градиент функции потерь (2) имеет вид:

$$\nabla L(\boldsymbol{\theta_t}) = \sum_{i=1}^{m} l'(\boldsymbol{\theta^T} \mathrm{x}_i)\mathrm{x}_i.$$

В качестве $L(\boldsymbol{\theta})$ могут выступать различные виды функций потерь, но наиболее часто используется логарифмическая функция потерь с $l(\boldsymbol{\theta^T}\mathrm{x}_i) = \frac{1}{1+e^{-\boldsymbol{\theta^T}\mathrm{x}_i}}$. В условиях почти линейной разделимости классов скорость сходимости метода (3) значительно снижается, что требует применения адаптивных методов оптимизации. Наиболее распространенные адаптивные методы позволяют повысить скорость сходимости процедуры поиска вектора решений, однако не обеспечивают границу погрешности, эквивалентную границе стандартного градиентного метода [3].

Метод второго порядка [2]

$$\boldsymbol{\theta_{t+1}} = \boldsymbol{\theta_t} - \eta\big(H(\boldsymbol{\theta_t})\big)^{-1} \nabla L(\boldsymbol{\theta_t}), \quad (4)$$

где $H(\boldsymbol{\theta_t})$ задает гессиан функции потерь (2), позволяют достичь более высокой скорости сходимости, что, однако, не учитывает напрямую проблему низкой скорости сходимости, являющуюся результатом линейной разделимости классов [2,4].

В данной работе предлагается подход к повышению скорости сходимости градиентных методов через расширение логарифмической функции потерь с учетом пары гиперапараметров a и b [4]:

$$l(\boldsymbol{\theta^T}\mathrm{x}_i; a, b) = a + \frac{b-a}{1+e^{-\boldsymbol{\theta^T}\mathrm{x}_i}}. \quad (5)$$

С учетом расширения (5) градиентные методы (3) и (4) примут вид

$$\boldsymbol{\theta_{t+1}} = \boldsymbol{\theta_t} - \eta \nabla L(\boldsymbol{\theta_t}; a, b),$$

$$\boldsymbol{\theta_{t+1}} = \boldsymbol{\theta_t} - \eta\big(H(\boldsymbol{\theta_t}; a, b)\big)^{-1} \nabla L(\boldsymbol{\theta_t}; a, b),$$

где $L(\boldsymbol{\theta_t}; a, b)$ определяет *расширенную* логарифмическую функцию потерь.

Результаты исследования

Для проверки предложенного подхода к повышению скорости сходимости градиентных методовбыла проведена серия вычислительных экспериментов на различных наборах данных из репозитория UCI ML. На рис. 1 приведены результаты анализа числа итераций градиентного метода 1-ого порядка в стандартном и расширенном представлениях при варьировании объема выборки $m \in [20{,}100]$ на наборе данных *Parkinsons*. Количество наблюдений $m = 195$, среди которых $m_{y_i=0} = 48$ и $m_{y_i=1} = 147$. Количество признаков $n = 22$.

На рис. 2 приведены результаты аналогичного анализа для градиентного метода 2-ого порядка $m \in [25{,}100]$ на наборе данных *Parkinsons*.

Из приведенных результатов следует, что предложенное расширение логарифмической функции потерь оказывает положительное влияние на скорость сходимости как метода 1-ого порядка, так и метода 2-ого порядка.

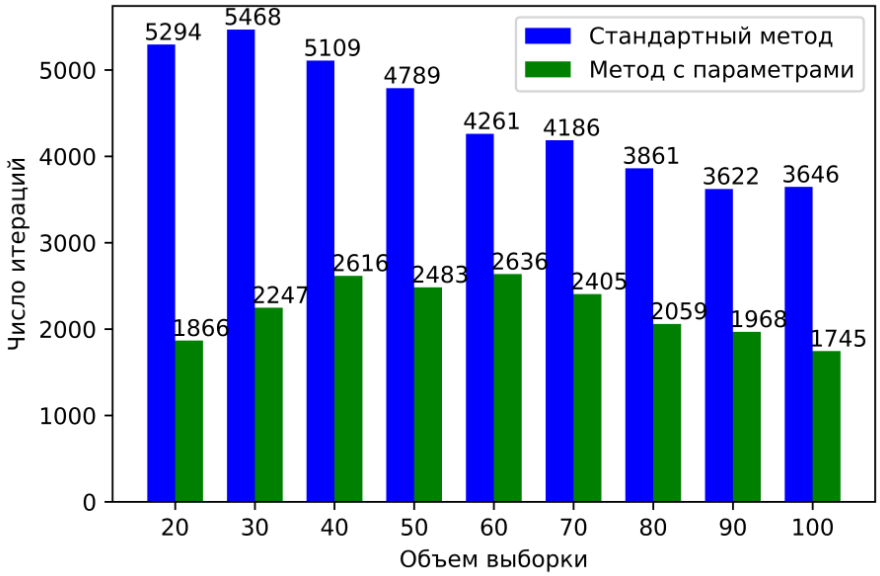


Рисунок 1 – Зависимость числа итераций от объема выборки для градиентного метода 1-ого порядка

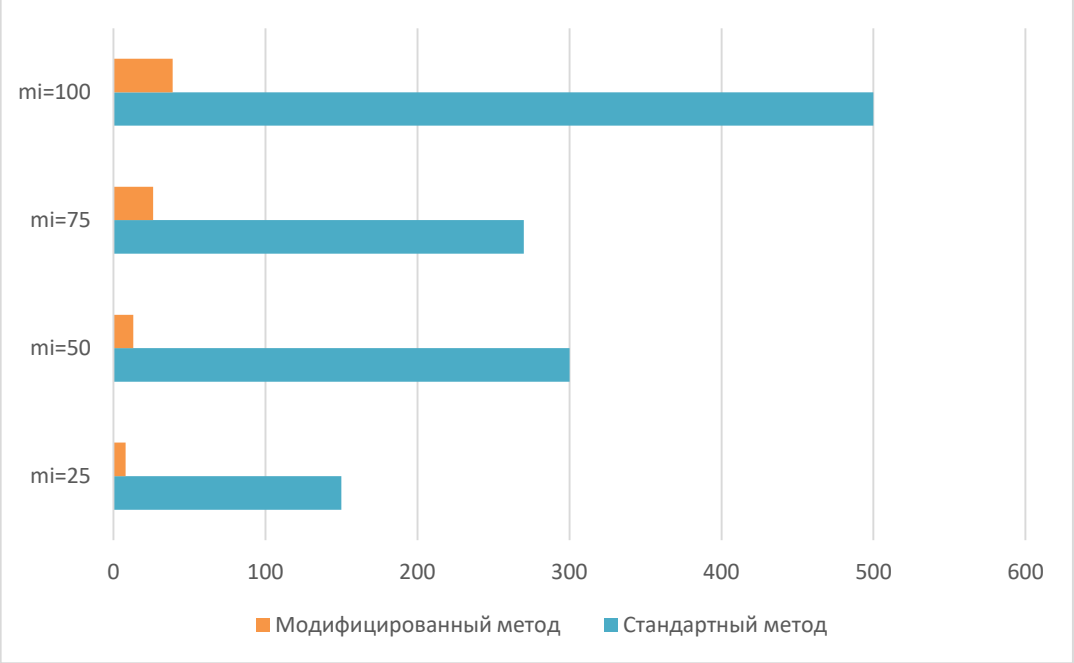


Рисунок 2 – Зависимость числа итераций от объема выборки для градиентного метода 2-ого порядка

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (проект № МК-6218.2018.9) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-37-00219).

Литература

1. Soudry D., Hoffer E., Nacson M.S., Gunasekar S., Srebro N. The implicit bias of gradient descent on separable data//JMLR. – 2018. – 19. – pp. 1–57.
2. Воронцов К.В. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин). http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf (дата обращения: 28.05.2019)
3. Kim H.S., Kang J.H., Park W.M., Ko S.H., Cho Y.H., Yu D.S., Song Y.S., Choi J.W. Convergence analysis of optimization algorithms.

arXiv:1707.01647 (дата обращения: 28.05.2019)

4. Кузнецова К.А., Наумова Ю.А., Панова К.А. Исследования влияния верхней и нижней асимптот на скорость сходимости логарифмической функции потерь//Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIII Всероссийской научно-технической конференции. Рязанский государственный радиотехнический университет. – С. 67-68.

Д.А. Лебедев, В.Г. Литвинов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ МУЗЫКАЛЬНЫХ ЗАПИСЕЙ ПО ЖАНРАМ

(Самарский университет)

Аннотация: в данной статье рассматривается способ классификации музыкальных записей по жанрам. Определены основные принципы, которым должно соответствовать приложение. Исследование показало, что классификация музыкальных записей по жанрам на основе распознанного текста может дать приемлемый по точности результат.

Ключевые слова: выборка, звук, частота звука, распознавание аудио, факторы точности распознавания.

Выборка или выборочная совокупность — часть генеральной совокупности элементов, которая охватывается экспериментом (наблюдением, опросом).

Характеристики выборки:

Качественная характеристика выборки — что именно мы выбираем и какие способы построения выборки мы для этого используем.

Количественная характеристика выборки — сколько случаев выбираем, другими словами объём выборки.

Существует необходимость в сборе вторичной информации. [1].

Звуком называется колебательное движение частиц упругой среды, распространяющееся в виде волн в газообразной, жидкой или твердой среде, которые, воздействуя на слуховой анализатор человека, вызывают слуховые ощущения. Источником звука является колеблющееся тело, например: колебания струны, вибрация камертона, движение диффузора громкоговорителя и др. [2].

Частота - звуки, воспринимаемые слуховым анализатором человека, образуют диапазон звуковых частот. Принято считать, что этот диапазон ограничен частотами от 16 до 20000 Гц. Эти границы весьма условны, что связано с индивидуальными особенностями слуха людей, возрастными изменениями чувствительности слухового анализатора и методом регистрации слуховых ощущений. Человек может различить изменение частоты на 0,3% на частоте порядка 1 кГц. [2].

Распознавание аудио происходит в три этапа:

Выделяются слова. Обычно существует несколько гипотез распознанного слова.

Гипотезы проверяются с помощью языковой модели. Модель проверяет, насколько согласуется новое слово со словами, распознанными ранее.

Обрабатывается распознанный текст — числительные преобразуются в цифры, расставляются некоторые знаки препинания (например, дефисы) и т. д. Этот преобразованный текст и является финальным результатом распознавания, который отправляется в теле ответа. [3].

На точность распознавания влияют [3]:

1 Качество исходного звука;
2 Качество кодирования аудио;
3 Разборчивость и темп речи;
4 Сложность фраз и их длина

Цель создания приложения – найти способ классификации музыкальных композиций по жанрам, на основе текста самих композиций.

Главным критерием такой классификации будет являться точность определения жанра. Для распознавания текста музыкальных записей используется новый веб сервис Яндекс.Облако, который доступен для бесплатного использования так как находится на этапе разработки. Для целей данной работы использован подсервис Yandex SpeechKit — Комплекс технологий распознавания и синтеза речи.

Композиция содержит музыкальное сопровождением помимо голоса исполнителя, что усложняет распознавание речи. Поэтому необходимо выделить участок частот, соответствующий голосу человека, остальные интервалы будут рассматриваться как не соответствующие условию эксперимента.

Голос типичного взрослого мужчины имеет фундаментальную частоту (нижнюю) от 85 до 155 Гц, типичной взрослой женщины от 165 до 255 Гц. Для эксперимента был выбран интервал от 85 до 255 Гц, так как исполнитель может обладать как низким, так и высоким голосом.

Для разработки использовалась среда разработки Java, для взаимодействия с Yandex SpeechKit был получен необходимый набор токенов и идентификаторов, которые позволили взаимодействовать с данным сервисом посредством клиента.

На вход приложения поступает музыкальная композиция. Затем все частоты, не входящие в обусловленный голосовой интервал, занижаются, чтобы выделить только необходимый участок. На последнем этапе массив байт аудио

файла преобразуется в бинарный и отправляется запросом к сервису. В ответе будет получен распознанный текст.

Затем возможно несколько способов классификации по жанрам. Одним из которых является — приведение соответствия отдельных слов из текста выборкам, которые содержат характерный набор слов для каждого музыкального жанра.

Недостатком данного способа является то, что он не позволяет корректно обработать данные, в случае нечеткого голоса исполнителя либо ярко выраженного музыкального сопровождения, на фоне которого невозможно распознать голос.

Разрабатываемый продукт сможет помочь людям с достаточной точностью определить жанр музыкальной композиции либо подобрать для себя песню, опираясь на набор слов, который соответствует их любимому жанру.

Литература

1 Теория статистики. – Учебник/ под редакцией проф. Г.Л. Громыко.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА–М, 2016 г.- 476 с., гл. 1, стр. 28-37; стр. 149-193.

2 Соколович Ю.А., Богданова Г.С. Физика: справочник. – 2-е издание передел. – Х.: Веста: издательство «Ранок», 2015. – 464 с.

3 Распознавание речи. URL: http://cloud.yandex.ru/docs/speechkit/stt/ (дата обращения: 14.12.2017).

Д.А. Лебедев, В.Г. Литвинов

ОПРЕДЕЛНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

Аннотация: в данной статье рассматривается способ определения оптимального размера нейронной сети через сопоставление весов синапса от размера нейросети. Эксперимент показывает, что локальные минимумы хорошо соответствуют свойствам традиционных кривых обучения — зависимостей ошибок обучения от размера нейросети. Такой подход может быть использован для определения оптимального размера сети при отсутствии тестовой выборки.

Ключевые слова: размер сети, кривая обучения.

При использовании искусственных нейронных сетей важной задачей является нахождение оптимального размера (структуры) сети — такого числа скрытых слоев нейронов и нейронов в слоях, которые дадут максимум обобщающих способностей, т.е. минимум ошибки обобщения, особенно в случае отсутствия тестовой выборки или невозможностью разделить выборку данных на обучающую и тестовую части из-за недостаточности общего объема данных.

Поэтому широко используется понятие "кривых обучения — зависимостей ошибок обучения и обобщения от размеров нейросети и обучающей вы-

борки. Оптимуму соответствуют локальные минимумы. Экстраполяции таких графиков [2] позволяют также оценивать необходимые и достаточные для достижения максимума обобщающих способностей объемы обучающих выборок в случае первоначальной недостаточности объемов выборочных данных.

Иным классом кривых обучения являются зависимости внутренних свойств нейросети от её размера, сопоставляемые затем с ошибки обобщения. Варианты — анализ задачи, теоретическая связь [5] ошибки обучения и максимума суммы модулей весов синапсов, приходящих на нейрон сети, градиенты целевой функции обученной сети и позволяющий оценить разницу между ошибками обучения и обобщения. Такие критерии позволяют обходиться без независимой тестовой выборки.

В работе рассматривается вариант кривой обучения — зависимость среднего модуля веса синапса от размера нейросети. Точнее значение длины вектора весов синапсов сети, деленное на общее число синапсов, с целью увеличения влияния наибольших по модулю весов. Этот критерий не является всеобъемлющим, т.к. имеется неоднородность наборов синапсов сети от слоя к слою (для сетей малого размера в часто наблюдалось различие средних модулей и дисперсий весов синапсов выходного и скрытого слоя сети).

Было взято 6 независимых тестовых выборки. Все 6 задач представляют собой задачи классификации с учителем на то или иное число классов. Использовались сети с одним скрытым слоем, число нейронов в котором менялось от 1 до 25. В каждой задаче для каждого размера нейросети обучалось по 25 сетей (с разными начальными случайными значениями синапсов), свойства которых затем усреднялись при построении кривых обучения.

Н графике представлена следующая кривая обучения: средние значения ошибок обучения и обобщения. Вдоль осей ординат отложено число нейронов в скрытых слоях сетей. Вокруг каждой точки отложена дисперсия соответствующей выборки из 25 экспериментальных значений.

Когда с ростом размера сети с некоторого момента ошибка обобщения начинает снова возрастать — момент стабилизации и выход индикатора на асимптоту чуть запаздывает по сравнению с моментом достижения минимума ошибки в первой задаче, соответствующей рисунку 1, а в второй задаче на рисунке 2 локальный минимум при размере сети в 6 нейронов точно соответствует минимуму ошибки обобщения. В третьей задаче, график которой представленном на 3 рисунке, не имеется четко выраженного экстремального поведения и существенно нестабилен на всем диапазоне исследованных размеров нейросети ñ от 1 до 25 нейронов.

Как видно из графика, при выборе оптимального размера сети опираться только на значение ошибки обучения недостаточно нельзя выявить возникновение переобучения нейросети, поэтому сопоставление поведения нескольких индикаторов (как было сделано на приведенных графиках) позволяет либо более обоснованно подтвердить выбор размера нейросети, либо увидеть возможное существование проблем (например, неадекватности модели из-за возникновения переобучения). Возможность же обойтись без проверки на тестовой вы-

борке позволяет обучать нейросеть на всем доступном наборе примеров, без разделения его на обучающий и тестовый фрагменты, и ожидать, что с ростом числа обучающих примеров снизится и риск переобучения нейросети [2].

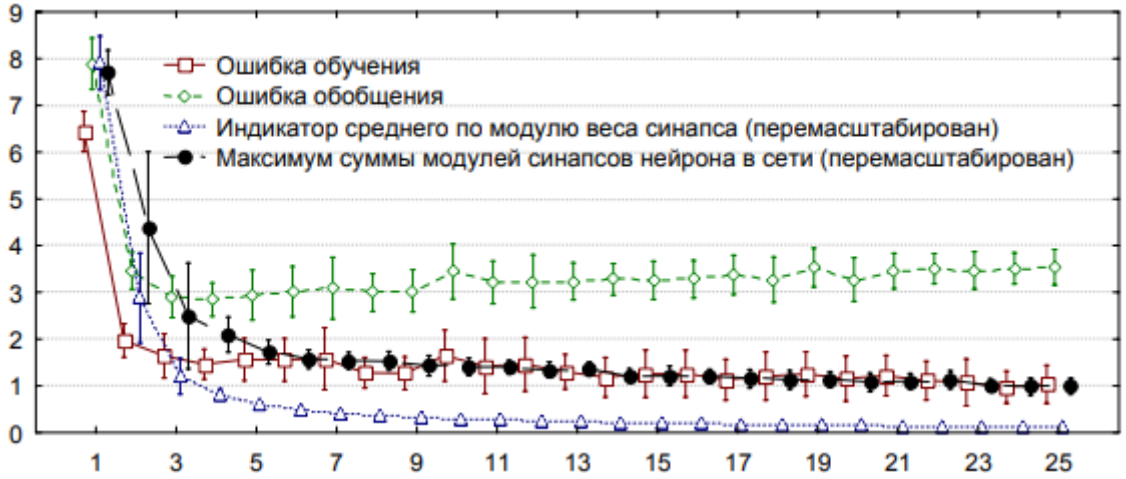


Рис. 1. График для первой тестовой выборки

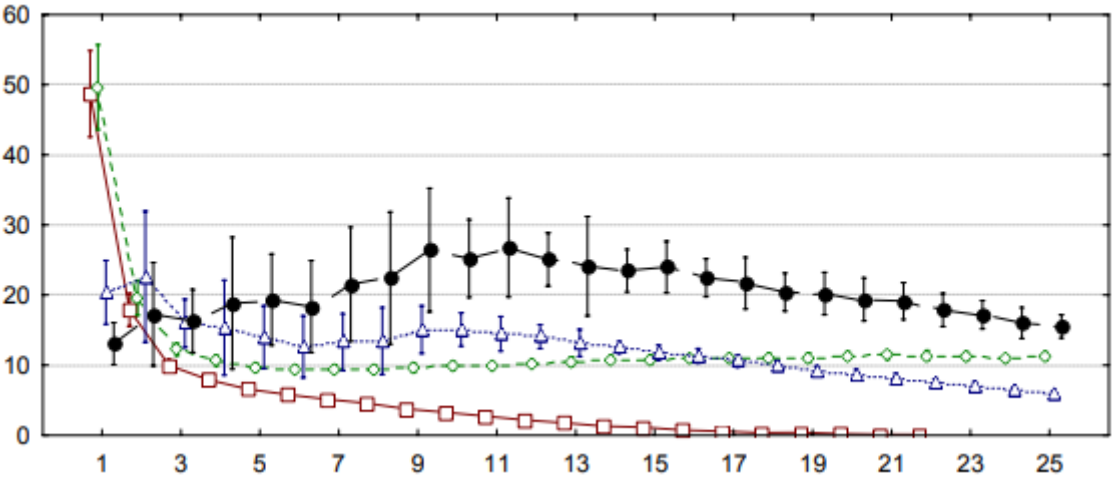


Рис. 2. График для второй тестовой выборки

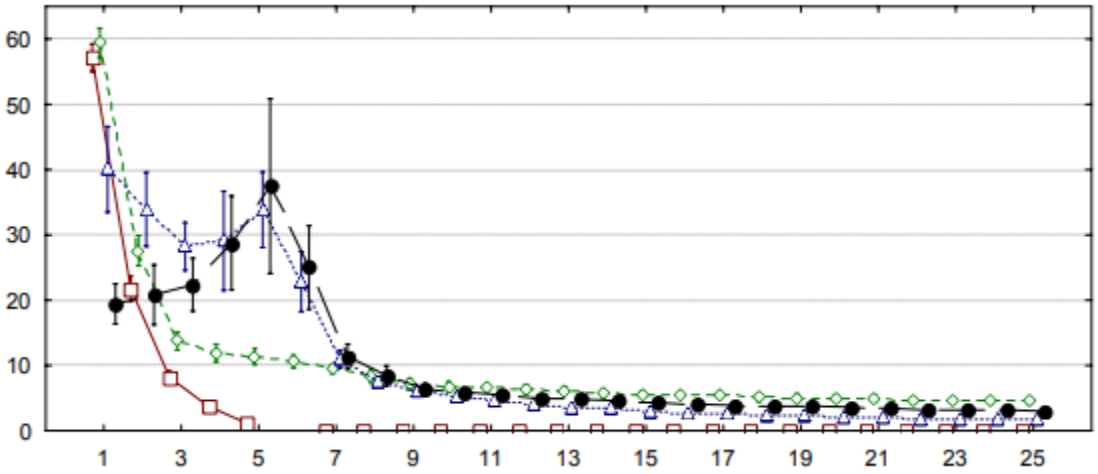


Рис. 3. График для третьей тестовой выборки

Данный вариант кривой обучения — зависимость среднего значения модуля веса синапса в сети от размера нейросети, может помочь достаточно точно надежно определить оптимальный размер сети, обеспечивающий минимум ошибки. Это также позволяет обходиться без расчета ошибки на независимой

тестовой выборке, допускает разные варианты параметров системы (модуль веса, среднее квадратичное значение).

Литература

1. Cortes C., Jackel L.D., Solla S.A., Vapnik V., Denker J.S. Learning curves: asymptotic values and rate of convergence / Advances in Neural Information Processing Systems 6 (1993). Morgan Kaufmann, 1994. ñ pp.327-334.

2. Bartlett P.L. For valid generalization, the size of the weights is more important than the size of the network / Advances in Neural Information Processing Systems 9 (1996). MIT Press, 1997. ñ pp.134-140.

А.А. Лякишев, И.В. Лёзина

СРАВНЕНИЕ СЛУЧАЙНОГО АЛГОРИТМА И АЛГОРИТМА РОЯ ЧАСТИЦ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ АППРОКСИМАЦИИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ

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

Основная задача аппроксимации — построение аппроксимирующей (приближенной) функции, которая наиболее близко проходит около заданных точек или около некоторой заданной непрерывной функции. В основном, такая задача возникает, если в исходных данных задачи присутствуют некоторые погрешности, когда алгоритмы интерполяции использовать нецелесообразно.

Нейронная сеть представляет собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов), обрабатывающих входные данные и передающих результат последующим нейронам. На практике наиболее распространенными функциями активации являются: сигмоидальная, пороговая, гиперболический тангенс, радиально-базисная, логистическая и т. д.

Одной из таких сетей является радиально-базисная сеть (RBF) [1]. Сеть состоит из одного скрытого слоя, выполняющего нелинейное преобразование входной последовательности, и выходного слоя, состоящего из единственного нейрона, суммирующего выходные значения сигналов [2]. Особенностью этой сети является радиальная функция активации скрытых нейронов:

$$\phi(\mathrm{x}) = \phi(\| \mathrm{x} - \mathrm{c} \|),$$

где x – входной вектор, c – центр,

$\phi(x)$ – убывающая функция, чаще всего равная 0 вне некоторого отрезка.

Задача аппроксимации состоит в подборе соответствующего количества радиальных функций и их параметров, а также подборе весов. Эту проблему можно свести к минимизации целевой функции:

$$\mathrm{E} = \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{p}} \left[\sum_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{k}} \mathrm{w_j} \phi\left(\left| |\mathrm{x_i} - \mathrm{c_i}| \right| \right) - \mathrm{d_i} \right]^2,$$

где k – количество радиальных нейронов,

p – количество обучающих пар ($x_i d_i$),

x_i – входной вектор,

d_i- ожидаемая величина.

Процесс обучения сети сводится:

1. К подбору центров c_i и параметров σ_i формы базисных функций;
2. К подбору весов нейронов выходного слоя.

Инициализация параметров нейронной сети может происходить несколькими способами. При неудачной инициализации весов обучение сети может занять больше времени и даже привести к «параличу» сети. Самым простым способов является их случайная инициализация на основе равномерного распределения в интервале [0;1].

Другим алгоритмом инициализации является алгоритм роя частиц. Идея алгоритма была частично заимствована из исследований поведения скоплений животных (косяков рыб, стай птиц и т.п.), модель была немного упрощена и добавлены элементы поведения толпы людей, поэтому, в отличие, например, от алгоритма пчел агенты алгоритма (возможные решения) и были названы нейтрально – частицы. Алгоритм данного способа инициализации представлен на рисунке 1 [3].

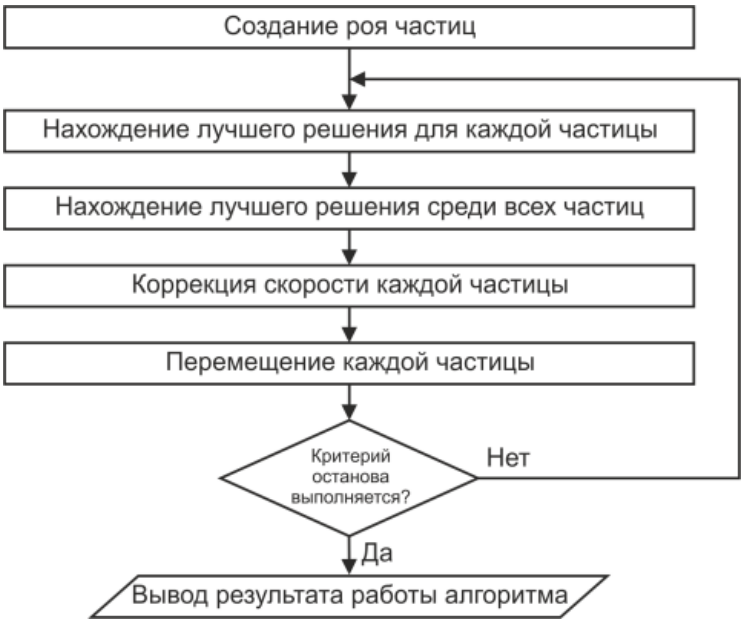


Рисунок 2– Схема алгоритма роя частиц

Цель данной работы – сравнить между собой два алгоритма инициализации весов нейронной сети: случайным образом и с помощью алгоритма роя частиц. В системе реализована генерация обучающих выборок, распределенных по различным законам. Также имеется возможность загрузить данные с внешнего носителя. На рисунке 2 представлена диаграмма сущностных классов системы.

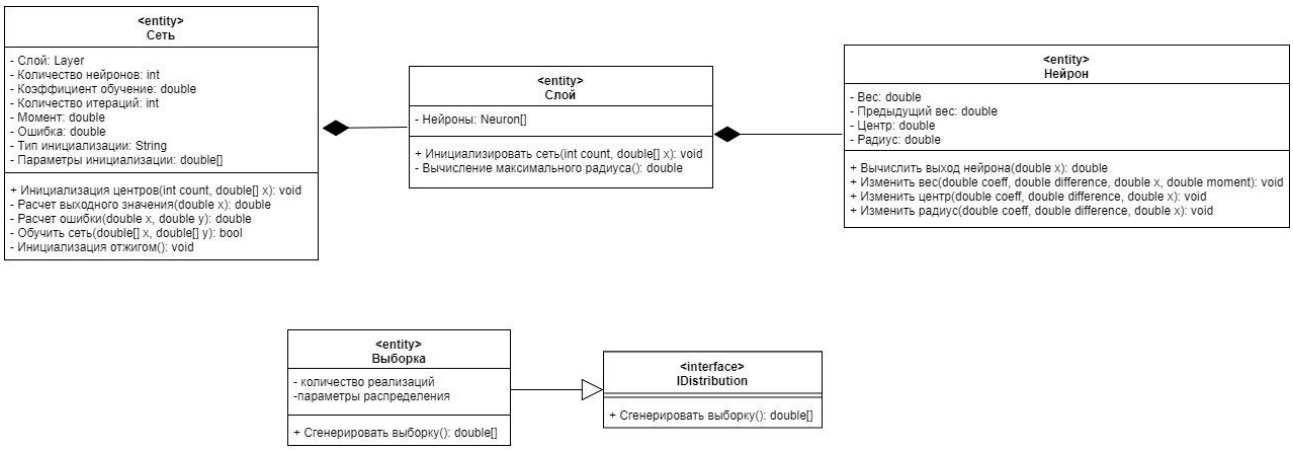


Рисунок 2 – Диаграмма сущностных классов системы

Результаты исследования зависимости СКО аппроксимации при различных способах инициализации весов нейронной сети представлены в таблице 1.

Таблица 1 – СКО при различных способах инициализации

Закон распределения	СКО	
	Случайная инициализация	Алгоритм роя частиц
Нормальный	0.03295	0.03172
Экспоненциальный	0.06072	0.05886
Арксинусоидальный	0.04917	0.04845
Лаплас	0.04113	0.03993
Релей	0.05398	0.05401
Вейбулл	0.05241	0.05223
Симпсон	0.04325	0.04311
Равномерный	0.04112	0.03924

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что случайная инициализация весовых коэффициентов дает результаты хуже, чем алгоритм роя частиц.

Литература

1. Латыш, С.К., Исследование аппроксимативных возможностей радиально-базисной сети с различными функциями активации [Текст] / С. А. Прохоров, И. А. Лёзин, И. В. Лёзина, С. К. Латыш, С. А. Саиян – Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Механика, т.15, №4, 2013. – с. 271–274. – ISSN 1990-5378.

2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.

3. Алгоритм роя частиц. Описание и реализации на языке Python и C# [Электрон-
ный ресурс]. Режим доступа: https://jenyay.net/Programming/ParticleSwarm

Д.Р. Максимова, А.А. Порунов

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ С ЦЕЛЬЮ ДОСТИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОАНАЛЬГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ ИНВАЗИВНЫХ МАНИПУЛЯЦИЯХ И ПРОЦЕДУРАХ

(Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

Во время инвазивного воздействия при проведении различных процедур кожный покров пациента нарушается. Это обуславливает возникновение у пациента болевых ощущений, которые, как правило, выводят его из неподвижного состояния. Неподвижность объекта инвазивной манипуляции является одним из важнейших факторов успешно завершенной процедуры, поэтому вопрос об обезболивании является актуальным в современной медицинской практике. Кроме того, безболезненность процедур – один из важных показателей уровня медицины в том или ином обществе.

При несложных инвазивных манипуляциях актуальна местная анальгезия без временной потери сознания у пациента. В качестве местной анальгезии применяют, в основном, препараты в виде мазей либо инъекций. К сожалению, они применимы не для всех видов инвазивных манипуляций (она не подходит для взятия биоматериала, татуирования кожи и прочих процедур, предполагающих неизменность состава кожи), а также имеют ряд противопоказаний, таких как аллергия, некоторые психические заболевания, большой объем операций а так же рубцовые изменения тканей в зоне обезболивания[1]. Таких противопоказаний лишена анальгезия физиотерапевтического воздействия, в частности электроанальгезия (ЭА).

ЭА может применяться в процессе незначительных вынужденных нарушениях кожного покрова: при иглоукалывании, болезненных инъекциях и введении катетеров. Особенно актуальной представляется возможность использования данного метода в косметологии, акушерстве и тату-продедурах, а так же при взятии биоматериала для цитологических исследований.

Исходя из результатов исследований Д. Дашко [2], [3], целью которых является определение оптимальных параметров импульсного тока прямоугольной формы для получения эффективного обезболивания у собак, можно утверждать, что ЭА может использоваться не только для устранения болевых ощущений, но и для уменьшения времени заживления ран. Однако, такие выводы справедливы, в частности, для рассмотренных в данных исследованиях преимуществах транскраниальной ЭА (ТКЭА), при которой время начала свертываемости крови сокращается в среднем в 2 раза, скорость свертывания крови в повышается 2.8 раза, время начала процесса ретракции и фибринолиза кровяного сгустка укорачивается на 65.7%, а скорость ретракции и фибринолиза ускоряется в 1.8 раза и снижается до исходной в после-операционный период. Не-

смотря на то, что данные результаты были получены для ТКЭА, данных о том, что невозможно получить такие же или более обнадеживающие результаты при других способах ЭА нет.

Все используемые на сегодняшний день методы ЭА [4] применяются либо для устранения уже существующих болевых ощущений хронического характера либо в совокупности с прочими анальгетическими средствами. Использование этих методов в качестве ЭА для предотвращения возникновения болевых ощущений при инвазивных манипуляциях не может рассматриваться как оптимальное решение в виду ряда причин. Во-первых, аппараты, использующие эти методы сложны в использовании и зачастую имеют сравнительно большие габариты. Во-вторых, данные методики не подразумевают соприкосновение электродов со внутренней средой организма пациента. В-третьих, в большинство методов воздействуют не на очаг возникновения боли, а на центральную нервную систему. Все параметры данных устройств выбираются эмпирически и не имеют биологической обратной связи с пациентом.

В процессе незначительных вынужденных нарушениях кожного покрова рациональным будет использование функционального блока ЭА в схеме устройства для инвазивного вмешательства, вместо отдельного устройства. Для обеспечения щадящего и одновременно эффективно анальгетического эффекта необходимо обеспечивать биологическую обратную связь устройства с электрическими характеристиками кожи пациента и проводить электрическое воздействие в процессе инвазивного вмешательства непосредственно на очаг болевой чувствительности.

Таким образом, представленный анализ подтверждает необходимость создания нового метода ЭА, преимуществом которого станет возможность его использования при инвазивных манипуляциях и процедурах.

Литература

1. Писаренко А. Местная анестезия: виды, методы, препараты // 02.11.2017 // [Электронный ресурс]: https://myfamilydoctor.ru/mestnaya-anesteziya-vidy-metody-preparaty-kakie-est-plyusy-i-minusy-pokazaniya-i-protivopokazaniya-2.

2. Дашко Д. В. Определение оптимальных параметров тока и вариантов наложения электродов для проведения электроанальгезии у собак // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции молодых учѐных (17-18 апреля 2013 г.). Часть I. – Иркутск: Издательство ИрГСХА, 2013. – 268 с

3. Дашко Д. В Биофизические изменения крови у собак при транскраниальной электроанальгезии // Актуальные проблемы биотехнологии и ветеринарной медицины: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. 2017. Издательство: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Молодежный).

4. Использование электрических токов и электромагнитных полей в терапии : практ. рук. к занятиям по курсу «Медицинские приборы, аппараты и

системы» / Владим. гос. ун-т ; сост. С. А. Сорокин. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006 – 36 с.

А.П. Михайлов

АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРИЗАЦИИ ДАННЫХ ПО ПРОГРЕССИВНОСТИ

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Особенностью задач принятия многокритериальных решений является большое количество допустимых вариантов решений. Задача лица, которое принимает решение, состоит в том, чтобы структурировать это множество, выделив наиболее эффективные решения, а также последовательно расположив их по эффективности. При этом практически все известные методы включают в себя в той или иной мере субъективный момент (например, в теории полезности. мысленная лотерея при парном сравнении критериев эффективности между собой).

Наиболее объективным методом структуризации множества решений является метод расслоения данного множества на слои, с последующим выделением подслоев используя принцип Парето-оптимальности. В соответствии с ним, нужно выделить 1-й слой оптимальных по Парето вариантов (элементов), после чего убрать их из рассмотрения и в оставшемся подмножестве выделить 2-й, 3-й слой и т.д. Однако данный метод имеет и недостаток – разрешающая способность метода невысока, т.к. каждый рассмотренный слой может содержать достаточно большое множество объектов.

С.А. Пиявский («Онтология проектирования» №1(7), 2013) предложил усилить метод послойного расслоения множества вариантов в многокритериальных задачах принятия решений, используя, вместе с понятием Парето-оптимальности, понятие прогрессивности вариантов решений [1]. В данном случае после того, как будет выделен слой оптимальных по Парето вариантов, внутри этого слоя рассматривается подслой элементов оптимальных по прогрессивности, они убираются из рассмотрения, из оставшихся элементов выделяется следующий подслой и т.д. В настоящем докладе представлен алгоритм оптимальной структуризации данных по прогрессивности.

Представлена блок-схема разработанного алгоритма нахождения прогрессивных вариантов (рис. 1) для слоя Парето-оптимальных вариантов. На схеме изображен «Блок 1», он отвечает за подсчет количества вариантов и критериев, задавая размерность будущего массива данных. После подсчета размерности массива алгоритм переходит к «Блоку 2». В данном блоке отображен процесс отбора Парето-оптимальных критериев. *В «Блоке 3» формируется новая матрица, которая состоит только из оптимальных по*

Парето вариантов. Помимо создания матрицы оптимальных вариантов подсчитывается размерность нового массива. «Блок 4» содержит в себе подсчет матриц прогрессивности для каждого варианта. Для этого попарно сравниваются вектора строки матриц и определяется минимальный вектор (по каждой компоненте), добавление которого к вектору первой строки делает ее неэффективным по Парето в сравнении с вектором второй из сравниваемых строк.



Рис. 1. Блок-схема алгоритма нахождения прогрессивных вариантов

Так формируется множество матриц, их количество соответствует числу Парето-оптимальных вариантов данного слоя. После того, как сформировались все матрицы прогрессивности, алгоритм переходит к «Блоку 5», который отражает процесс обработки полученных матриц на нахождение Парето-оптимальных вариантов. Этот блок необходим для того, чтобы отсеять менее прогрессивные варианты. Более же прогрессивные варианты в «Блоке 6» переносятся и объединяются в новую матрицу. Согласно «Блоку 7», данная матрица

обрабатывается на Парето-оптимальность и т.д. Процесс повторяется до тех пор, пока не исчерпаются все варианты решения.

Таким образом, исходное множество вариантов решения разделяется на последовательность слоев Парето-оптимальных вариантов убывающей эффективности, при этом некоторые из этих слоев дополнительно могут расслаиваться по прогрессивности.

Литература

1. Пиявский С.А. Два новых понятия верхнего уровня в онтологии многокритериальной оптимизации // Онтология проектирования, 2013. №1(7). - С. 65-85.

2. Пиявский С.А. Прогрессивность многокритериальных альтернатив // Онтология проектирования, 2013. №4(10). - С. 60-71.

С.А. Никулин, Д.Ю. Полукаров

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ С ЯЧЕИСТОЙ ТОПОЛОГИЕЙ

(Самарский университет)

Введение

Самоорганизующиеся сети в наше время играют очень большую роль. С ними можно столкнуться в промышленности, в городской среде. Хорошим примером является «интернет вещей». Такие сети не имеют постоянной структуры и могут изменяться буквально на лету. Узлы в сети имеют связь только со своими соседями – всей структуры сети они не знают. Каждый узел сети может выполнять функцию ретранслятора сигнала, что повышает ее отказоустойчивость: в случае поломки или выхода из строя одного из узлов – сигнал может пойти по альтернативному маршруту и дойти до своего адресата. Примером самоорганизующихся сетей являются mesh-сети, ad-hoc сети, сенсорные сети.

Задачи разработки новых протоколов маршрутизации характерны для любых типов сетей [2],[3]. Часто встает вопрос об организации протокола маршрутизации и в сетях с ячеистой топологией. Разработать его довольно сложно, ведь устройства находятся в постоянном движении. Одним из хороших решений является алгоритм «жадного продвижения» (Greedy forwarding algorithm).

Алгоритм жадного продвижения

Жадное продвижение — алгоритм, заключающийся в принятии локально оптимальных решений на каждом этапе, допуская, что конечное решение также окажется оптимальным. Т.е с каждым новым локальным решением, мы должны приближаться к конечному решению.

В нашем же случае, мы должны найти наиболее короткий путь передачи сигнала из точки А в точку В (за наименьшее количество хопов).

Алгоритм построения пути таков:

1) Перебираем все устройства, находящиеся в радиусе действия устройства.
2) Узнаем расположения устройства относительно точки достижения.
3) Выбираем устройство, которое располагается наиболее ближе к конечной точке.

Жадное продвижение сигнала представлено на рисунке 1.

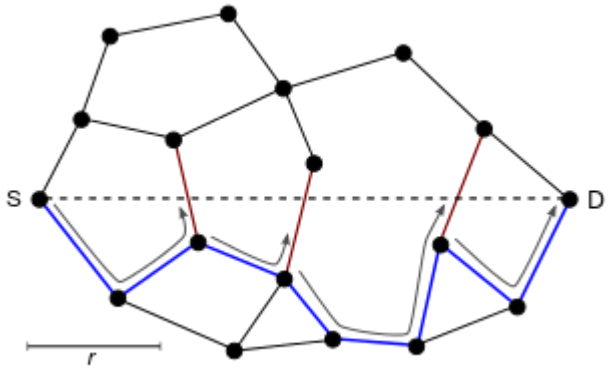


Рис 1. Алгоритм жадного продвижения

Видно, что сигнал стремится к более прямой передаче из точки S в точку D. Жадная пересылка может привести в тупик, когда рядом с устройством нет другого устройства. Если на определенной плоскости в пространстве нету устройств, то такая ситуация называется «дырой» или «пустотой».

Изначально схема маршрутизации разработана таким образом, что физическое расположение каждого узла связываются с координатой узла в виртуальном пространстве, в котором вычисляется продвижение сигнала. Этого можно достичь путем жадного вложения конечного связанного графа в гиперболическую плоскость (теорема 2 в статье Клейнберга [4]).

Моделирование

Была написана программа, которая симулирует работу жадного продвижения. Допустим, есть некоторое пространство, на котором располагаются узлы. Необходимо передать сигнал так, чтоб он достиг пункта назначения, используя жадное продвижение.

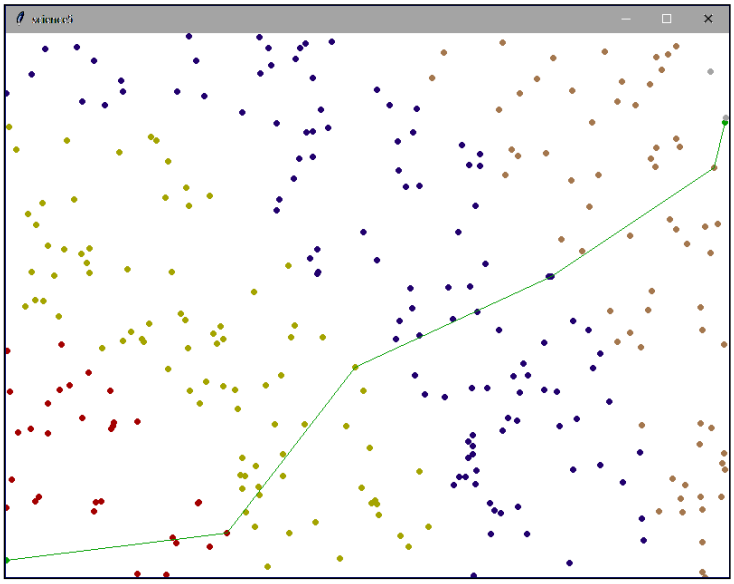


Рис. 2. Пример успешного прохождения [1]

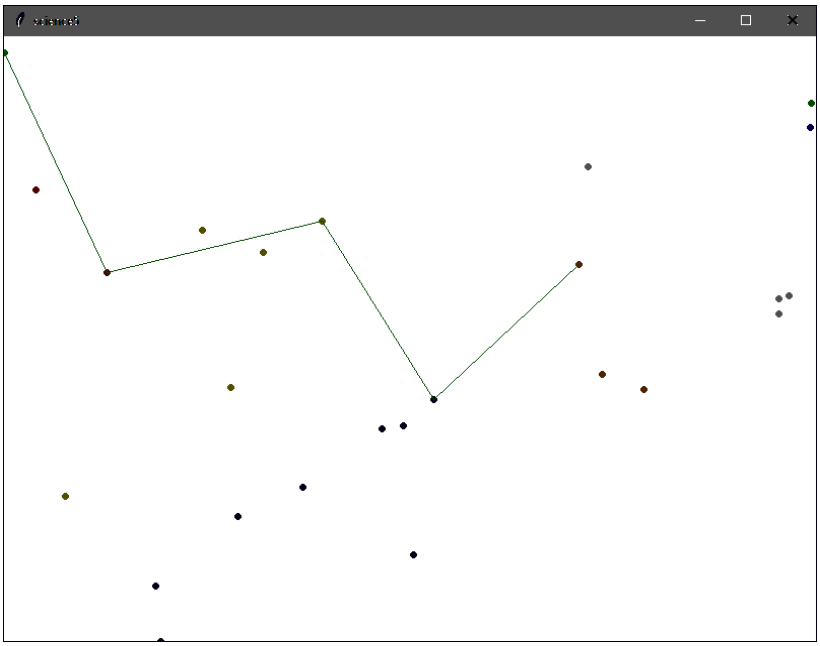


Рис 3. Пример не успешного прохождения [1]

Выводы

Был проведён ряд вычислительных экспериментов, в ходе которых проводилось моделирование распределённых adhoc-сетей. Как видно из результатов исследования, чем большее покрытие устройств на площади, тем больше вероятность достижения сигнала конечного узла.

Литература

1. Никулин С.А. Некоторые особенности моделирования ячеистых сетей [Текст]// Экономика и социум No5(60) - 2019

2. Полукаров Д.Ю. Нечеткая аппроксимация метрики протокола IGRP [Текст]// Инфокоммуникационные технологии. 2006. Т. 4. № 4. С. 51-54.

3. Кораблин М.А., Полукаров Д.Ю. Маршрутизация на основе нечеткой логики в рамках протокола RIP [Текст]// Информационные технологии. 2005. № 6. С. 11-15.

4. Kleinberg R. Geographic routing using hyperbolic space [Text] // INFOCOM 2007. 26th IEEE International Conference on Computer Communications. IEEE. – IEEE, 2007. – P. 1902-1909.

Д.А. Оганнесян, Е.И. Чигарина

РАБОТА С ХРАНИЛИЩАМИ ДАННЫХ В MICROSOFT SQL SERVER

(Самарский университет)

Хранилище данных является предметно-ориентированной, интегрированной, неизменяемой и поддерживающей хронологию электронная коллекция данных для обеспечения процесса принятия решений [1,2].

Информационные ресурсы хранилища данных формируются на основе моментальных снимков баз данных оперативной информационной системы и, возможно, различных внешних источников. Данные из различных источников помещаются в хранилище данных, а описания этих данных – в репозиторий метаданных. Конечный пользователь, используя различные инструменты и содержимое репозитория, анализирует данные в хранилище [3]. Результатом его деятельности является информация в виде готовых отчетов, найденных скрытых закономерностей, каких-либо прогнозов.

Аналитическая обработка в хранилищах данных производится при помощи технологий Online Analytical Processing (OLAP), в которых применяется многомерное представление агрегированных данных. В основе OLAP лежит понятие гиперкуба, или многомерного куба данных, в ячейках которого хранятся анализируемые данные.

Метод многомерного моделирования базируется на следующих основных понятиях [4]:

Факт (fact) – это набор связанных элементов данных, численно описывающих деятельность организации.

Измерение (dimension) – это множество объектов одного или нескольких типов. Измерение принято визуализировать в виде ребра многомерного куба. Например, на слайде можем видеть три измерения: товар, месяц и город.

Объекты, совокупность которых и образует измерение, называются элементами измерений (members).

Ячейка (cell) – атомарная структура куба, соответствующая полному набору конкретных значений измерений.

Для исследования работы с хранилищами данных в СУБД MS SQL Server было разработано хранилище данных, соответствующее базе данных «Продажа

товаров». База данных создана на основе технологии Online Transaction Processing (OLTP) и включает информацию о сотрудниках магазина, покупателях, товарах, реализуемых магазином, и продажах. Хранилище данных состоит из четырех измерений, состоящих из таблиц «Время», «Продукт», «Покупатель» и «Сотрудник», и одного куба, состоящего из перечисленных измерений. Куб реализован в виде схемы звезда. С помощью него, можно получать различную информацию о количестве и сумме продаж по конкретным значениям измерений.

Хранилище данных реализовано в среде MS Visual Studio, СУБД MS SQL Server с использованием служб Analysis Services, которая является базовой платформой для развития систем бизнес-анализа и обеспечивает возможность построения OLAP-решений, включая возможность расчета ключевых индикаторов производительности.

Анализ работы с хранилищем данных заключается в исследовании скорости выполнения запросов при различном объеме данных с использованием специализированных средств разработки хранилищ данных и без них. В ходе исследования, было измерено время выполнения двух запросов на выборку данных. Данные запросы выполняются при обработке куба, поэтому есть возможность измерить скорость их выполнения. Средняя скорость выполнения запросов представлена в таблице 1:

Таблица 1

Вид запроса	Количество записей в таблице		
	1000	10000	20000
	Среднее время запроса (сек)		
Запрос из куба	0,2050	0,2570	0,3943
Запрос из базы данных	0,1615	0,2883	0,4150

Таким образом, скорость выполнения запросов в обоих случаях примерно одинакова. Но преимущество хранилищ данных в том, что, обработав куб один раз, можно получать из него различные комбинации и срезы данных, до тех пор, пока данные не потеряют свою актуальность. А при работе в обычной OLTP системе для получения данных, придется постоянно обращаться к источнику. Следовательно, скорость работы с хранилищем данных выше пропорционально количеству обращений к базе данных.

Литература

1 Inmon W.H. Building the Data Warehouse, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, 2002 – 428 p.

2 Gupta V.R. An Introduction to Data Warehousing. System Services corporation, Chicago, Illinois, 1997 – p. 19

3 Хранилища данных: основные архитектуры и принципы построения в реляционных СУБД [Электронный ресурс]. URL: http://www.bipartner.ru/resources/dw_arch.html

4 В.Е. Туманов Проектирование хранилищ данных для систем бизнес-

аналитики: учебное пособие [Текст]/В.Е. Туманов. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 615с.: ил, табл. – (Основы информационных технологий).

С.П. Орлов, И.А. Рыбакова

ПОСТРОЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ CRM-СИСТЕМ

(Самарский государственный технический университет)

Введение

Эффективность внедрения компьютерных систем управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-систем) состоит из набора экономических, эксплуатационных и технических показателей, их комплексных характеристик, которые требуют непрерывного совершенствования: как отдельных показателей, так и системного подхода к комплексному оцениванию эффективности.

Проблема оценки эффективности CRM актуальна на предприятиях различных отраслей в связи с необходимостью совершенствования средств обработки информации, управления взаимоотношения с клиентами, управления сложными объектами и поддержками принятия решения. Так как CRM-системы относятся к классу сложных информационных систем и состоят из своего рода подсистем, то вследствие этого оценка совокупности разнородных показателей эффективности CRM становится проблематичной и сложной за счет необходимости комплексного оценивания частных критериев отдельных подмодулей [1].

Концепция методики исследования эффективности

Сформирована концепция методики, которая самая также является системой. В концепции изложены основные принципы, по которым строится методика.

1. Формирование информации для лица, принимающего решение, (ЛПР) как в развернутом, так в кратком виде.
2. Формирование количественных и качественных оценок.
3. Предоставление оценки в 2 видах:
   - соотношение входных и выходных параметров (затрат - результатов)
   - с точки зрения степени достижения цели.
4. Предоставление итоговой информации в виде «Описание-разъяснение-прогнозирование»

Предлагаемая методика может быть также применима на уровне подсистем CRM. Можно выделить следующие составные части любой ИС [4]:

- Подсистема сбора данных – осуществляет опрос объектов мониторинга с заданными временными интервалами для получения значений исследуемых параметров этих объектов.

- Подсистема хранения – отвечает за накопление, хранение, архивацию данных о результатах работы.
- Подсистема анализа данных – включает компоненты, производящие исследования данных, накопленных системой, их статистический анализ и тому подобные операции.
- Подсистема оповещения – отвечает за уведомление ответственных лиц о событиях ИС.
- Подсистема вывода – отвечает за представление информации о работе системы и состоянии объектов в виде удобном для восприятия пользователя.

Основной инструментарий методики оценки эффективности

В качестве основного инструмента в построении методики оценки эффективности CRM-систем предлагаем использовать методологию Data Envelopment Analysis (DEA).

Формально DEA-модели направлены на исследование границ эффективности. Так, регрессионный анализ округляет результаты для выявления центральной линейной зависимости, тем самым могут быть упрощены выводы наблюдений, в то время как DEA-модели наиболее удобны для выявления периферийных отношений, исключенных регрессиями.

Основную суть метода DEA–АСФ можно рассмотреть на примере модели Чарнеса – Купера - Роуда. Пусть имеются данные для K входных параметров и M выходных параметров для каждого из N однородных объектов (такими объектами могут быть как подсистемы ИС, так и сама ИС). Для i-го объекта они представлены вектор-столбцами x_i и y_i соответственно. Тогда матрица X размерности KxN и матрица Y размерности MxN представляют собой матрицы входных и выходных параметров для всех N объектов. Модель формулируется в виде задачи линейного программирования:

$$\min \Theta \ , \qquad (1)$$

при условии: $\Theta x_0 - X\lambda;\ Y\lambda \geq 0;\ \lambda \geq 0,$

где X - матрица входов,

Y - матрица выходов,

Θ - интегральный критерий эффективности исследуемого объекта,

λ - полуположительный вектор (фактор взвешивания), $\lambda_i \geq 0,\ \forall i = 1,...,n.$

Задача (1) решается с помощью симплекс-метода путем проведения N последовательных процедур решения системы линейных уравнений размерности N. В каждом решении находится критерий эффективности Θ_n для n-й организации и вектор весовых коэффициентов, минимизирующих функционал.

Другими словами, показывает, как объект (x_i, y_i) может быть сопоставлен с выпуклой оболочкой точек, определяемых матрицами входов X и выходов Y.

В ходе исследования определяются объекты, у которых показатель эффективности оказывается < 1. В результате для таких объектов ставятся цели по выведению их на границу эффективности; цель – пропорциональное сокраще-

ние входных параметров на величину Θ_n при сохранении выходных параметров на прежнем уровне – модель, ориентированная на вход [2].

Методика исследования внедрения CRM-систем

Проектируемая методика исследования эффективности содержит следующие положения:

1. Оценка эффективности системы как единого объекта.

Используя основные модели метода DEA–АСФ, провести оценку системы в целом (в совокупности подобных ей систем).

2. Оценка эффективности подсистем.

Используя основные модели метода DEA–АСФ, провести исследование каждой подсистемы. На основе полученных оценок каждой подсистемы, провести классификацию и сгруппировать результаты.

3. Распределение входных параметров в системе.

Реализация способа выбора варианта распределения входных параметров (ресурсов) внутри системы. Способ основывается на уменьшении суммарных выходных параметров, которые наиболее далеки от эталонной границы, при различных вариантах распределения входных параметров.

4. Укрупнение и разделение подсистем.

Предоставление рекомендаций по реструктуризации систем:

- объединение элементов системы – суммирование входных параметров по видам;
- разделение подсистемы на две или более подсистем разделение ресурсов и выпусков производится на основе экспертных оценок.

5. Прогнозирование эффективности системы.

На основе полученных временных рядов показателей эффективности определить прогнозные значения этих показателей [3].

Заключение

Предлагаемая методика имеет ряд новых возможностей:

– предоставление рекомендаций по оптимизации ресурсов в системе/подсистемах с целью повышения их эффективности;

– прогнозирование достижения эффективности системы за счет изменения эффективности в подсистемах;

– повышение наглядности представления пользователям результатов исследования эффективности посредством использования классификации объектов в подсистемах [3].

Литература

1. Белоусова П. О. Внедрение CRM-систем на предприятии российского рынка [Электронный ресурс] / П. О. Белоусова, Д. Р. Богданова //European research. 2015. № 1(2). – Режим доступа: http://goo.gl/8vvm0M. – Загл. с экрана

2. Cooper W., Seiford L., Tone K. Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. – Boston: Kluwer Academic Publishers, 2007.

3. Моргунова, О. Н. Подходы к оценке эффективности сложных иерархических систем [Текст] / О. Н. Моргунова // Вестник университетского комплекса : сб. науч. тр. / Под общ. ред. проф. Н. В. Василенко. – Красноярск : ВСФ РГУИТП; НИИ СУВПТ, 2005. – Вып. 4 (18). – С. 44–55.

4. Информационно-аналитический портал «Практика CRM» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.crm-practice.ru

Д.С. Полещук, М.А. Кудрина

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

(Самарский университет)

Для таких задач, как выделение номера автомобиля, подсчет различных объектов, обработка медицинских изображений, реализация машинного зрения, необходимо производить выделение объектов на изображении, а именно выполнять сегментацию изображения. Под сегментацией изображения подразумевается разделение изображения на области, для которых выполняется определенный критерий однородности. Результатом любой сегментации изображения является множество сегментов, которые вместе покрывают всё изображение, или множество контуров, выделенных из изображения. Все пиксели в сегменте похожи по некоторой характеристике или вычисленному свойству, например, по цвету, яркости или текстуре, а соседние сегменты значительно отличаются по этой характеристике [1].

В данной работе рассматривается алгоритм сегментации изображения «k-средних», основной идеей которого является принцип, что каждая точка должна быть как можно ближе к центру своего кластера. Алгоритм стремится минимизировать суммарное квадратичное отклонение V точек кластеров от центров этих кластеров [2]:

$$V = \sum_{i=1}^{k} \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2, \qquad (1)$$

где k – число кластеров; x – анализируемая точка изображения; S_i– i–кластер; μ_i–центр масс для кластера S_i.

Для работы алгоритма «k-средних» вначале необходимо указать количество предполагаемых кластеров. На основе полученного количества кластеров выполняется первоначальная инициализация кластеров, например, на основании характеристики цвета. Так как алгоритм представляет собой версию EM-алгоритма, то каждая его итерация состоит из двух шагов. На каждой итерации первым шагом происходит распределение точек по кластерам, где каждую точку присваивают к кластеру с ближайшим к точке центром, а затем вторым ша-

гом перевычисляется центр масс для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге. Алгоритм завершается, когда на какой-либо итерации не происходит изменение внутрикластерного расстояния.

Общий алгоритм сегментации изображения методом «k-средних» приведен на рисунке 1.

Помимо решения основной задачи сегментации изображения, также были рассмотрены сопутствующие алгоритмы обработки изображения, которые позволяют выделить границы отсегментированного изображения на исходном изображении.

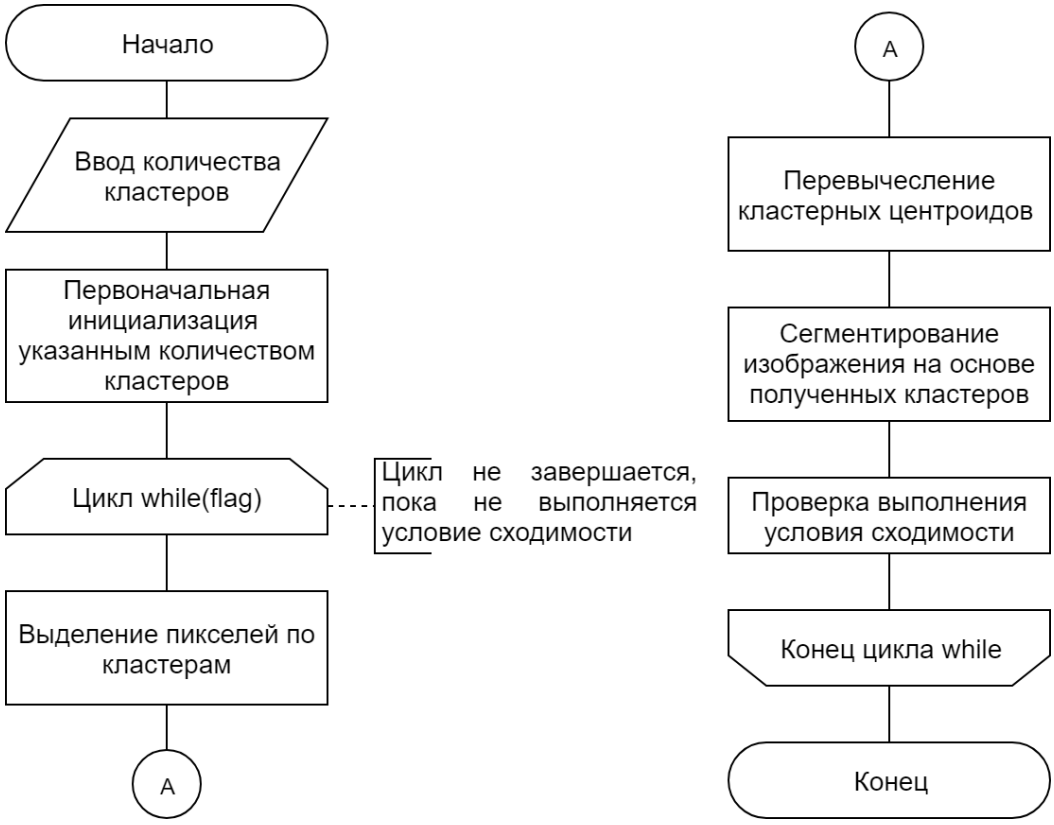


Рисунок 1 – Алгоритм сегментации изображения методом «k-средних»

К ним относятся:

− алгоритм выделение границ с помощью оператора Собеля – позволяет получить границы сегментов на отсегментированном изображении;

− алгоритм скелетизации Зонга-Суня – позволяет утоньшить полученные границы сегментов.

Для проведения эксперимента была разработана программа, реализующая вышеперечисленные методы. Эксперимент проводился над изображением размером 400×300 пикселей, количество кластеров от 2 до 6. Целью эксперимента является сегментирование исходного изображения (рисунок 2) в зависимости от заданного количества кластеров.

Результаты эксперимента отображены на рисунках 3-4.



Рисунок 2 – Исходное изображение для эксперимента

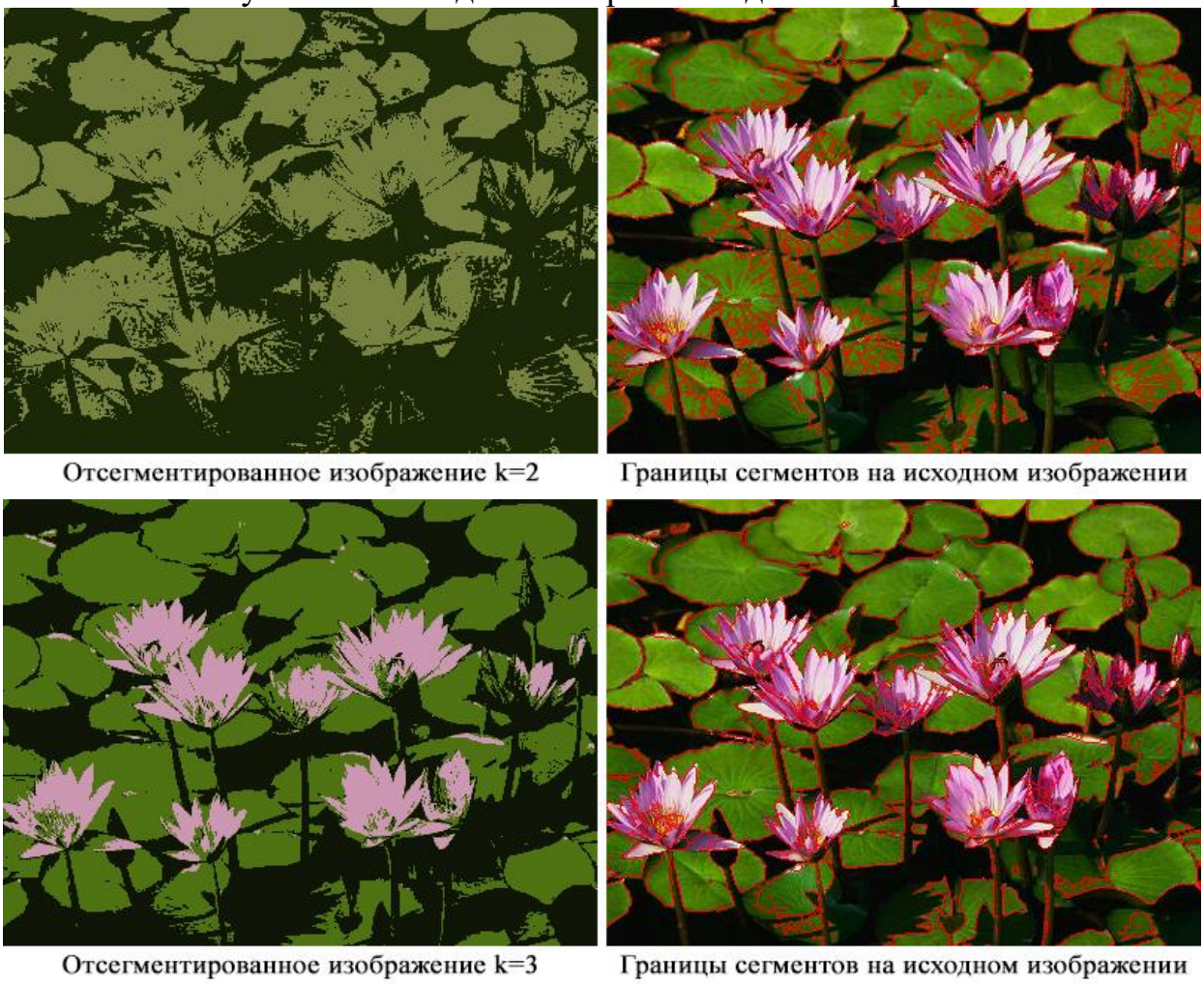


Рисунок 3 – Результаты эксперимента (начало)



Рисунок 4 – Результаты эксперимента (конец)

При количестве кластеров равном 2 видно, что выделяются не все кувшинки и сама сегментация не из лучших. Если выбрать количество кластеров 5 или 6 заметна явная избыточность выделения объектов. Количество кластеров равное 3 или 4 показывает наилучший результат сегментирования изображения.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что результат сегментации зависит от выбранного числа кластеров, которое изначально неизвестно, а подбирается пользователем в процессе эксперимента.

Литература

1 Сегментация (обработка изображений) [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2019. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сегментация_(обработка_изображений) (дата обращения: 17.05.2019).

2 Метод k-средних [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2019. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_k-средних (дата обращения: 17.05.2019)

Л.В. Романов, М.А. Кудрина

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

(Самарский университет)

Необходимость выделения границ (контуров) на цифровых изображениях возникает в процессе решения большого количества задач, связанных с анализом графических объектов. Такая потребность обусловлена тем, что большинство методов распознавания образов основано именно на работе с границами объектов. Работа с границами объектов позволяет значительно уменьшить объем обрабатываемых данных, при этом граница сохраняет всю важную информацию, заложенную в изображении, к примеру, форму, размер и количество. Главной особенностью техники обнаружения границ является возможность извлечь точную линию с хорошей ориентацией.

Правильно и четко выделенная граница способствует наилучшему распознаванию образа, что очень важно в медицине, при определении биометрии, в сельскохозяйственной и железнодорожной отраслях, космической и оборонной промышленности и т.д.

В данной работе рассматривается выделение границ методом Кэнни.

Оператор Кэнни (детектор границ Кэнни, алгоритм Кэнни) в дисциплине компьютерного зрения – оператор обнаружения границ изображения. Был разработан в 1986 году Джоном Кэнни и использует многоступенчатый алгоритм для обнаружения широкого спектра границ в изображениях [1].

Этапы алгоритма выделения границ методом Кэнни:

1 этап. Сглаживание

Сглаживание функцией Гаусса (фильтром Гаусса) происходит посредством применения процедуры фильтрации. Маской фильтра является матрица, заполненная по нормальному закону распределения.

Уравнение для ядра фильтра Гаусса размером $(2k+1) \times (2k+1)$ определяется следующим образом:

$$H_{ij} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(i-(k+1))^2+(j-(k+1))^2}{2\sigma^2}}, 1 \le i,j \le (2k+1). \quad (1)$$

Маска «скользит» по изображению попиксельно, умножая значения яркости данного пикселя на значение ячейки матрицы фильтра и суммируя полученные значения. В конечном итоге получается сглаженное изображение, в котором количество шума уменьшено и границы приближены к идеально ступенчатым [2].

2 этап. Поиск градиентов

Поиск основан на свертке изображения целочисленными фильтрами в вертикальном и горизонтальном направлениях. Такими фильтрами в операторе Кэнни являются фильтры Собеля. Границы отмечаются там, где градиент изображения приобретает максимальное значение [2].

Ядро горизонтального фильтра Собеля:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Ядро вертикального фильтра Собеля:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Модуль градиента вектора определяется следующим образом:

$$|\nabla f| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}. \quad (4)$$

Направление вектора градиента находится следующим образом:

$$\alpha(x,y) = \operatorname{arctg}\left(\frac{G_y}{G_x}\right), \quad (5)$$

где $\alpha(x,y)$ – угол между направлением ∇f в точке (x,y) и осью x.

3 этап. Подавление не-максимумов

Следующий этап алгоритма, это подавление не-максимумов. Кэнни ввел это понятие, означающее, что пикселями границ объявляются пиксели, в которых достигается локальный максимум градиента яркости в направлении вектора градиента. Значения направлений вектора градиента яркости округляются до значений кратных 45 градусам [2].

Условия объявления пикселями границ:

а) для $\alpha = 0°$ и $180°$: $\nabla f(x-1,y) < \nabla f(x,y) > \nabla f(x+1,y)$;

б) для $\alpha = 90°$ и $270°$: $\nabla f(x,y-1) < \nabla f(x,y) > \nabla f(x,y+1)$;

в) для $\alpha = 45°$ и $225°$: $\nabla f(x-1,y+1) < \nabla f(x,y) > \nabla f(x+1,y-1)$;

г) для $\alpha = 135°$ и $315°$: $\nabla f(x+1,y+1) < \nabla f(x,y) > \nabla f(x-1,y-1)$.

4 этап. Двойная пороговая фильтрация

Пиксели со значениями яркости больше или равными верхнему порогу могут считаться достоверными граничными пикселями. Пиксели со значениями яркости меньше или равными нижнему порогу, будут подавлены. Пиксели значения яркостей, которых попали в область между верхним и нижним порогом,

принимают фиксированное среднее значение и их отношение к границе будет уточнено на следующем этапе [2].

5 этап. Трассировка области неоднозначности

Задача сводится к выделению групп пикселей, получивших на предыдущем этапе промежуточное (среднее) значение и отнесению их к границе или подавлению.

Пиксель добавляется к группе, если он соприкасается с ней по одному из восьми направлений.

$$\left\{\begin{matrix} I_{P(x,y)} = 100 => P(x,y) = bufP \\ I_{P(x+k,y+k)} = 255 \\ \alpha(x,y) = \alpha(x+k, y+k) \end{matrix}\right\} => I_{P(x,y)} = 255, \quad (6)$$

где $k \in \{-1; 0; 1\}$.

Если для исследуемого пикселя выполняются описанные выше условия, то он становится граничным пикселем, то есть ему присваивается яркость 255 [2].

Вычислительный эксперимент

Для проведения эксперимента была разработана программа, реализующая вышеперечисленные этапы метода Кэнни, а также реализован этап предварительной обработки – перевод изображения в оттенки серого. Эксперимент проводился над изображением автомобильного номера (рисунок 1) размером 750×520 пикселей с разными значениями порогов. Целью эксперимента является выделение букв и цифр госномера автомобиля.



Рисунок 1 – Исходное изображение для эксперимента



Рисунок 2 – Эксперимент при изменении нижнего порога фильтрации



Рисунок 3 – Эксперимент при изменении верхнего порога фильтрации

В данном случае опытным путем было установлено, что изменение значения нижнего порога фильтрации почти никак или даже совсем никак не влияет на результат обработки (рисунок 2).

Исходя из этого имеет смысл менять только значение верхнего порога фильтрации. Результаты обработки с различными значениями верхнего порога приведены на рисунке 3.

При значении верхнего порога равном 25-130 на изображении остаются некоторые избыточные границы, при значении равном 150 эти границы частично начинают пропадать, при значении равном 170 эти границы пропадут еще больше, однако начинают ухудшаться и границы букв и цифр, при значениях равных 200-220 границы букв и цифр становятся еще хуже. Поэтому самым оптимальным вариантом в данном эксперименте можно принять значение верхнего порога равным 170.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что качество выделения границ зависит от порогов фильтрации, которые задаются пользователем в процессе проведения эксперимента, изначально они неизвестны и подбираются для каждого изображения индивидуально.

Литература

1 Оператор Кэнни [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2019. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Оператор_Кэнни (дата обращения: 09.05.2019).

2 Клюев А. В., Аристов Г. В. Определение параметров микроструктуры металлов методами компьютерного зрения (Пермский Национальный Исследовательский Политехнический Университет, Пермь).

А.А. Семенова, Е.И. Чигарина

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕПЛИКАЦИИ ДАННЫХ В MS SQL SERVER

(Самарский университет)

Репликация представляет собой набор технологий копирования и распространения данных и объектов баз данных между базами данных, а также синхронизации баз данных для поддержания отложенной согласованности [1]. Отложенная согласованность предполагает синхронизацию данных не постоянную, а через указанный промежуток времени. Репликация позволяет распространять данные удаленным или мобильным пользователям по локальным или глобальным сетям.

В разных программных продуктах по-своему реализован механизм репликации. Но существуют общие принципы ее реализации. При реализации репликации используются такие понятия, как «издатель», «подписчик», «статья». Издателем является сервер, отправляющий информацию. Подписчиком – соот-

ветственно принимающий сервер. Статья – набор данных или объектов базы данных, передаваемых от издателя подписчику.

В данной работе решается задача анализа различных типов репликации данных в MS SQL Server с формулировкой рекомендаций по их использованию.

В MS SQL Server реализовано три типа репликации: репликация моментальных снимков, репликация транзакций и репликация слиянием. При репликации моментальных снимков подписчики получают полностью новый набор данных, который заменяет прежний [2]. При репликации транзакций передаются только изменения данных и схемы на издателе. При репликации слиянием отслеживаются изменения в базе данных, а затем синхронизируются с базами данных издателя и подписчика.

Для реализации репликации в MS SQL Server использовался выпуск SQL Server 2017 Developer Edition, SQL Server Management Studio для конфигурирования и управления. Для подсчета времени репликации применялся сервис SQL Server Profiler. Для сравнительного анализа использования тех или иных видов репликации данных тиражировались различные виды статей; разное количество таблиц и записей; различные виды ограничений целостности.

В MS SQL Server в каждом типе репликации есть возможность публикации разного набора статей:

1) ограничение первичного ключа можно публиковать, используя репликацию моментальных снимков и слияния;

2) пользовательскую статистику, значения по умолчанию, правила, атрибут разреженного столбца – с помощью репликации моментальных снимков и транзакций;

3) хранимые процедуры INSERT, UPDATE, DELETE – с помощью репликации транзакций и слияния.

Для того чтобы выяснить, влияет ли ограничение целостности на продолжительность тиражирования данных, было проведено измерение времени репликации двух таблиц с различными видами ограничений целостности. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исследование времени тиражирования от видов ограничений целостности

Ограничение целостности	Репликация моментальных снимков (сек)	Репликация транзакций (сек)	Репликация слиянием (сек)
Без учета ограничения целостности	6,76	6,31	1,31
Простой внешний ключ	7,10	6,42	1,33
Составной внешний ключ	7,17	6,50	1,41
Уникальный ключ	6,77	6,36	1,35

Из таблицы видно, что уникальный ключ не влияет на тиражирование данных, а внешний ключ увеличивает время репликации. Быстрее всего выполняется репликация слиянием, а дольше всего – моментальных снимков.

Далее было проведено исследование зависимости времени тиражирования от объектов баз данных для разных типов репликации. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исследование времени тиражирования от объектов баз данных

Объекты базы данных	Репликация моментальных снимков (сек)	Репликация транзакций (сек)	Репликация слиянием (сек)
Хранимая процедура	6,45	6,86	1,72
Хранимая функция	6,74	7,07	1,96
Представления	7,33	8,01	2,21
Триггер	8,27	9,51	2,49

Из таблицы видно, что меньше всего времени занимает тиражирование хранимой процедуры, а дольше всего – тиражирование триггеров. Самой быстрой является репликация слиянием, а самой медленной – репликация транзакций.

Сформировав график (рисунок 2) зависимости времени репликации от количества публикуемых таблиц было выяснено, что с ростом количества таблиц растет время репликации. Самым быстрым типом репликации является репликация слиянием, а самым медленным – репликация моментальных снимков.

При исследовании зависимости времени репликации от количества публикуемых записей в таблице (рисунок 3) оказалось, что с ростом количества записей увеличивается и время тиражирования, при этом быстрее всего выполняется репликация слиянием.

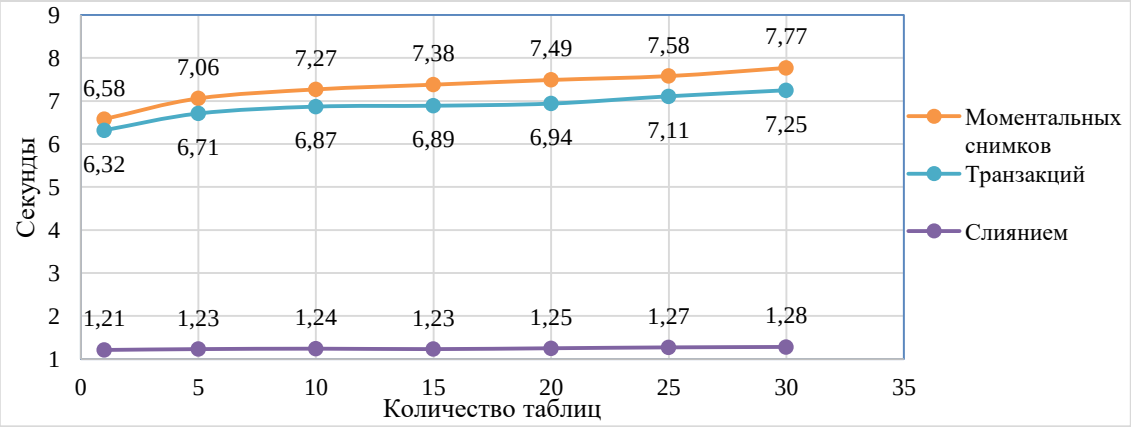


Рисунок 2 – Зависимость времени репликации от количества таблиц

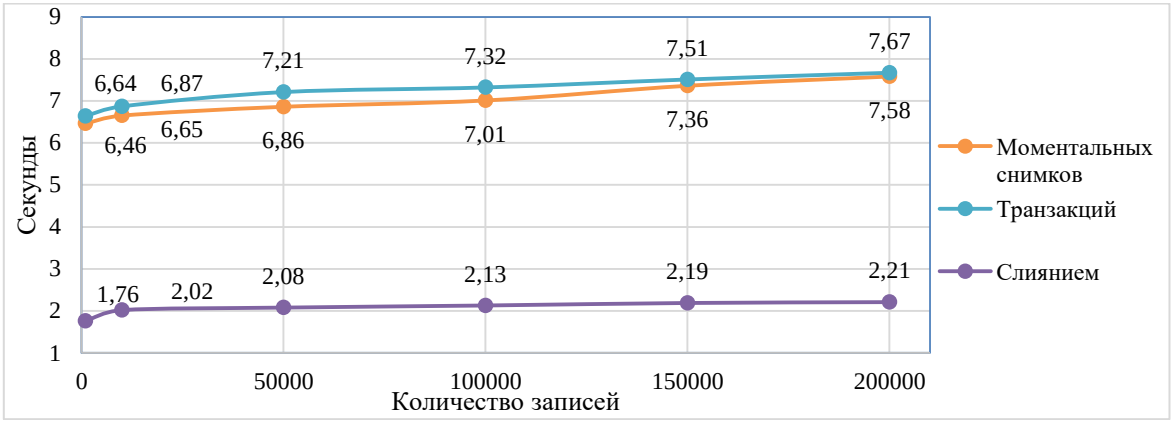


Рисунок 3 – Зависимость времени репликации от количества записей в таблице

Так как в репликации транзакций сначала выполняется моментальный снимок, а затем передаются подписчикам только последующие изменения, была исследована зависимость времени тиражирования от количества новых записей, если подписка уже была создана. В таблице изначально присутствовало 25000 записей. Результаты представлены на рисунке 4. Из графика видно, что репликация транзакций выполняется существенно быстрее.

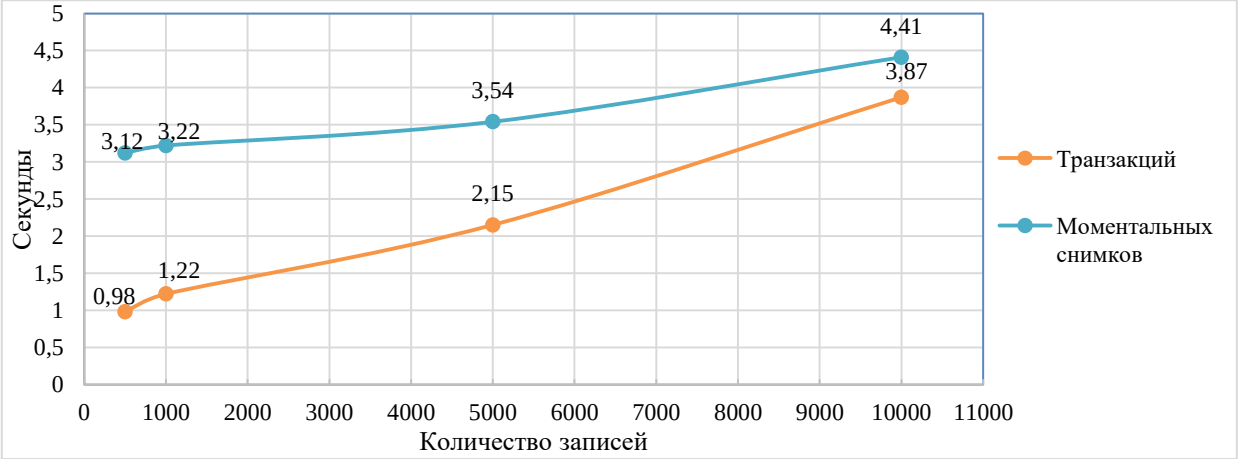


Рисунок 4 – Зависимость времени репликации от количества новых записей в таблице

Также было проведено исследование зависимости времени репликации от количества публикуемых записей в таблице, если было произведено их редактирование на издателе. В таблице было 25000 записей, при этом редактировалось разное количество записей. Результат исследования продемонстрирован на рисунке 5. В результате выяснилось, что репликация транзакций при большом количестве отредактированных публикуемых записей выполняется быстрее.

В результате анализа проведенных исследований были разработаны следующие рекомендации. Если необходимо публиковать пользовательскую статистику, значения по умолчанию, правила или атрибут разреженного столбца следует использовать репликацию моментальных снимков и репликацию транзакций. Лучше создавать связи между таблицами с помощью простого внешнего ключа.

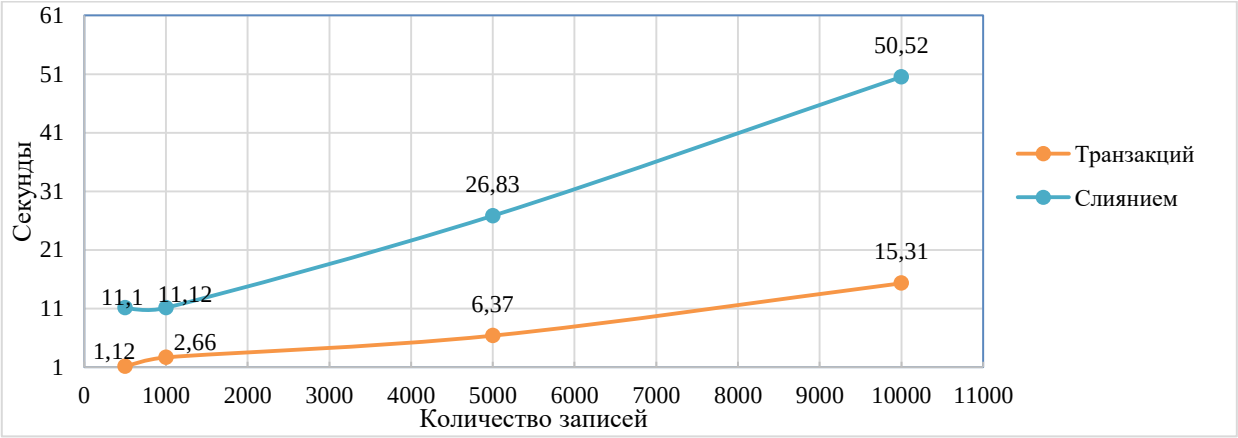


Рисунок 5 – Зависимость времени репликации от количества публикуемых записей в таблице, если было произведено их редактирование на издателе

Хранимые процедуры, хранимые функции, представления и триггеры быстрее всего тиражируются с использованием репликации слиянием. Для более быстрой передачи целой базы данных и большого количества записей единоразово использовать репликацию слиянием. Также она необходима, если данные изменяются и на издателе, и на подписчике. Если данные часто редактируются, добавляются, удаляются, рекомендуется воспользоваться репликацией транзакций. Репликация моментальных снимков необходима, когда требуется полное обновление данных.

Литература

1. Репликация Microsoft SQL Server 2005/2008 [Текст]: сборник статей от сообщества SQL.RU / Под ред. А. Гладченко и В. Щербинина. – Москва: ЭКОМ Паблишерз, 2009. – 282 с.: ил.
2. Чигарина, Е.И. Базы данных [Текст]: учебное пособие / Е.И. Чигарина. – Самара: СГАУ, 2015. – 208 с.

А.В. Серебряков[1], П.В. Трешников[2], Л.С. Зеленко[1]

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ СТРОПАЛЬЩИКОВ И ПРОВЕРЯЮЩИХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОКРАСКИ ДЕТАЛЕЙ

([1] Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2] ООО Научно-внедренческая фирма «Сенсоры. Модули. Системы»)

Современные технологические производства могут быть достаточно сложными в организации и иметь большое количество параметров и процессов, которые необходимо поддерживать в заданных режимах. Так, например, для технологического процесса окраски деталей необходимо постоянно поддерживать:

- максимальную производительность покрасочной линии;
- время, за которое тележка проходит каждый технологический пост;
- ожидаемую и фактическую загруженность линии;
- общую эффективность оборудования;
- состояние и местоположение каждой детали на покрасочной линии;
- историю прохождения тележками технологических постов;
- уведомления рабочих о событиях;
- расчет трудозатрат на ремонт оборудования.

На заводе «Джон Дир Русь» (г. Оренбург), который производит посевное и почвообрабатывающее оборудование, осуществляется раскрой, гибка и резка металла, сварка и покраска деталей, а также работают четыре сборочные линии. В связи с модернизацией производства на заводе разрабатывается расширение уже существующей АСУ ТП линии окраски.

В связи с этим появилась необходимость разработать автоматизированные рабочие места (АРМ) стропальщиков и проверяющих для данной АСУ ТП, которые должны быть реализованы в виде веб-приложений. Серверная часть АРМ должна быть развернута на виртуальном сервере, клиентская – на планшетных компьютерах рабочих, участвующих в технологическом процессе.

Структурная схема АРМ АСУ ТП линии покраски представлена на рисунке 1. В состав клиентской части входят следующие подсистемы:

1 *Подсистема визуализации*, которая отвечает за отображение процесса работы с подсистемой;

2 *Подсистема ввода и обработки данных*, которая отвечает за ввод данных пользователем, а также за обработку действий пользователей и подготовку данных для визуализации или отправки на сервер;

3 *Подсистема взаимодействия с серверной частью*, которая отвечает за отправку запросов на сервер и получение от него данных.

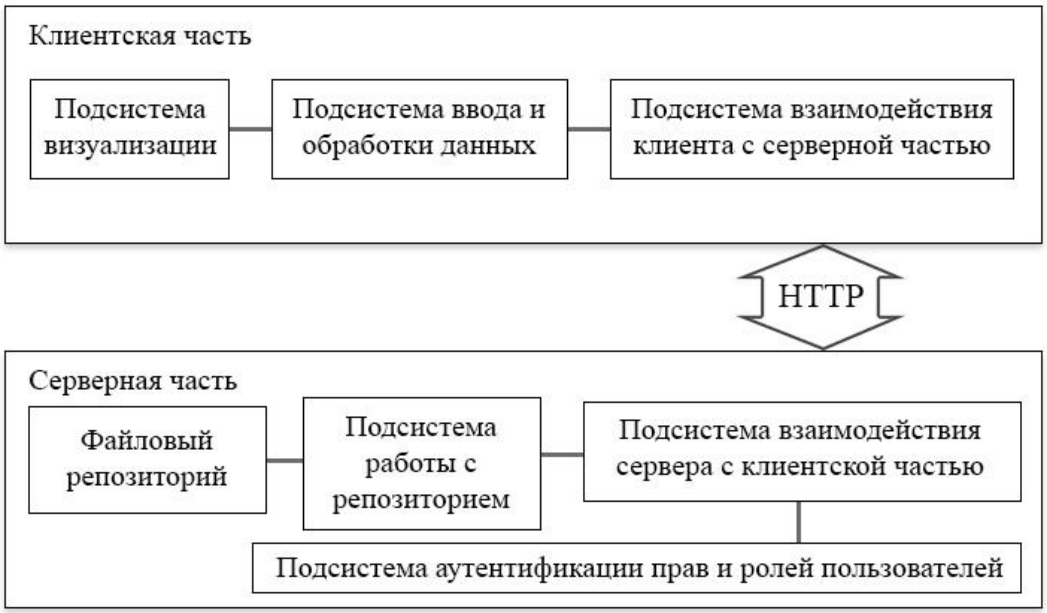


Рисунок 2.2 – Структурная схема АРМ для АСУ ТП линии покраски

В состав серверной части входят подсистемы:

4 *Подсистема работы с репозиторием*, которая отвечает за получение данных из репозитория и за запись в него;

5 *Подсистема взаимодействия сервера с клиентской частью*, в которую входят контроллеры, получающие запросы от клиента и отправляющие ему данные в ответ;

6 *Подсистема аутентификации прав и ролей пользователей;*

7 *Файловый репозиторий,* который состоит из файлов формата json и хранит все данные о деталях, технологических постах, партиях, заказах и тележках.

Стропальщик осуществляет учет погрузки и разгрузки деталей с тележки, а также просмотр списка деталей, находящихся на тележках, находящихся на зоне погрузки/разгрузки на данный момент. На рисунке 2 приведен главный экран АРМ стропальщика, на рисунке 3 экран погрузки деталей.

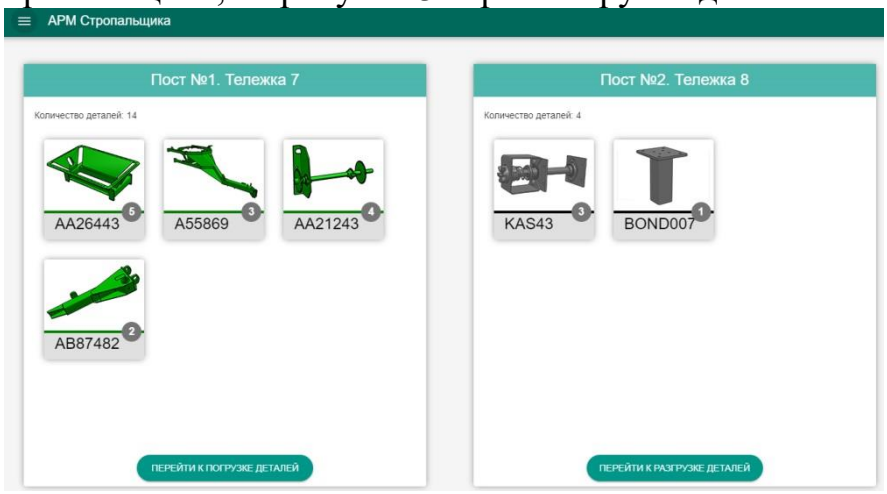


Рисунок 2 – Главный экран АРМ стропальщика

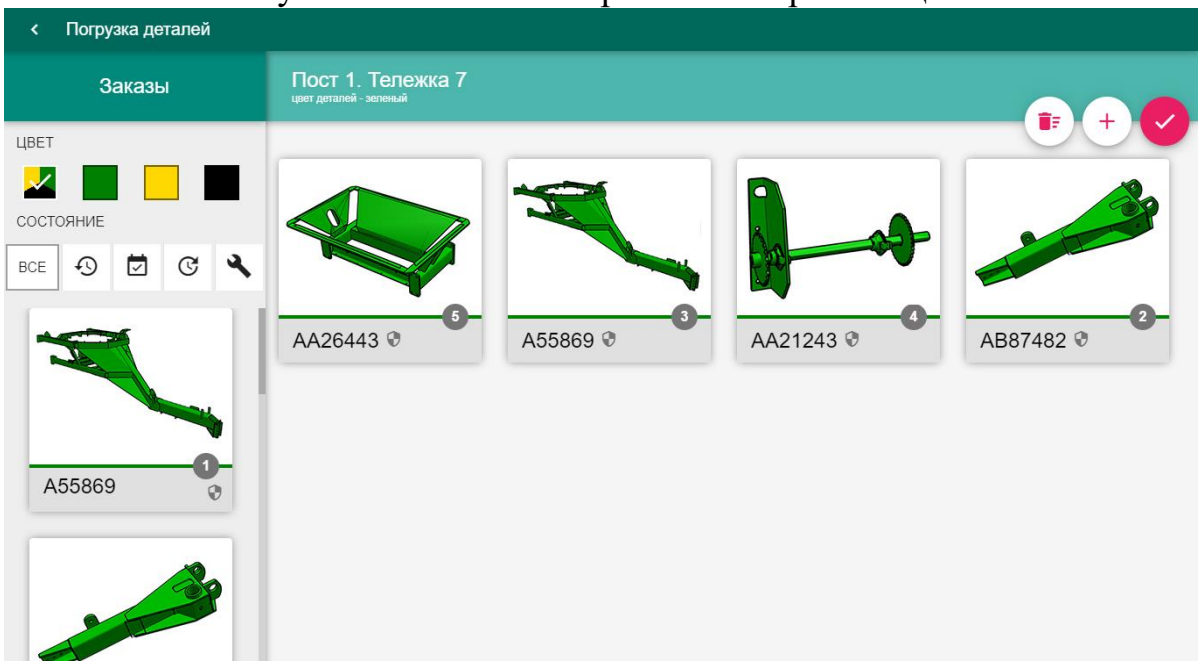


Рисунок 3– Экран погрузки деталей АРМ стропальщика

Проверяющий осуществляет учет проверки деталей, при котором он может принять покрашенную деталь или отправить ее в ремонт, учет вывода деталей из ремонта. Также проверяющий имеет возможность просмотреть историю

приема деталей за все время и передать данные о текущей проверке в систему автоматизации бухгалтерского учета. На рисунке 3 приведен главный экран АРМ проверяющего.

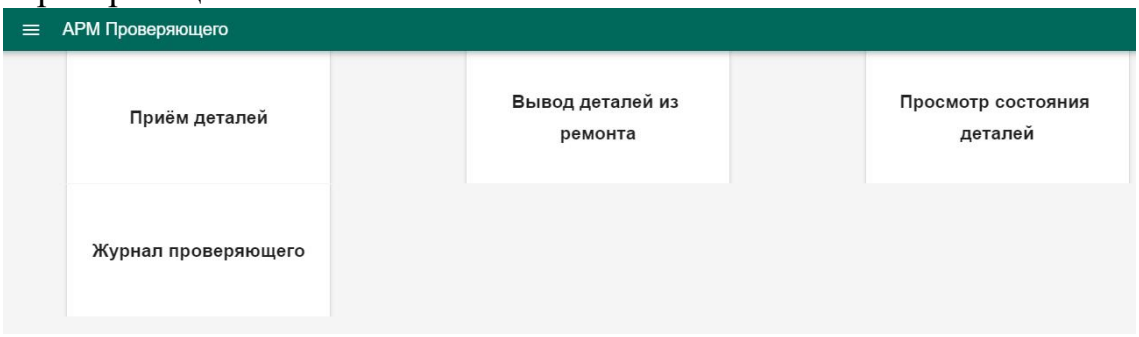


Рисунок 3.6 – Главный экран АРМ проверяющего

АРМы стропальщика и проверяющего разрабатывались на базе предприятия ООО НВФ «Сенсоры. Модули. Системы». Они будут использоваться на заводе «Джон Дир Русь» в составе АСУ ТП линии окраски.

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

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АТЛАСА УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

(Ульяновский государственный университет)

Создание электронных атласов является одним из наиболее эффективных методов экологического просвещения населения, т. к. атласы являются общедоступными и наглядными средствами отображения местности и могут создаваться для территорий любого ранга [1]. Атласы являются инструментом в анализе и управлении регионом и используются для оптимизации сети особо охраняемых природных территорий, оценки состояния окружающей среды, планирования и разработки мер по охране окружающей среды [2].

В случае использования трёхмерной геоинформационной системы (3D ГИС) все экологические объекты накладываются на рельеф местности, что позволяет проводить дополнительный анализ с учётом возвышенностей и низменностей.

На этапе проектирования ЭкоАтласа формируются модели и диаграммы, описывающие поведение системы, функциональные возможности, структуру базы данных хранения пространственной информации и т.д:

- функциональная модель, которая обеспечивает работу с графикой, базами данных, геоданными, внешними источниками и др.;
- структурная модель, которая описывает компоненты системы и их связи;
- модель описания обстановки, которая включает в себя экологические объекты, модели текстур и рельефа, динамические и статические объекты и ситуации;

- диаграмма классов, которая описывает модель и объекты предметной области;
- логическая диаграмма базы данных;
- модель библиотек, с помощью которых создаётся ЭкоАтлас [3].

Использование перечисленных выше моделей и диаграмм упрощает программную реализацию ЭкоАтласа, за счёт уточнения основных аспектов работы системы [4].

При создании ЭкоАтласа для Ульяновского региона применялись следующие web-технологии: *язык разметки HTML, язык программирования JavaScript* для создания динамической интерактивности сайта на стороне клиента, *языки программирования PHP и Python* для создания серверной части сайта, *Web-сервера Apache и Nginx* для размещения сайта в сети Интернет и обеспечения доступа к нему, *СУБД PostgreSQL* для хранения пространственных данных и дополнительной информации.

В качестве свободно распространяемых библиотек использовались: *библиотека jQuery* (взаимодействие языков JavaScript и HTML), *библиотека LeafLet* (отображение карт на сайте в двумерном виде), *библиотека Cesium* (создание трехмерного глобуса на сайте и добавление 3D-объектов), *библиотека KML* (отображение векторных карт форматов KML и KMZ), *библиотека OSMBuildings* (отображение 3D-моделей зданий и других объектов на двумерной карте), *библиотека MarkerCluster* (генерализация и группирование объектов, расположенных близко друг к другу).

Поддерживаемые форматы карт: *векторные* (*форматы KML, KMZ* – форматы на основе языка XML для представления трёхмерных геопространственных данных; *формат GeoJSON* – текстовый формат, основанный на хранении данных в виде классов, объектов и массивов), *растровые* (*графические форматы PNG, JPG, GIF* с привязкой по координатам левого верхнего и правого нижнего углов изображения; *протоколы WMS, WFS* - протоколы, обеспечивающие хранение и привязку изображений по координатам в специальных базах данных, размещенных удалённо).

Для хранения экологических данных разработана ER-модель базы данных, описывающая таблицы, содержащие информацию о слоях (Рис. **3**).

Экологический атлас Ульяновской области представляет собой Web-портал, в котором на весь экран отображается двумерная карта области с возможностью её выбора из перечня Интернет-ресурсов (OpenStreetMap, Google maps, Яндекс-карты, ArcGIS и др.).

Функциональная модель экологического атласа Ульяновской области описывает функции по управлению картой, экологическими объектами, а также взаимодействию с Web-сервером и внешними системами (Рис. **4**).

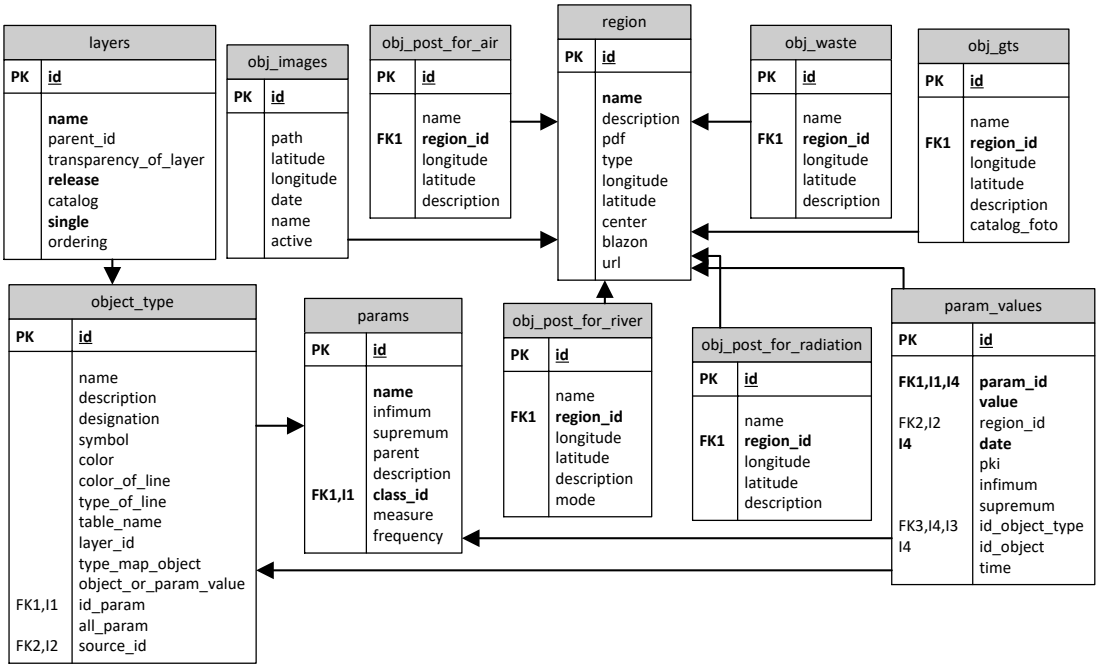


Рис. 3. Логическая модель базы данных экологического атласа Ульяновской области

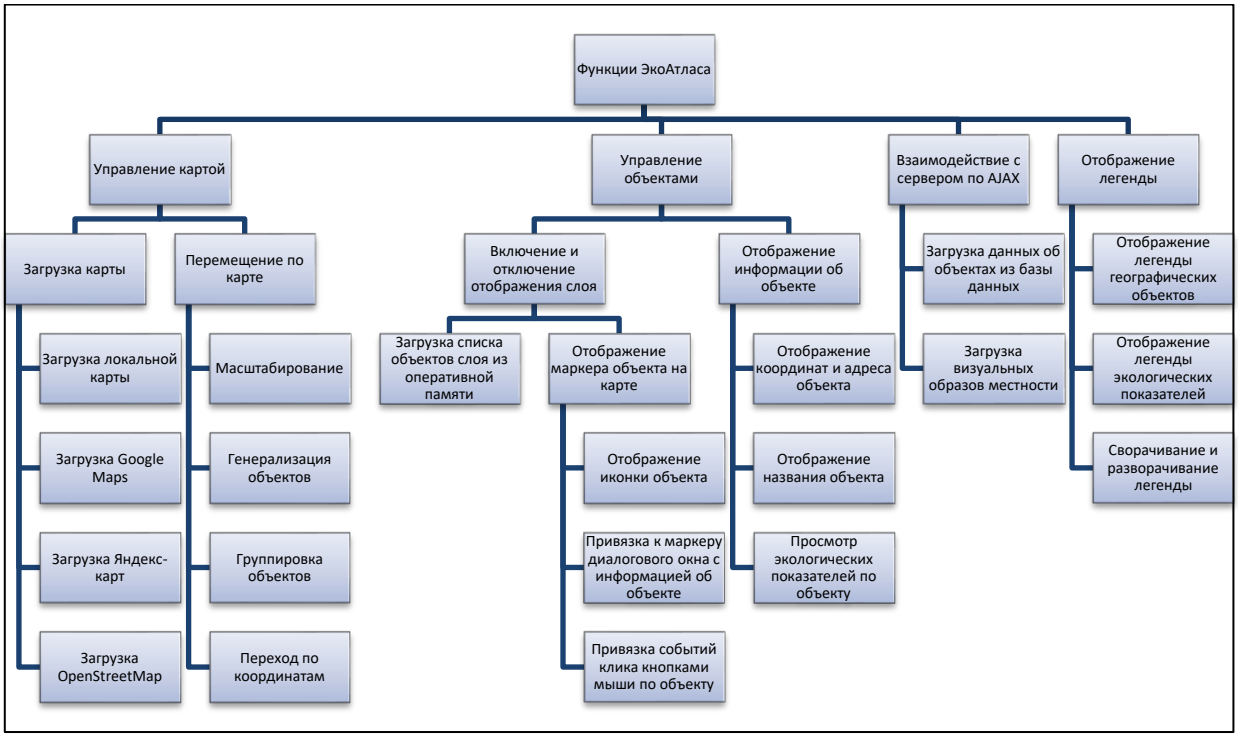


Рис. 4. Функциональная модель экологического атласа Ульяновской области

В левой части экрана реализована панель выбора отображаемых слоёв. Классификация объектов ЭкоАтласа следующая: административные объекты: (муниципальные образования, районы города и областей и т.д.), социально-экономические объекты (уровень социально-экономического развития, рождаемость, смертность, младенческая смертность, уровень оборота розничной торговли, этнический состав населения и т.д.), физико-географические объекты

(рельеф, климат, геологическое строение, типы почвы, типы растительности, животный мир, поверхностные воды, подземные воды, родники, гидрогеологическая карта и т.д.), функционально-экологические объекты (объекты негативного воздействия на окружающую среду, особо охраняемые природные зоны, отходы, система мониторинга поверхностных вод, система мониторинга атмосферного воздуха, гидротехнические сооружения, скважины и т.д.), геоэкологические объекты (почвенные ресурсы, минерально-сырьевые ресурсы и т.д.). При нажатии на карте на метку объекта открывается модальное окно с дополнительной информацией о нём.

В правой нижней части экрана реализована легенда, в которой выводятся все отображаемые слои, а также выбранные экологические параметры (уровень рождаемости, уровень заболеваемости, средняя заработная плата и др.).

В ЭкоАтласе предусмотрена возможность отображения фотографий региона с привязкой по координатам. В случае, если в meta-данных фотографии сохранены координаты съёмки, то система автоматически привязывает загружаемую фотографию по этим координатам, в противном случае их необходимо указать вручную.

В экспериментальном формате реализовано 3D-отображение производственных и жилых сооружений на карте. Для этого у одного из районов г. Ульяновска созданы 3D-модели всех зданий и сохранены в базе данных формате GeoJSON.

Для загрузки актуальной экологической информации разработана панель администратора, где имеется возможность ввода текущих показателей по системам мониторинга воды, воздуха и радиационной обстановки в регионе, уровням социально-экономического развития населения, а также для добавления новых слоёв.



Рис. 5. Интерфейс пользователя ЭкоАтласа Ульяновской области

Представленный в настоящей статье программно реализованный экологический атлас Ульяновской области позволяет пользователям решать достаточно большой спектр задач, в том числе: обучение и получение дополнитель-

ной информации о текущей экологической обстановке в области, мониторинг показателей, получаемых с внешних источников.

Возможность отображения требуемых экологических показателей и объектов, а также их фильтрация позволяют повысить оперативность принятия решений по происходящим экологическим событиям в регионе.

Литература

1. Всероссийская общественная организация «Русское географическое общество». Экологический атлас как инструмент для охраны окружающей среды России. URL: https://www.rgo.ru/ru/grant/ekologicheskiy-atlas-kak-instrument-dlya-ohrany-okruzhayushchey-sredy-rossii (Последнее посещение 06.12.2018).

2. Смирницкая Н. Н. Использование ГИС-технологий в региональных и локальных экологических исследованиях (на примере Калужской обл.): дис. кандидата географических наук. Калужский государственный педагогический университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, 2006.

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.

4. Булаев А. А., Липатова С. В., Смагин А. А. Система автоматизированного проектирования и моделирования 3D ГИС // Вестник НГИЭИ. 2017. №6 (73), с. 18-31.

А.А. Столбова, В.В. Матвеев

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ФРЕЗЫ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

(Самарский университет)

Цифровая обработка сигналов играет важную роль в науке и промышленности, начиная с середины XX века, то есть с момента проявления данного направления. Отдельного места заслуживает данный метод в машиностроении, где важна точность и быстрота определения неисправности для уменьшения процента брака. Производственные цепочки предприятий обзаводятся огромным количеством датчиков, снимающих самые различные показатели на всём протяжении технологического процесса. Каждый сигнал с датчика может быть обработан при помощи вычислительной машины, что увеличивает точность и быстроту получения конечных выводов по исследуемому сигналу. Однако существует проблема отсутствия адекватного программного обеспечения, работающего в данной области. Традиционно используются либо специализированные пакеты программного обеспечения, исполненные для автоматизации математических расчётов, такие как MatLab, примером чего является учебное пособие «Практика использования вейвлет-анализа в дефектоскопии» [1], либо пи-

шутся программы, не покидающие стен предприятия. Оба подхода имеют значительные недостатки. Легальная лицензионная копия пакета MatLab имеет довольно высокую стоимость (бессрочная лицензия стандартного пакета имеет стоимость 2350$ на момент написания данной работы [2]), а программы, не покидающие стен предприятия, не могут принести потенциального дохода, в случае коммерческого использования, либо принести безвозмездной пользы в виде разработки с открытым исходным кодом.

В рамках данной работы рассматривается процесс разработки автоматизированной системы контроля состояния фрезы с использованием вейвлет-преобразования. Вейвлет-преобразование на данный момент является одним из перспективных способов анализа сигналов и изображений. Использование данного преобразования позволяет достичь более точных результатов в анализе непериодических сигналов, чем преобразование Фурье. В качестве элемента, проводящего непосредственно анализ результата преобразования, используется искусственная нейронная сеть.

Разрабатываемая система является клиентским приложением без привязки к сети. На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования системы.

Согласно диаграмме, у системы предусмотрен только один тип пользователей. Пользователь имеет следующие возможности:

- создание, сохранение и загрузка нейронной сети;
- создание обучающего комплекта задач и обучение сети;
- загрузка исследуемого сигнала;
- получение ответа системы на поставленную задачу.

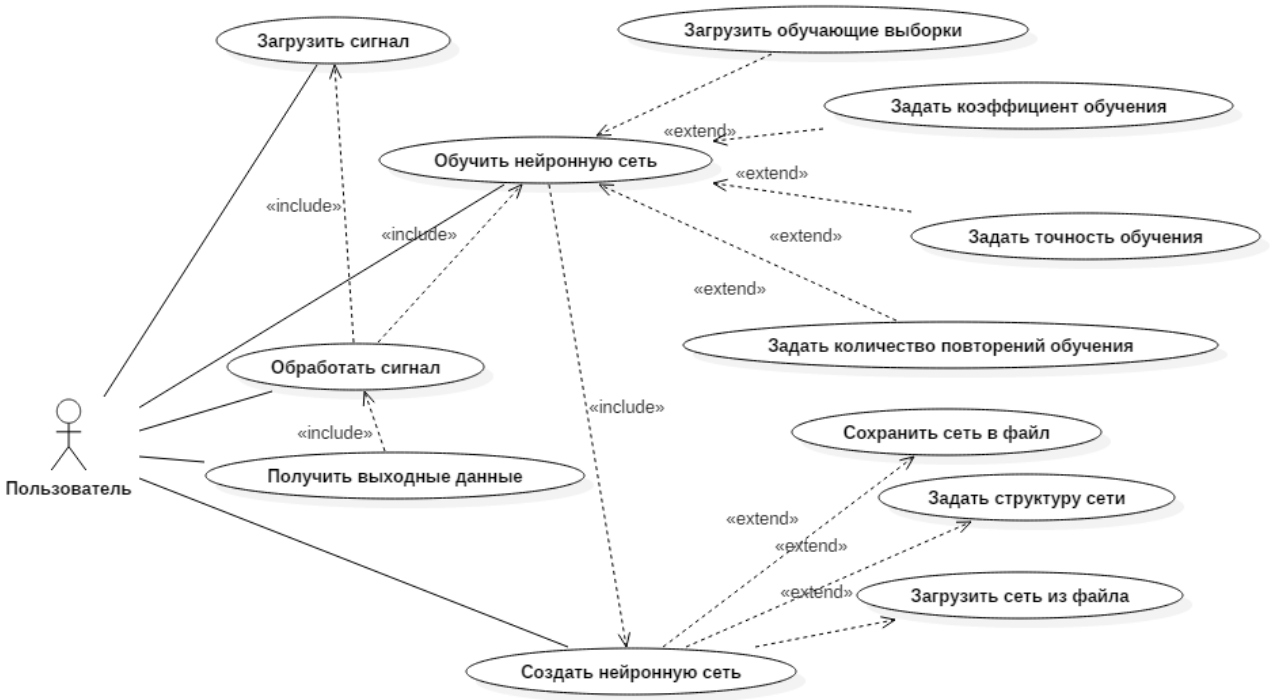


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

На рисунке 2 представлена диаграмма последовательности, иллюстрирующая временные промежутки жизни данных в системе и процессы, проводящиеся над данными.



Рис. 2. Диаграмма последовательности системы

Так, видно, что при загрузке исследуемого образца на выходе программы пользователь получает два ответа: ответ нейронной сети, являющийся предположением и обладающий той точностью, с которой её ранее обучили, и графическое представление результатов преобразования, которое пользователь, при достаточном навыке работы с подобными диаграммами, сможет проанализировать самостоятельно. Не будет лишним отметить факт того, что в систему встроен инструментарий проектирования нейронных сетей типа «многослойный персептрон» с произвольным числом слоёв и их составом, что позволяет экспериментальным путём подобрать оптимальную архитектуру сети для заданной задачи.

Следует заметить, что программа является универсальной и её использование не ограничивается исключительно анализом сигналов с вибродатчика фрезерного станка. При наличии записанных выборок в любой области исследований имеется возможность сформировать обучающую выборку и обучить нейронную сеть.

Одной из перспективных возможностей улучшения системы является её модифицируемость. Предполагается, что в будущем может быть реализована подсистема, позволяющая модульно загружать в систему другие типы нейронных сетей, соответствующих общему программному интерфейсу.

Разработка ведётся на языке Java, что позволяет запускать программу на любой операционной системе, поддерживающей работу JVM и имеющей установленный JRE.

Литература

1 Петров, Г.А. Практика использования вейвлет-анализа в дефектоскопии [Текст] : учеб. пособие / Г.А. Петров, Е.В. Шуранов. – СПб, 2012. – 65 с.

2 Официальный сайт компании MathWorks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mathworks.com, свободный.

А.А. Столбова, А.Л. Мажаров

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

(Самарский университет)

Каждый год на кафедре информационных систем и технологий Самарского университета проводится международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии» [1]. Существуют различные системы-аналоги, например, Агора, 1С Битрикс, AE Software. Такие системы, как правило, являются платными, разрабатываются специально для одной организации и не решают весь необходимый спектр задач. Организация каждого этапа конференции на кафедре в настоящий момент проводится сотрудниками вручную. Задачами автоматизированной системы является автоматизация следующих процессов в рамках организации:

- объявление конференции;
- сбор заявок и материалов конференции;
- формирование программы конференции;
- формирование сборника конференции.

С целью упрощения процедуры организации конференции принято решение о разработке автоматизированной системы организации международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии» [2].

В процессе разработки автоматизированной системы построена диаграмма вариантов использования (рисунок 1) в нотации UML [3].

Ролями пользователей в разрабатываемой системе являются «Участник» и «Администратор». «Участник» конференции может подать свою статью на конференцию, для чего требуется зарегистрироваться, заполнить форму подачи заявки, загрузить статью и отправить заявку на проверку. Функциями «Администратора» является работа с заявкой: выбор заявки для проверки, составление рецензии на полученные материалы, смена статуса заявки (принято к опубликованию, отклонено), включение материалов в сборник и программу конференции. Администратор может формировать программу и сборник конференции, для чего предусмотрена возможность настройки их шаблонов. Шаблон является набором структурных элементов, из которых состоит итоговый документ. В шаблоне указывается порядок элементов документа, шрифты, стили оформления и прочая информация, необходимая для верстки документа. Кроме того, администратор имеет возможность работы со справочниками: изменение, удаление, создание, редактирование.

На основании диаграммы вариантов использования разработана ER-модель системы (рисунок 2).

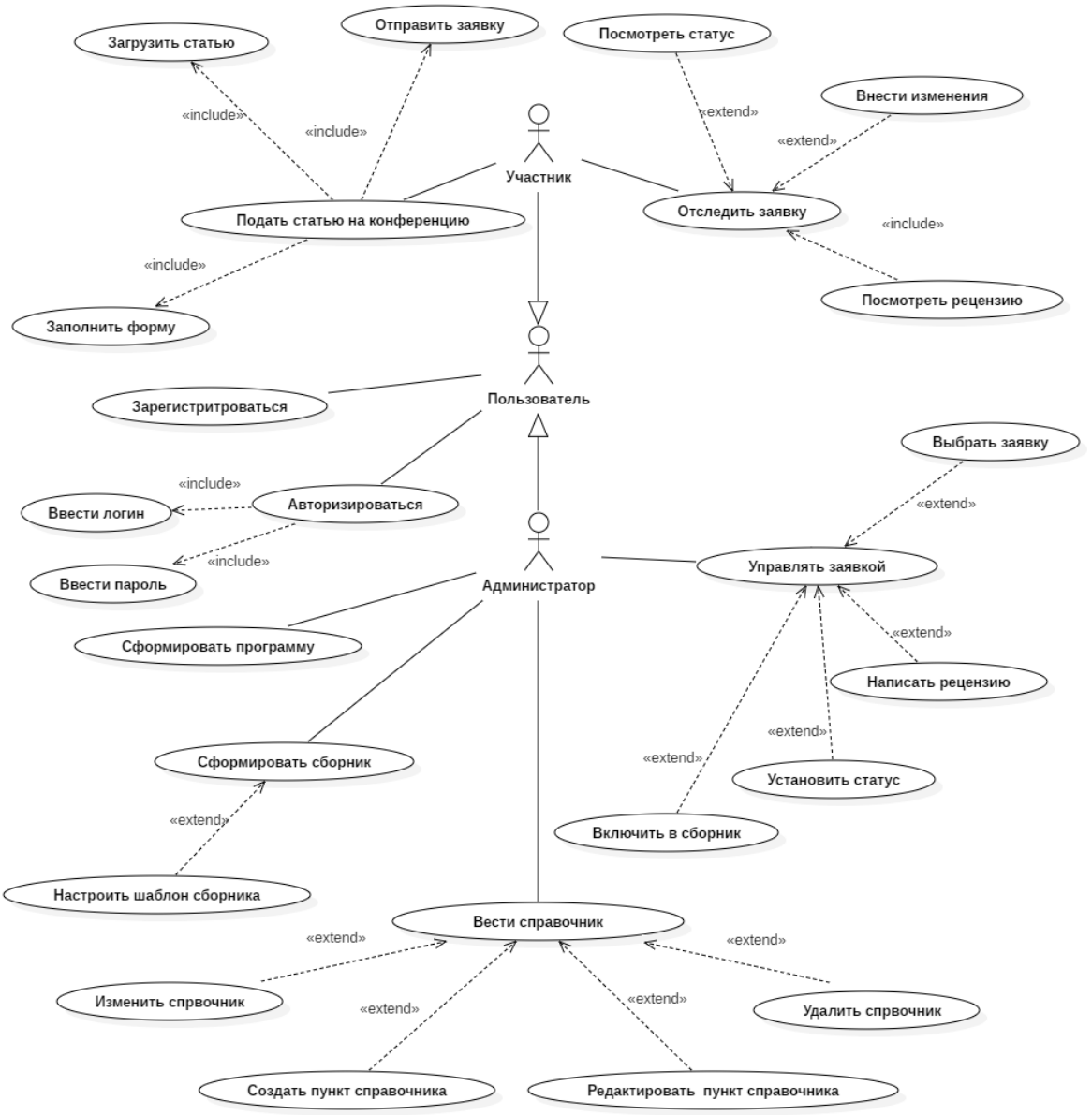


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

Разработанная автоматизированная система, структурная схема которой показана на рисунке 3, является web-приложением и включает следующие подсистемы:

– подсистема управления, необходимая для организации общего взаимодействия и работы системы;

– подсистема регистрации и авторизации, необходима для разделения ролей пользователей в системе, ограничения возможностей пользователя в системе;

– подсистема рецензирования заявок, которая является частью подсистемы деятельности администратора и предоставляет администратору системы возможность рецензировать заявки;

– подсистема составления программы позволяет администратору в автоматизированном режиме составить программу конференции;

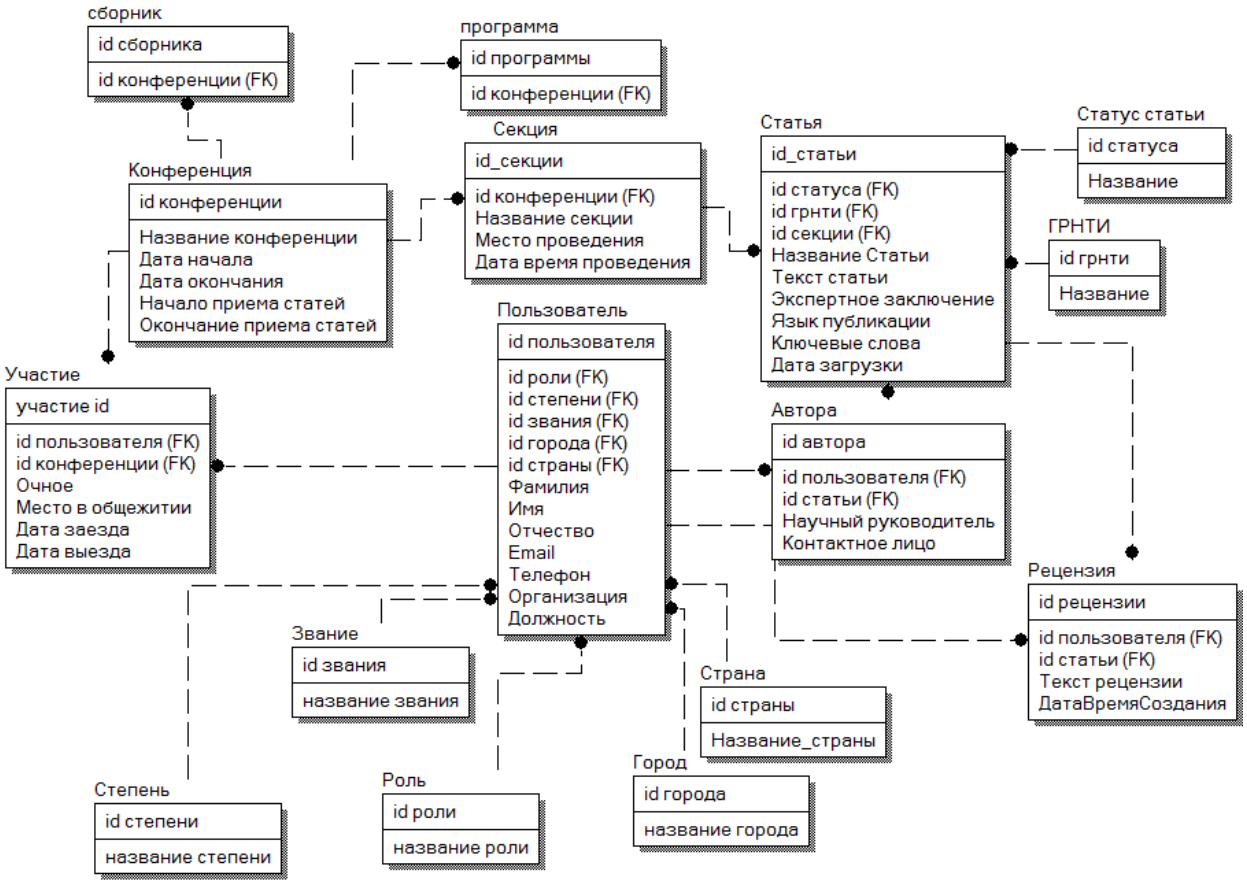


Рис. 2. Логическая модель базы данных системы

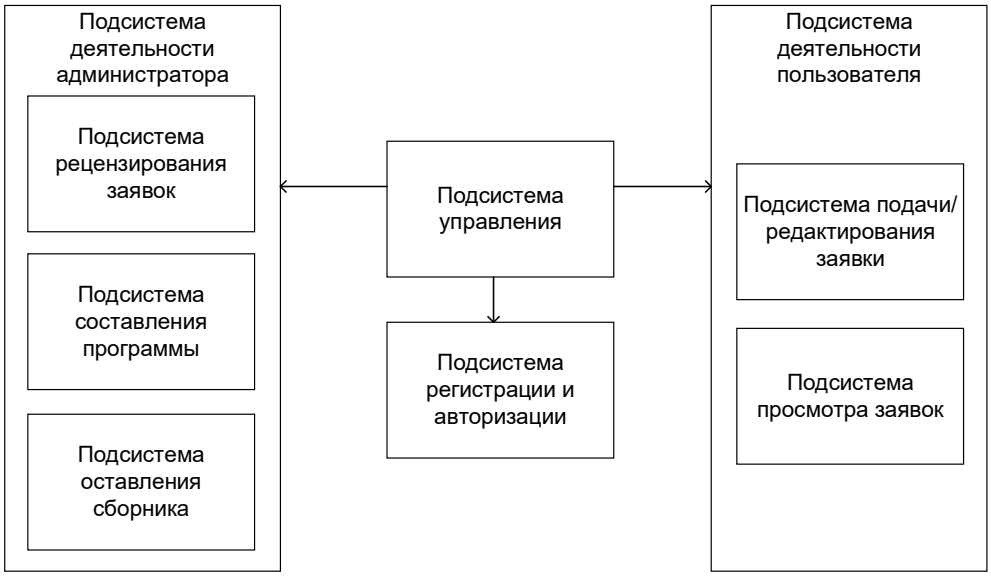


Рис. 3. Структурная схема системы

– подсистема составления сборника аналогична подсистеме составления программы;

– подсистема редактирования/подачи заявки является элементом подсистемы деятельности пользователя и предоставляет зарегистрированному пользователю системы составить и подать заявку на участие в конференции;

– подсистема просмотра заявок также является элементом подсистемы деятельности пользователя и предоставляет пользователю возможность просматривать оформленные им заявки.

Система реализована на языке программирования Java в среде программирования IntelliJ IDEA. В качестве СУБД использовалась MySQL. Для взаимодействия разработанного приложения с базой данных применялся стандарт JDBC.

Литература

1 Официальный ресурс конференции «Перспективные информационные технологии» [Электронный ресурс] – URL: https://ssau.ru/events/825-mezhdunarodnaya-nauchno-tekhnicheskaya-konferentsiya-perspektivnye-informatsionnye-tekhnologii-pit-2018 (дата обращения 10.10.2018).

2 Прохоров, С.А. Разработка автоматизированной системы организации международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии» [Текст] / С.А. Прохоров, А.Л. Мажаров / Новые информационные технологии в научных исследованиях : материалы Всерос. научн.-техн. конф. – Рязань: РГРТУ, – 2018. – Т. 2. – с. 12-13.

3 Бабич, А.В. Введение в UML [Текст] / А.В. Бабич. – М: НОУ ИНТУИТ. – 2016. – с. 209.

Б.В. Султанов

РЕКУРРЕНТНЫЙ АЛГОРИТМ БЫСТРОГО ПОИСКА В СИСТЕМАХ С КОМБИНАЦИЕЙ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ РАБОЧЕЙ ЧАСТОТЫ И ПРЯМОГО РАСШИРЕНИЯ СПЕКТРА

(Пензенский государственный университет)

Технология расширения спектра сигналов является перспективным направлением развития современных телекоммуникационных систем, поскольку позволяет получить такие преимущества, как повышенная помехоустойчивость по отношению к преднамеренным и непреднамеренным помехам, возможности обеспечения низкой вероятности обнаружения факта передачи информации, реализация множественного доступа с кодовым разделением каналов. Сущность этой технологии заключается в преднамеренном расширении полосы частот, занимаемой сигналом-переносчиком сообщений и существенно превышающей ту, которая необходима для передачи этих сообщений с заданными скоростью и критерием качества [1]. При этом в конечном итоге отмеченные выше преимущества проявляются тем в большей степени, чем шире полоса частот сигнала-переносчика. Одним из наиболее распространенных подходов к построению подобных систем является метод расширения спектра с использованием псевдослучайной перестройки рабочей частоты (ППРЧ), позволяющий обеспечить распределение энергии передаваемого сигнала в наибо-

лее широком диапазоне частот W. Дополнительное расширение полосы частот W может быть достигнуто за счёт применения комбинации методов ППРЧ и прямого расширения спектра (ПРС).

В таких системах расширение спектра передаваемого сигнала $u(t)$ на интервале T_c методом ПРС производится путём его балансной модуляции бинарной псевдослучайной последовательностью $\{c_n\}$ с периодом N, состоящей из равновероятных элементов, принимающих значения ± 1 и генерируемых с частотой $f_{\text{прс}}$, в N раз превышающей частоту $f_c = 1/T_c$ В результате ширина спектра W_u сигнала $u(t)$ увеличивается в N раз и становится равной $W_{\text{прс}} = NW_u$. Расширение спектра методом ППРЧ осуществляется за счёт управляемого датчиком псевдослучайного кода скачкообразного изменения частоты несущего колебания при модуляции передаваемого сигнала данных. При этом величина $W_{\text{ПРС}}$ представляет собой минимально необходимую разность частот между двумя смежными скачками несущей частоты $f_{h,k}$ и $f_{h,k-1}$. В том случае, когда в процессе ППРЧ используется M «прыгающих» частот, общая ширина спектра W формируемого таким образом сигнала составит $W_{\text{SS}} = M\,W_{\text{ПРС}} = M\,N\,W_u$, а его энергетический спектр на k-м скачке частоты, характеризуемом соответствующим значением мгновенной несущей частоты $f_{h,k}$, в области положительных частот при этом будет иметь максимум, располагающимся на частоте $f = f_{h,k}$.

Для снятия расширения спектра в приёмнике необходимо:

1) иметь опорную последовательность гармонических колебаний с частотами $\hat{f}_{h,k} = f_{h,k}$, что предполагает установление синхронизации между выходным сигналом опорного генератора приёмника, формирующего последовательность перестраиваемых рабочих частот $\hat{f}_{h,k}$, и принимаемым сигналом (это позволит снять расширение спектра, обусловленное ППРЧ);

2) иметь опорную последовательность $\{\hat{c}_n\}$, синфазную с псевдослучайной последовательностью $\{c_n\}$ (это позволит снять прямое расширение спектра).

Обе названные задачи должна решить система синхронизации, входящая в состав приёмника и являющаяся наиболее сложным и ответственным его элементом.

Процедура синхронизации включает в себя две стадии: первоначальную синхронизацию (поиск), обеспечивающую временное выравнивание сравниваемых сигналов с точностью приблизительно до половины длительности одного элемента расширяющей последовательности (скачка частоты при ППРЧ и одного элемента последовательности $\{\hat{c}_n\}$ при ПРС), и точную синхронизацию (слежение), приводящую к их полному совпадению [1]. При этом наиболее продолжительной и сложной является процедура поиска. Наличие необходимости двойной синхронизации системах с ПРС/ППРЧ в общем случае существенно усложняет решение данной задачи.

Вместе с тем при использовании на этапе ППРЧ в качестве датчика псевдослучайного кода, задающего закон изменения рабочей частоты, регистра

сдвига с линейной обратной связью (РСЛОС), оказывается возможной реализация рекуррентного поиска, основанного на авторегрессионном спектральном оценивании (АСО) [2], обладающего потенциально высоким быстродействием и упрощающего процедуру совместной первоначальной синхронизации в комбинированной системе с ПРС/ППРЧ. Идея этого метода основана на измерении значения несущей частоты текущего скачка принимаемого сигнала с ППРЧ и установлении по нему управляющего кода, формируемого в данный момент времени генератором псевдослучайной последовательности, определение которого и является задачей поиска. Однако вследствие мешающего влияния шума установление значения кода на основе точного однократного измерения мгновенной частоты принимаемого сигнала в реальной ситуации неосуществимо. Устранить в необходимой степени это влияние на результат измерения частоты при использовании в качестве датчика псевдослучайного кода РСЛОС оказывается возможным за счёт того, что код РСЛОС определяется на основе L (L – количество разрядов РСЛОС) последовательно выполняемых с помощью АСО оценок частоты следующих друг за другом скачков, причём из каждого двоичного числа, соответствующего очередной оценке, используется лишь один старший или наиболее значимый бит (НЗБ). При этом общая длительность t_n процедуры поиска составит $t_n = LT_c$. Подробно возможные алгоритмы реализации рекуррентного поиска с использованием АСО применительно к системе с ППРЧ представлены в работе [2].

В зависимости от соотношения длительностей информационного символа $T_т$ и скачка частоты $T_с$ различают системы с быстрой и медленной ППРЧ. В первом случае $T_т = rT_с$, где r – целое, и один информационный символ передаётся на r различных несущих частотах; во втором – $T_с = rT_т$, и на одной несущей частоте передаются несколько информационных символов. Системы с быстрой ППРЧ в ряде случаев обеспечивают более высокую степень подавления преднамеренных и непреднамеренных помех (в частности, они более устойчивы к помехе, обусловленной многолучевым распространением сигнала в радиоканале). При этом при комбинировании быстрой ППРЧ с ПРС ввиду малости $T_с$ значение N может быть выбрано небольшим (например, $N \le 10$).

В таких условиях отмеченное выше свойство энергетического спектра сигнала ПРС/ППРЧ, заключающееся в в соответствии его максимума мгновенному значению $f_{h,k}$, позволяет применить данный подход определения $f_{h,k}$ и в комбинированной системе ПРС/ППРЧ. При этом задача первоначального фазирования последовательностей $\{\hat{c}_n\}$ и $\{c_n\}$ в комбинированной системе при небольших значениях N оказывается аналогичной проблеме устранения первоначальной неопределённости начала поиска, обусловленной несинхронностью моментов скачкообразного изменения частоты принимаемого сигнала с границами интервалов оценивания в приемнике в системе с ППРЧ [2]. В подобной ситуации алгоритм поиска заключается в следующем. Вначале осуществляется запоминание последовательности $\{y_з(k)\}$, содержащей $2N_с$ отсчётов входного

сигнала, выбранных за время $2T_c$. Далее параллельно во времени рекуррентным методом на основе АСО осуществляется вычисление N оценок текущего значения управляющего кода РСЛОС. Для вычисления i-й оценки ($i=\overline{1,N}$) в качестве входного сигнала используется фрагмент $\{y_з^i(k)\}$ запомненной последовательности $\{y_з(k)\}$ длительностью N_c, сдвинутый относительно её начала на $(i-1)\frac{N_c}{N}$ отсчётов:

$$y_з^i(k)=\begin{cases} y_з(k) & \text{при } (i-1)\frac{N_c}{N} < k \le (i-1)\frac{N_c}{N}+N_c \\ 0 & \text{при других } k \end{cases}.$$

После этого осуществляется тестирование правильности полученных результатов, реализуемое параллельно во времени с использованием N корреляторов. На один из их входов подаётся сигнал, пришедший из канала и задержанный на время t_n, а на второй − опорный сигнал, формируемый как промодулированная последовательностью $\{c_n\}$ совокупность отсчётов несущего колебания с частотой $f_{h,k}$, задаваемой соответствующей оценкой управляющего кода РСЛОС. Синхрокод РСЛОС, обеспечивший наилучший положительный результат тестирования, принимается за окончательное решение задачи поиска. При этом оказывается решённой и задача первоначального фазирования последовательностей $\{\hat{c}_n\}$ и $\{c_n\}$.

Предлагаемое решение апробировано на имитационной модели.

Литература

1. Гаранин, М.В. Системы и сети передачи информации./ М.В. Гаранин, В.И. Журавлёв, С.В. Кунегин − М.: Радио и связь, 2001.− 335 с.

2. Султанов, Б. В. Исследование метода быстрого поиска в системах с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты. / Б.В. Султанов, Н.Б. Румянцева, С.Л. Зефиров // Радиотехника и электроника, 2013, том 58, №6, с. 583-591.

А. М. Сундеев, М.Д. Лимов, А.С. Домашева, М.Н. Осипов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУХКООРДИНАТНОГО ОПТИЧЕСКОГО СЕЙСМОДАТЧИКА

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

Среди огромного разнообразия проблем по обеспечению инженерно-технической безопасности любого объекта одной из важных задач является защита его периметра как первого и наиболее ответственного рубежа охраны. Обнаружение и предотвращение попыток несанкционированного проникновения осуществляется техническими методами защиты, которые устанавливаются

по периметру охраняемого объекта. Среди средств защиты можно выделить такие, как фотоэлектрические датчики, радиолучевые средства защиты, магнитометрические, вибрационные, волоконно-оптические и сейсмические системы обнаружения. В последнее время особое внимание уделяется сейсмодатчикам, использующим оптические методы для получения более высокой чувствительности [1,2]. В статье [3] рассмотрен метод обнаружения сейсмических волн на основе интерферометра Майкельсона со сферическими волнами. В работе были проведены теоретические и экспериментальные исследования, которые показали возможность регистрации вибрационных волн на основе интерферометра Майкельсона на сферических волнах с высокой чувствительностью. Недостатком предложенной схемы является то, что в зависимости от расположения интерферометра регистрируются по отдельности только продольные или поперечные виброколебания исследуемой поверхности.

В общем случае возникает необходимость одновременной регистрации продольных и поперечных виброколебаний исследуемой поверхности. Для решения данной проблемы предлагается оптическая схема, представленная на рисунке 1, которая позволит одновременно регистрировать как продольные, так и поперечные виброколебания.

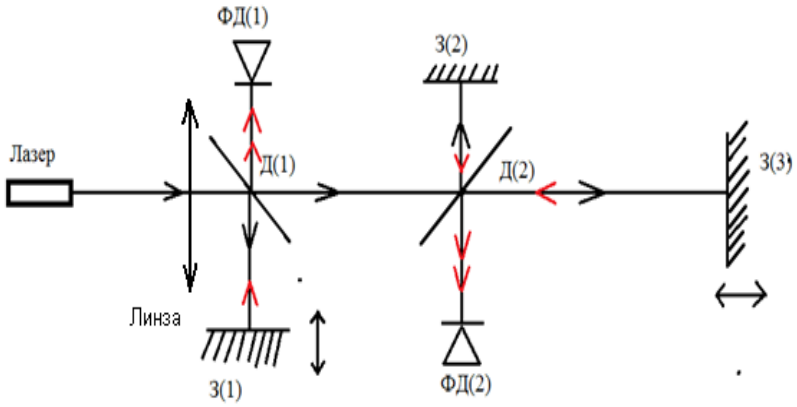


Рисунок 1 – Оптическая схема регистрации продольных и поперечных волн

Из анализа предлагаемой оптической схемы, видно что она содержит две объединенные оптические схемы Майкельсона. Первая схема состоит из фотодетектора ФД(1), измерительного зеркала З(1), опорного зеркала З(2) и светоделителя Д(1). Вторая схема состоит из фотодетектора ФД(2), измерительного зеркала З(3), а также опорного зеркала З(2) и светоделителя Д(2). В данной оптической схеме измерительные зеркала З(1) и З(3) подвижны и располагаются во взаимно-ортогональных плоскостях, которые соответственно связаны с продольными и поперечными виброколебаниями исследуемой поверхности. Перед лазером необходимо расположить линзу таким образом, что бы зеркала З(1), З(2) и З(3) были расположены в фокальной плоскости линзы. За счет этого от зеркал З(1), З(2) и З(3) будут отражаться сферические волны, а на фотодетекторах ФД(1) и ФД(2) будет образовываться интерференционная картина виде концентрических темных и светлых окружностей.

Из анализа представленной оптической схемы следует, что на фотодетекторе ФД(2) будет образовываться интерференционная картина от одного интерферометра Майкельсона (З(3), З(2), Д(2)), а на фотодетекторе ФД(1) будет образовываться сложная интерференционная картина от двух интерферометров Майкельсона, поэтому необходимо разработать систему фильтрации информации, чтобы каждый фотодетектор работал на конкретное подвижное зеркало.

Для решения поставленной задачи фильтрации информации от подвижных зеркал, предлагается использовать свойства поляризации электромагнитной волны. Так как лазерное излучение, как правило, является линейно-поляризованным, то для получения поляризации необходимой для фильтрации информации на фотодетекторах необходимо на пути лазерного луча поставить фазовую пластинку ($\lambda/4$).

На основании сказанного, предложена оптическая схема, учитывающая поляризацию электромагнитной волны (Рисунок 2).

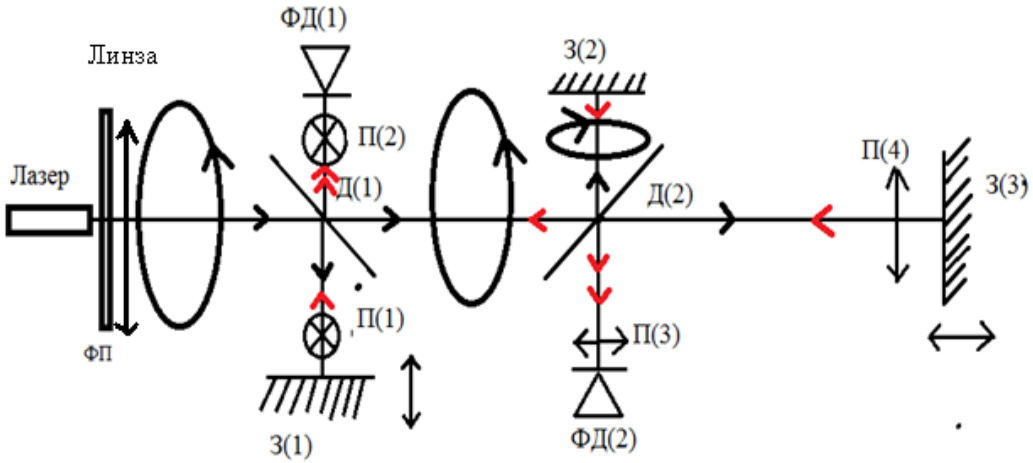


Рисунок 2 – Оптическая схема регистрации продольных и поперечных волн, учитывающая поляризацию электромагнитной волны

Рассмотрим в общем случае использование поляризации электромагнитной волны для фильтрации информации на фотодетекторах на основании оптической схемы, представленной на рисунке 2. Луч лазера, проходя через фазовую пластину, будет приобретать поляризацию необходимую для фильтрации информации от подвижных зеркал. После этого поляризованный пучок света делится пластиной Д(1) на два пучка. Первый направляется на подвижное зеркало З(1), проходя через поляризатор П(1) приобретает линейную поляризацию, перпендикулярную плоскости падения на делительную пластину. Второй, сохраняя поляризацию, распространяется в сторону делительной пластины Д(2), и так же делится на два пучка. Один из которых направляется в сторону подвижного зеркала З(3), проходя через поляризатор П(4), приобретая также линейную поляризацию, но ориентируемую в плоскости падения на делительную пластину а другой распространяется на опорное зеркало З(2). Луч, отраженный от опорного зеркала З(2) сохраняет поляризацию и с помощью делительной пла-

стины Д(2) делится на два пучка, один из которых направляется к фотодетектору ФД(2), а другой направляется на делительную пластину Д(1), которая в свою очередь направляет данный пучок на фотодетектор ФД(1). Линейно-поляризованный пучок света отраженный от подвижного зеркала З(1) направляется в сторону фотодетектора ФД(1), а линейно-поляризованный пучок, отраженный от подвижного зеркала З(3), направляется на фотодетектор ФД(2). Для фильтрации информации перед фотодетектором ФД(1) располагается поляризатор П(2), а перед фотодетектором ФД(2) – поляризатор П(3). Причем таким образом, чтобы у поляризатора П(2) ось пропускания располагалась параллельно с осью поляризатора П(1), а у П(3) параллельно с осью пропускания поляризатора П(4). У поляризаторов П(1) и П(4) оси пропускания взаимно-ортогональны, из этого следует, что оси поляризаторов П(2) и П(3) также взаимно-ортогональны и не пропускают лучи другой поляризации, что позволяет на каждом фотодетекторе регистрировать информацию только от одного интерферометра Майкельсона.

Для полного теоретического описания образования интерференционных картин предлагается применить метод матричной оптики — метод Джонса [4].

Метод Джонса построен на том, что любую поляризованную электромагнитную волну можно представить в виде суммы двух линейно-поляризованных волн со взаимно ортогональным направлением поляризации, что в матричном виде можно записать в следующем виде:

$$\vec{E}_0 = \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Hexp(i\varphi_x) \\ Kexp(i\varphi_y) \end{bmatrix} exp\left(i\omega\left(t - \frac{z}{v}\right)\right), \quad (1)$$

где z – расстояние от начала выбранной системы координат до точки, в которой регистрируется волна; *v* – скорость распространения электромагнитной волны в среде; *ω* – частота монохроматической волны.

Систему координат *x, y* для математического моделирования выберем таким образом, чтобы *x, y* совпадали со взаимно ортогонально ориентированными осями пропускания поляризаторов П(1) и П(4) соответственно.

Правило для вычисления интенсивности света по методу Джонса состоит в следующем: вектор столбец Джонса умножается слева на комплексно сопряженный ему транспонированный вектор (вектор строка Джонса). Данную операцию иногда называют произведением скобок. Таким образом, интенсивность света запишется в следующем виде:

$$I = \left[E_x^{\bullet} E_y^{\bullet}\right] \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \left[Hexp(-i\varphi_x) Kexp\left(-i\varphi_y\right)\right] \begin{bmatrix} Hexp(i\varphi_x) \\ Kexp\left(i\varphi_y\right) \end{bmatrix} = (H^2 + K^2)\ . \quad (2)$$

Правило для вычисления прохождение электромагнитной волны через ряд последовательно расположенных оптических систем по методу Джонса записывается путем перемножения соответствующих этим оптическим системам матриц Джонса *J* в обратном расположении:

$$\vec{E}_n = (J_n J_{n-1} \dots . J_1)\vec{E}_0\ . \quad (3)$$

Как было сказано выше, на фотодетекторе ФД(1) регистрируется суммарная волна от трех плеч объединённых интерферометров Майкельсона:

$$\vec{E}_{\phi 1} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3\ . \quad (4)$$

Волна $\vec{E}_1$, идущая от измерительного зеркала З(1), запишется в следующем в виде:

$$\vec{E}_1 = (J_{п2}J_{п1}J_{п1}J_{фп})\vec{E}_0 \ . \quad (5)$$

Волна $\vec{E}_3$, идущая от измерительного зеркала З(3), запишется в следующем в виде:

$$\vec{E}_3 = (J_{п2}J_{п4}J_{п4}J_{фп})\vec{E}_0 \ . \quad (6)$$

Волна $\vec{E}_3$, идущая от опорного зеркала З(2), запишется в следующем в виде:

$$\vec{E}_2 = (J_{п2}J_{фп})\vec{E}_0 \ . \quad (7)$$

На фотодетекторе ФД(2) регистрируется суммарная волна только от двух плеч объединённых интерферометров Майкельсона:

$$\vec{E}_{ф2} = \vec{E}_4 + \vec{E}_5 \ . \quad (8)$$

Волна $\vec{E}_4$, идущая от опорного зеркала З(2), запишется в следующем в виде:

$$\vec{E}_4 = (J_{п3}J_{фп})\vec{E}_0 \ . \quad (9)$$

Волна $\vec{E}_5$, идущая от измерительного зеркала З(3), запишется в следующем в виде:

$$\vec{E}_5 = (J_{п3}J_{п4}J_{п4}J_{фп})\vec{E}_0 \ . \quad (10)$$

Используя значения матриц Джонса *J* фазовой пластинки (*λ/4)*, поляризаторов, и ориентируя их под определенными углами относительно выбранной системы координат, теоретические расчеты, проведенные согласно уравнениям (4-10), показали возможность решить поставленную задачу фильтрации информации от подвижных зеркал на фотодетекторах, что позволит одновременно регистрировать как продольные, так и поперечные виброколебания исследуемой поверхности. Кроме того, с помощью выбора соответствующей ориентации матриц Джонса *J* фазовой пластинки (*λ/4)* и поляризаторов можно выровнять интенсивности интерферирующих волн на фотодетекторах во время проведения исследований для получения максимального контраста интерференционных полос, что повысит точность измерений.

Литература

1. Куликов, А.В. Волоконно-оптическая система охраны периметра на брэгговских решетках, как перспективный метод мониторинга безопасности объекта / А.В. Куликов // Ползуновский Альманах. – 2010.–№2. – С. 274–278.

2. Кульчин, Ю.Н. Волоконно-оптический сейсмоприемник / Ю.Н. Кульчин, О.Т. Каменев, Ю.С. Петров, В.А. Колчинский // Вестник ДВО РАН –2016. –№4 – С. 56–59.

3. Лимов, М.Д. Математическое моделирование интерференционных сейсмодатчиков / М.Д. Лимов, Д.А. Гнутов, М.Н. Осипов, // Сборник трудов ИТНТ-2019 – Самара: Новая техника. – 2019. – С. 274-277.

4. Джеррард, А. Введение в матричную оптику / А. Джеррард, Дж. М. Бёрч // М: Мир – 1978. – 341 с.

О.З. Хасанов, Н.В. Хасанова, З.М. Хасанов

АДАПТИВНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ СКОРОСТИ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСВЯЗНЫМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

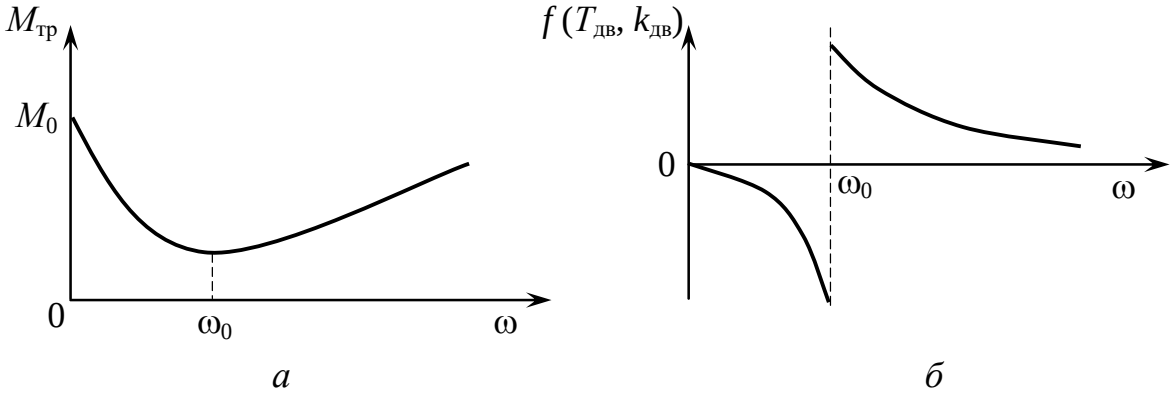
(Уфимский государственный авиационный технический университет)

При проектировании широкодиапазонных многосвязных электроприводов роботизированного технологического комплекса ионно-плазменного нанесения покрытий встают два основных вопроса: обеспечение высокого качества управления скоростью и ускорением электроприводов (ЭП) и подавление автоколебаний на динамических режимах разгона и торможения. В частности, увеличение диапазона регулирования электродвигателя (ЭД) и преобразователя частоты (ПЧ) требует их работы на режимах, близких к предельно допускаемым, с учетом ограничений на устойчивость, статических и динамических характеристик, а также применяемых алгоритмов управления. Одним из путей повышения быстродействия асинхронного ЭП является более качественное регулирование основными параметрами ПЧ (ток, напряжение, частота) и ЭД (скорость, угловое положение) на основе средств микропроцессорной техники и алгоритмов векторного управления [1]. Аналого-цифровая реализация релейно-векторных систем со встроенными формирователями энергетически эффективных алгоритмов управления ПЧ и векторных систем управления асинхронными ЭД не получила широкого распространения главным образом в связи со сложностью настройки таких систем. Работа посвящена дальнейшему развитию релейно-векторных систем управления для асинхронных ЭП с высокими темпами разгона и торможения в широком диапазоне регулирования скорости без процедуры нахождения мгновенных значений токов в цепях преобразователя частоты.

Синтез релейно-векторной системы управления скоростью и положением исполнительного механизма асинхронного ЭП выполнен на основе принципов подчиненного регулирования с учетом дискретного характера процессов в ПЧ и с использованием методов структурной линеаризации контуров адаптивного управления тока, ЭДС и частоты. Наличие адаптивных контуров ЭДС и тока обеспечивает регулирование потокосцепления при работе асинхронного ЭД во второй зоне регулирования скорости (скорость выше номинальной). В первой зоне (скорость ниже номинальной) поддерживается постоянное значение задания по реактивной составляющей тока, соответствующем номинальному значению потокосцепления ротора ЭД. Для увеличения диапазона плавной работы асинхронных ЭП необходимо устранить (уменьшить до допустимой величины) автоколебания, возникающие от изменения момента трения и упругих сил связи в механических системах ЭП.

Существующие электрические и механические способы, уменьшающие или предотвращающие появление автоколебаний сложны и трудоемки, связаны с большими изменениями конструкции ЭД, редуктора и функциональных бло-

ков системы регулирования частоты ЭП. Исключение скачкообразных режимов работы асинхронного ЭД и уменьшение релаксационных колебаний в системе частотно-регулируемого ЭП возможно при определенных соотношениях параметров ПЧ и ЭД (постоянные времени $T_{\text{пч}}, T_{\text{эд}}$, коэффициенты передачи $k_{\text{пч}}, k_{\text{эд}}$). Использование механических способов демпфирования или коррекции момента трения в электромеханической системе ЭП уменьшает автоколебания. На рис. 1 приведены графики, показывающие изменение момента трения $M_{\text{тр}}$. В зоне низких скоростей вала асинхронного ЭД функция $f(T_{\text{дв}}, k_{\text{дв}})$ имеет участок с отрицательным наклоном, а в зоне высоких скоростей – участок с положительным наклоном (рис. 1, *б*).



а *б*

Рис. 1

Введение в систему управления ПЧ цифровых адаптивных регуляторов скорости вала ротора асинхронных ЭД с многоконтурными функциональными нелинейными корректирующими устройствами (ФНКУ) открывает новые направления развития частотно-регулируемых асинхронных ЭП для ТО ЭПНП. Рассмотрим особенности исследования характеристик и расчета основных динамических параметров этих адаптивных регуляторов скорости, если известны передаточные функции ПЧ, ЭД и цифровых адаптивных регуляторов скорости и положения вала ротора асинхронных ЭД. Для исследования переходных процессов и устойчивости предложенного цифрового адаптивного регулятора скорости (положения) вала ротора асинхронного ЭД будем использовать упрощенную блок-схему ЭП (см. рис. 2).

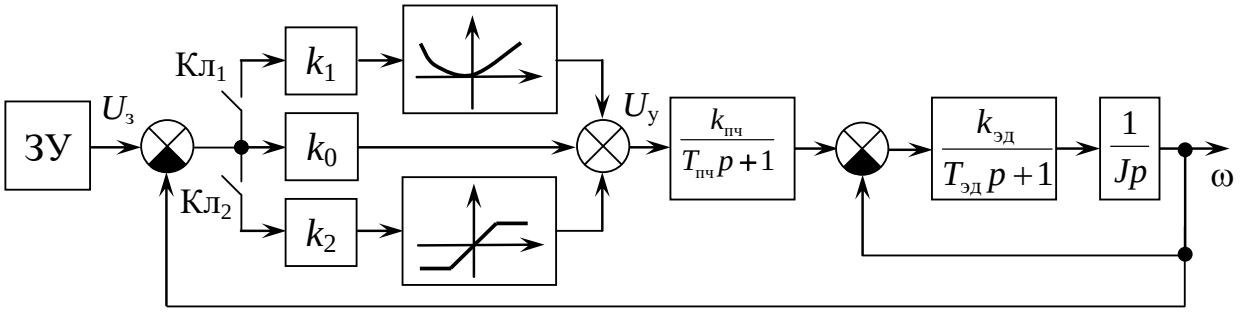


Рис.2

Выбор структуры адаптивного цифрового регулятора скорости, расчет коэффициентов замкнутого и разомкнутого циклов управления асинхронного ЭП в зависимости от рассогласования выходной координаты проведены с помощью известных методов адаптивного управления в работе [2]. Здесь техническое исполнение нелинейных функциональных многоканальных корректирующих устройств и способы их включения в структуры цифровых адаптивных регуляторов скорости широкодиапазонных ЭП являются новыми. Силовые каналы ЭП включают асинхронные ЭД со сложными передаточными функциями апериодического и интегрирующего звеньев, и преобразователь частоты с передаточной функцией апериодического звена.

Структура ФНКУ состоит из основного канала с передаточной функцией безынерционного звена с коэффициентом k_0, верхнего канала с передаточной функцией безынерционного звена k_1 и заданного нелинейного звена, и нижнего канала с передаточной функцией безынерционного звена k_2 и нелинейного звена с насыщением. В зависимости от положения ключей $Кл_1$ и $Кл_2$ выходные сигналы верхнего и нижнего каналов на выходе ФНКУ суммируются сигналом основного канала ФНКУ. В результате создается управляющее воздействие $U_у$ для различных алгоритмов управления скоростью ротора ЭД. Включение верхнего канала ключом $Кл_1$ в ФНКУ исключает автоколебания цифрового регулятора скорости вала ротора асинхронного ЭД и делает цифровой адаптивный регулятор скорости инвариантным к широкому диапазону изменений момента трения $M_{тр}$. Соответственно, для широкого диапазона изменений упругих сил связи во всех электромеханических системах асинхронного ЭП технологического оборудования электродугового плазменного напыления покрытий включение нижнего канала в ФНКУ исключает автоколебания в адаптивном цифровом регуляторе скорости вала ротора ЭД.

При исследовании качества переходных процессов и устойчивости цифрового адаптивного регулятора скорости с заданной передаточной функцией ФНКУ использованы известные методы нелинейной теории управления [3]. В частности, использованы аналитические методы синтеза нелинейных корректирующих устройств с линеаризацией, расчетом и уточнением передаточных функций звеньев ФНКУ, а далее вносятся соответствующие поправки при синтезе алгоритмов для цифрового регулятора скорости ЭД.

В процессе определения передаточных функций для конкретных каналов ФНКУ оптимизированы коэффициенты звеньев многоканального ФНКУ. В качестве критерия оптимизации коэффициентов каналов ФНКУ выбраны положения существенных нулей и полюсов так, чтобы качество процессов по регулируемой координате соответствовало заданным требованиям управления скорости ротора асинхронного ЭД во всем диапазоне изменения момента трения и упругих связей в механизмах ЭП. Разработана новая методика синтеза структуры многоканальных ФНКУ и определения устойчивости регулятора скорости ротора ЭД. Методика основана на использовании известных критериев для распознавания особых точек в системах дифференциальных уравнений, описыва-

ющих динамические процессы управления асинхронным ЭД. Разработана структура адаптивного регулятора скорости с ФНКУ, обеспечивающая устойчивость системы управления асинхронного ЭД:

- при переходе системы управления ЭД на низких скоростях из минимально-фазовой системы в не минимально-фазовую систему и наоборот;
- при изменении параметров передаточной функции асинхронного ЭД $(T_{\text{дв}}, k_{\text{дв}})$. Отношение $k_{\text{дв}}$ к $T_{\text{дв}}$ при этом остается постоянным;
- при широкодиапазонном изменении скорости, разгона и торможения.

Разгон и торможение при низких скоростях ротора асинхронного ЭД могут нарушить устойчивость системы управления, и в нем могут возникнуть гармонические автоколебания даже в том случае, когда скачкообразное изменение скорости ротора ЭД при этой скорости, можно уменьшить или вообще устранить. Методы определения устойчивости регуляторов ЭП, рассмотренные в работе [4], не всегда пригодны для количественной оценки устойчивости разработанных регуляторов скорости ротора асинхронного ЭД. Количественная оценка требует знания зависимости $M_{\text{тр}}$ для широкого диапазона работы ЭД, что на практике вызывает ряд трудностей. Для диапазона изменений скорости ω (включая скачкообразные изменения) на асинхронном ЭД главного движения технологического оборудования электродугового плазменного напыления экспериментально определены графики изменения момента трения $M_{\text{тр}} = f(\omega)$.

Таким образом, разработан алгоритм синтеза многоконтурных ФНКУ и цифровых регуляторов скорости и положения вала ротора асинхронного ЭД с адаптивной обратной связью по скорости. Для некоторых вариантов цифровых регуляторов скорости разработаны нелинейные корректирующие звенья с различной степенью детализации (в частности, с введением или исключением нелинейных связей между амплитудами и частотами). Установлено, что при широкодиапазонных изменениях скорости вала ротора асинхронного ЭД устойчивость системы управления асинхронного ЭП при низких скоростях обеспечивается наличием в структуре ФНКУ дифференцирующих звеньев, последовательно включенных в его основной контур.

Литература

1. Дорф Р. К., Бишоп Р. К. Современные системы управления. М.: Лаборатория базовых знаний, 2004, 831 с.

2. Хасанов З. М., Хасанов О. З., Гузаиров Р. М. Математическая модель движения многосвязных систем электроприводов для технологических процессов электродугового плазменного напыления. Мехатроника, автоматизация, управление. №2, Том. 16, 2015 г. С. 116–122.

3. Хасанов О. З., Хасанов З. М. К синтезу робастно-адаптивной системы с эталонной моделью для динамического управления взаимосвязанными электроприводами роботизированного технологического комплекса плазменного нанесения покрытий. // Вестник УГАТУ, № 4, 2018. С. 150-160.

4. Хасанов З.М., Хасанов О.З. К синтезу адаптивных САУ многосвязными электроприводами с моделью эталоном и с беспоисковым алгоритмом идентификации. // Вестник УГАТУ, Том 21, №. 4, 2017. С. 163-172.

Я.В. Чесноков, М.А. Кудрина

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМА СЖАТИЯ LZSS НА ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

(Самарский университет)

В настоящее время алгоритмы сжатия используются повсеместно при передаче и хранении информации. Разновидностью алгоритмов сжатия без потерь являются словарные алгоритмы сжатия. Метод сжатия с использованием словаря — разбиение данных на слова и замена их на индексы в словаре. В настоящее время это наиболее распространенный подход для сжатия данных [1]. К словарным алгоритмам относятся алгоритмы LZ77, LZ78, LZSS, LZW, LZR, Deflate и т.д. Рассматриваемый алгоритм сжатия данных LZSS (Lempel-Ziv-Storer-Szymanski) – это алгоритм сжатия данных без потерь, основанный на принципах алгоритма сжатия данных LZ77 [2].

Была поставлена задача разработать программный автоматизированный комплекс изучения алгоритмов сжатия данных, позволяющий оценить характеристики алгоритмов сжатия данных (степень сжатия, быстродействие, объём потребляемой памяти), а также строить диаграммы зависимостей этих характеристик от различных параметров алгоритмов, размеров файлов. Рассмотрен алгоритм LZSS и влияние варьирования его параметров (размер словаря, размер буфера) на характеристики, такие как степень сжатия, время сжатия и объём потребляемой оперативной памяти.

Для исследования было взято 30 текстовых файлов формата .txt. Выбор формата текстовых файлов .txt обусловлен тем, что словарные алгоритмы более всего подходят для сжатия текстовой информации. Размер используемых файлов варьируется от 47 килобайт до 7 мегабайт, но при проведении исследований эти файлы разбиваются на части равного размера, задаваемого в программе, и именно с ними проводятся эксперименты.

На рисунке 1 приведён интерфейс разработанной программной системы. Выбрав из выпадающего списка алгоритм LZSS, задав необходимые параметры в виде списков, и указав папку с файлами, мы можем провести исследование, в результате которого станут известны степень сжатия, количество использованной в ходе сжатия данных оперативной памяти компьютера, и время, затраченное на сжатие данных. Результаты каждого индивидуального эксперимента приводятся в поле «Результаты», а также сохраняются в текстовый файл на жёстком диске. Усреднённые результаты для каждой пары «Размер словаря – Размер буфера» приводятся в виде графиков и гистограмм в программе, а также автоматически записываются в excel таблицу.

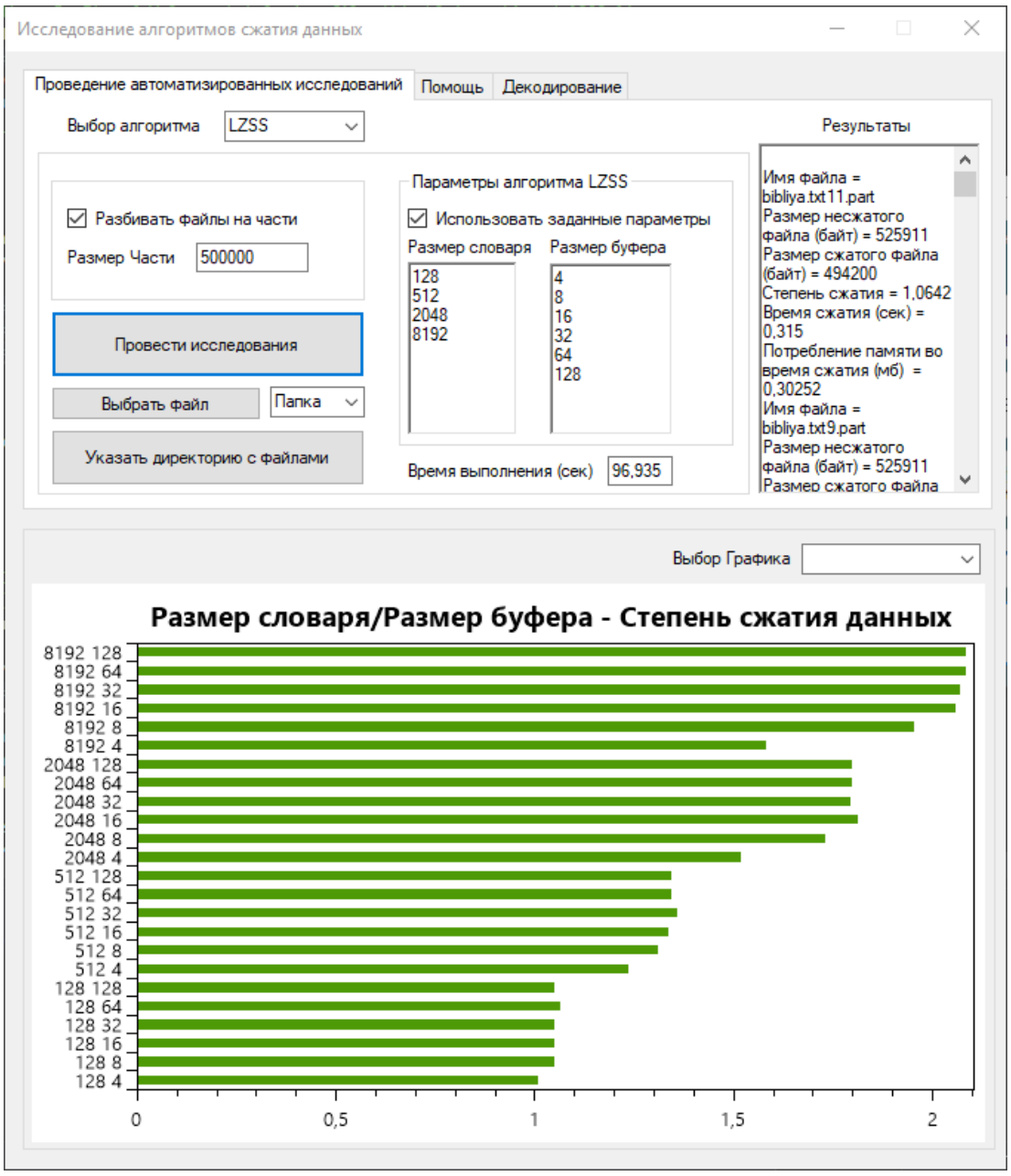


Рисунок 1 – Интерфейс разработанной программной системы

С помощью разработанной системы было проведено исследование со следующими исходными данными:

– рассматриваемые характеристики алгоритма: степень сжатия, время сжатия, объём затраченной оперативной памяти;

– размер файлов: 500000 байт;

– количество файлов: 30;

– рассматриваемые размеры словаря: 64 байт, 128 байт, 256 байт, 512 байт, 1024 байт, 2048 байт, 4096 байт, 8192 байт, 16384 байт, 32768 байт, 65536 байт;

– рассматриваемые размеры буфера: 4 байт, 8 байт, 16 байт, 32 байт, 64 байт, 128 байт, 256 байт, 512 байт.

На рисунках 2, 3 и 4 приведены диаграммы с результатами исследований.

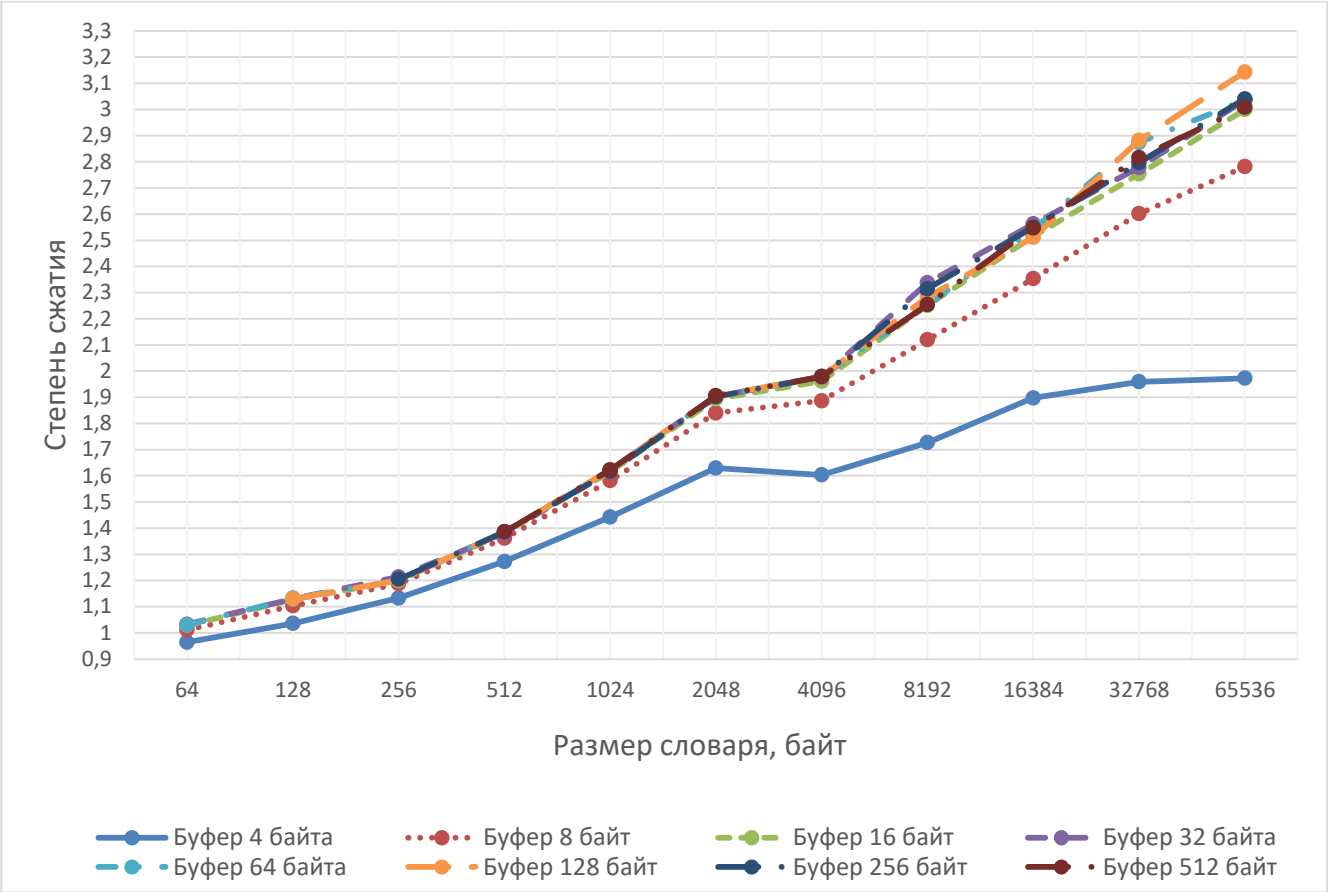


Рисунок 2 – Диаграмма зависимости степени сжатия данных от размера словаря при различных значениях буфера

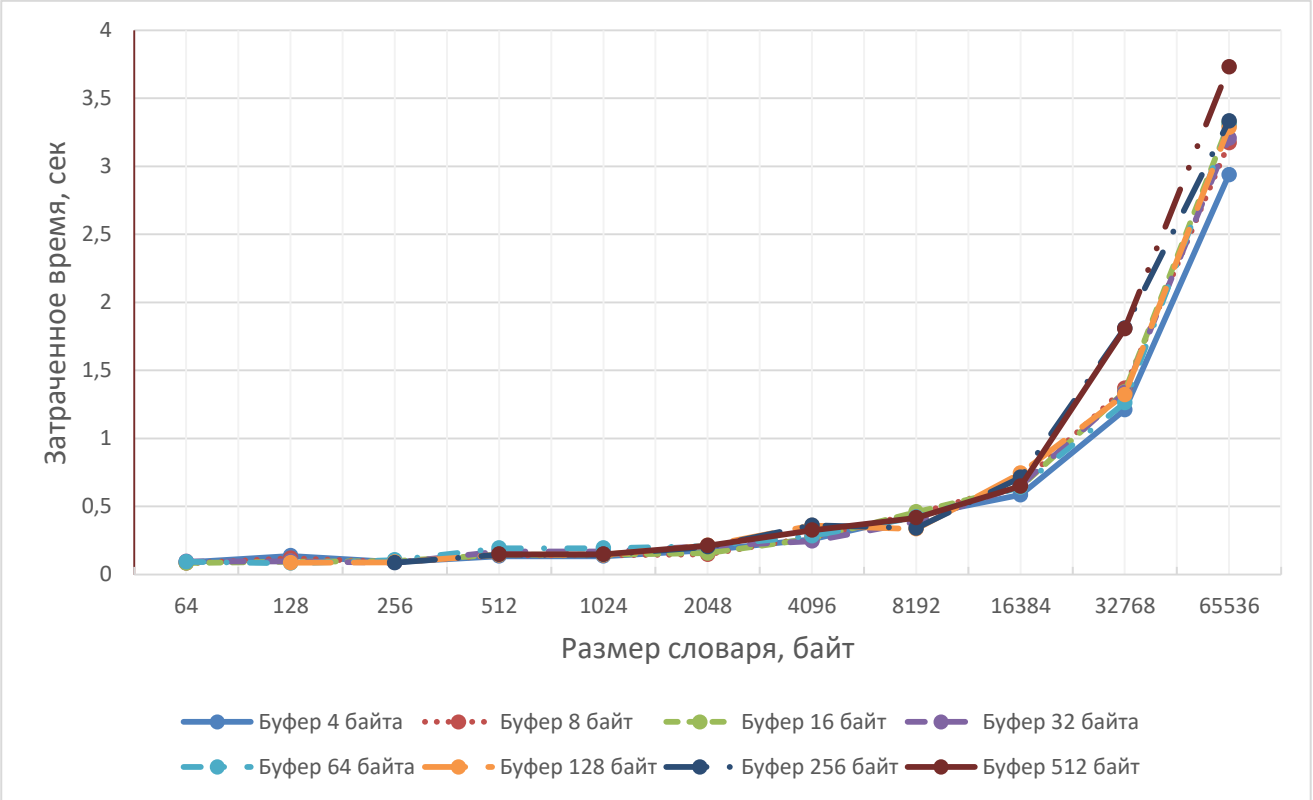


Рисунок 3 – Диаграмма зависимости времени, затраченного на сжатие данных от размера словаря при различных значениях буфера

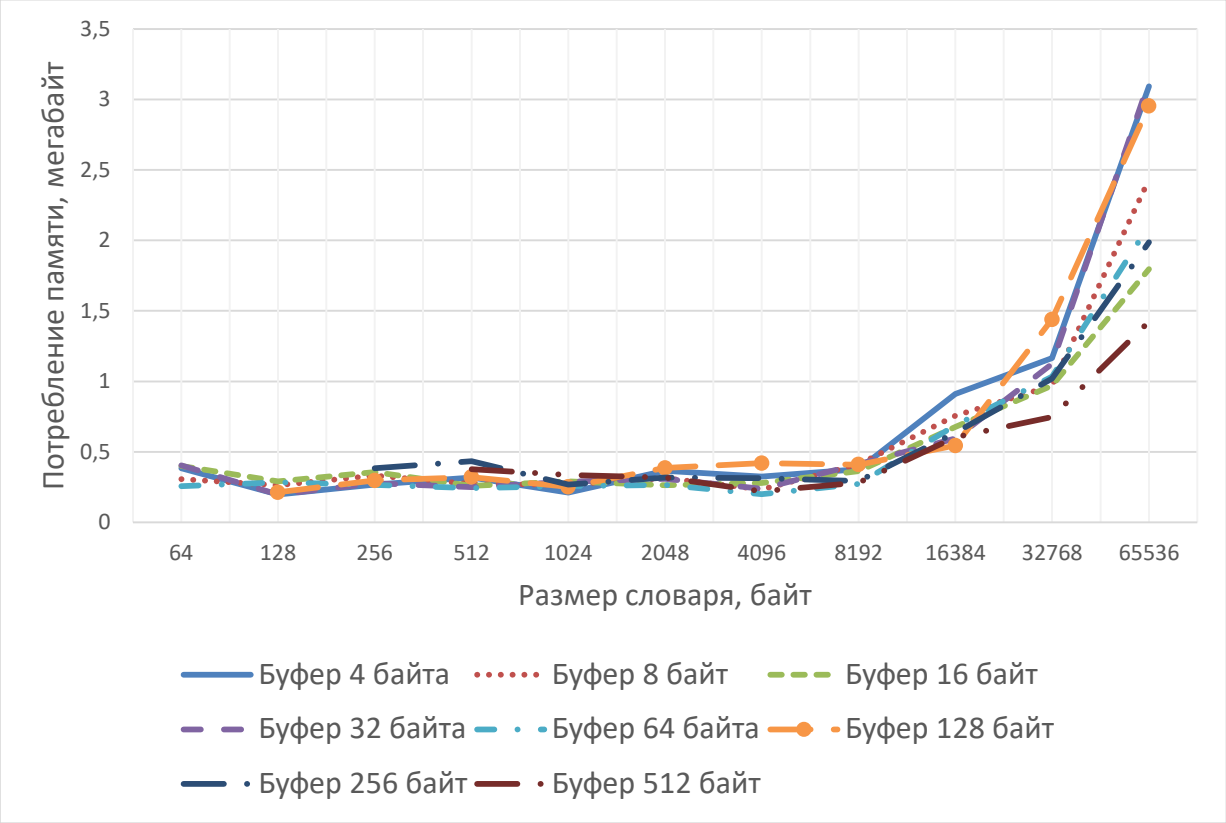


Рисунок 4 – Диаграмма зависимости объёма оперативной памяти, потребляемой во время сжатия данных от размера словаря при различных значениях буфераасбапов

На основе полученных результатов, были сделаны следующие выводы:

– степень сжатия данных в алгоритме LZSS напрямую зависит от размера словаря, зависимость имеет линейный характер;

– при малых размерах буфера (4 байта, 8 байт) алгоритм работает значительно менее эффективно, при размере словаря 64 и буфера 4 показывая степень сжатия менее единицы. В связи с этим, рекомендуется всегда устанавливать размер буфера не менее 16 байт;

– увеличение буфера больше 16 байт не гарантирует увеличения степени сжатия;

– время, затраченное алгоритмом LZSS на сжатие данных, напрямую зависит от размера словаря;

– размер буфера не оказывает существенного влияния на время, затрачиваемое алгоритмом LZSS на сжатие данных;

– объём оперативной памяти, потребляемой алгоритмом LZSS, напрямую зависит от размера словаря;

– размер буфера не оказывает существенного влияния на объём потребляемой памяти;

– учитывая, что объём потребляемых ресурсов ЭВМ(оперативной памяти и процессорного времени) при размерах словаря от 64 байт до 8192 байт растёт незначительно, рекомендуется использовать размеры словаря в 4096 или 8192 байт в тех ситуациях, когда используемое процессорное время и потребляемая

оперативная память являются критичным ресурсами, а местом на физическом носителе можно пожертвовать. Степень сжатия, достигаемая в таком случае (около двух) вполне приемлема;

– если объём потребляемой алгоритмом во время работы оперативной памяти и процессорного времени не являются критичными, а важно максимальное сжатие данных, рекомендуется использовать размеры словаря более 16384 байт. Это позволит существенно увеличить степень сжатия данных.

Литература

1Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М,: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 348с.

2Д.Сэломон. Сжатие данных, изображений и звука - Москва: Техносфера, 2004. - 368с.

И.В. Чеховских, Е.В. Симонова

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА СХОДСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ В НАУЧНЫХ СТАТЬЯХ

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

Научная статья – это произведение, отражающее результаты исследовательской деятельности автора (авторов). Информация излагается четко, конкретно, детально [1].

В век информационных технологий исследователь может получить доступ к огромному количеству научных статей. Проблемой является поиск действительно полезной информации во множестве доступных статей, находящихся в интернете, для подготовки к различным конференциям или для написания собственных исследовательских работ.

Как правило, при поиске научных статей используют два основных подхода: по автору, если необходимо ознакомиться с полным списком исследований конкретного автора, или по ключевым словам, которые могут как содержаться, так и отсутствовать в названии статьи. Искать научные статьи двумя этими способами можно на большинстве сайтов. Но, к сожалению, данные методы поиска не дают полного представления об исследовании. Необходимо выполнять более продвинутый поиск научных статей на основании сходства текстового содержания научных исследований.

Для поиска похожих научных статей на основании контекста самой статьи необходимо первоначально выполнить канонизацию текста исследования – приведение оригинального текста к единой нормальной форме. Канонизация текста статьи выполняется с помощью Natural Language Processing (NLP).

Natural Language Processing (NLP) – общее направление искусственного интеллекта и математической лингвистики. Оно изучает проблемы компьютерного анализа и синтеза естественных языков [2].

Процесс канонизации текста состоит из двух этапов:

− очистка текста научной статьи от предлогов, союзов, знаков препинания и прочего шума в модели, который не должен участвовать в сравнении. В большинстве случаев также предлагается удалять из текста прилагательные, так как они не несут смысловой нагрузки;

− лемматизация.

Лемматизация – процесс приведения словоформы к лемме – её нормальной (словарной) форме [3].

После выполнения канонизации получается текст, очищенный от «мусора» и готовый для сравнения.

Для реализации метода поиска похожих научных исследований предлагается использовать модель Doc2Vec, принадлежащую набору моделей Word2Vec. Word2Vec – это набор моделей, принимающих на вход текст и получающих в результате работы представление слов в векторном пространстве на основе контекста. Принцип работы Word2Vec можно описать следующим образом: максимизация косинусной близости для векторного представления слов, которые появляются в похожих контекстах, и наоборот, её минимизация для слов, не встречающихся в похожих контекстах.

Векторное представление – общее название для различных подходов к моделированию языка и обучению представлений в обработке естественного языка, направленных на сопоставление словам (научным статьям) из некоторого словаря векторов из $\mathbb{R}^n$ для n, значительно меньшего количества слов в словаре [4]. Пример вектора размерностью 20 для научной статьи представлен на рисунке 1.

$$\overrightarrow{\text{вектор научной статьи}} = (-0.04096178, -0.18379952, -0.11860437, -0.20194705,$$
$$-0.50240123, 0.1839197\ , -0.15432355, 0.72807366, 0.5409689\ , -0.4779142, -0.10427655, 0.20272826,$$
$$0.00589776, 0.05693987, 0.16688912, -0.42739728, -0.01697599, -0.07323613, 0.26289058, 0.64651096)$$

Рисунок 1 – Вектор научной статьи

В отличие от Word2Vec, Doc2Vec принимает на вход вместе с текстом идентификатор текста. Существуют две модели Doc2Vec: Distributed Memory (DM) и Distributed-Bag-Of-Words (DBOW). DM сопоставляет каждому идентификатору текста вектор. Таким образом, при обучении векторов слов также обучается вектор идентификатора текста, в конце обучения он содержит числовое представление документа. DBOW, в свою очередь, предсказывает появление случайных слов в тексте только на основании вектора текста.

Модели Doc2Vec (DM и DBOW) представляют собой нейронную сеть (рисунок 2), задачей которой является реконструкция контекста слов [5].

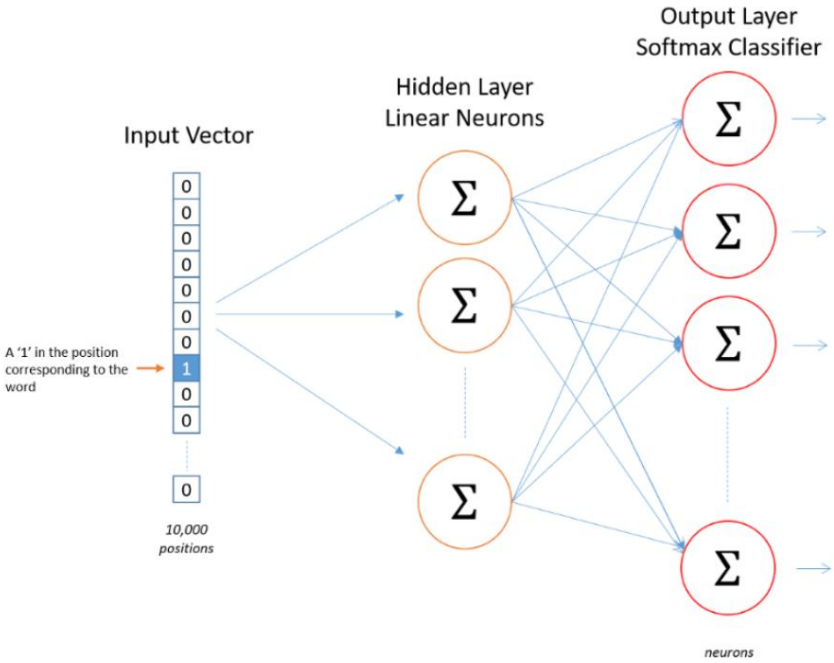


Рисунок 2 – Модель нейронной сети для обучения векторов текстов

Векторы слов и научных статей обучаются с использованием метода стохастического градиентного спуска и метода обратного распространения ошибки. Векторы научных статей являются уникальными, а векторы одинаковых слов в разных документах совпадают.

Конечная цель – обучить весовую матрицу скрытого слоя. Скрытый слой этой модели в действительности работает как справочная таблица, а именно выход скрытого слоя – это вектор научной статьи для входной научной статьи. Выходной слой отбрасывается после окончания обучения.

Благодаря возможности сравнения между собой полученных векторов можно определить сходство исследований в научных статьях. Главным преимуществом данного подхода является малая размерность векторов.

Литература

1. Обоснование и достоверность научных результатов [Электронный ресурс] // «Лекции.Орг». – 2015. – URL: https://lektsii.org/17-19946.html (дата обращения 16.05.2019).

2. Обработка естественного языка [Электронный ресурс] // Фонд Викимедиа. – 2001. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Обработка_ естественного_ языка (дата обращения 16.05.2019).

3. Лемматизация [Электронный ресурс] // Фонд Викимедиа. – 2001. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лемматизация (дата обращения: 17.05.2019).

4. Векторное представление слов [Электронный ресурс] // Фонд Викимедиа. – 2001. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Векторное_представле

5. ние_слов (дата обращения: 17.05.2019).

6. Reynold, S. Xin. A Resilient Distributed Graph System on Spark [Текст] / S. Xin Reynold, E. Gonzalez Joseph, J. Franklin Michael, Stoica Graph X Ion. – Berkeley, 2013. – 6 с. (дата обращения 17.05.2019).

Н.С. Якошук, Ю.М. Заболотнов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОВОДЯЩЕГО ТОК ТРОСА

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

Введение

Космическая тросовая система (КТС) –это связка двух или более космических аппаратов, соединенных тросами длиной в десятки или сотни километров, причем еѐ развертывание и ориентация в пространстве обеспечивается в основном за счет действия гравитационных сил [1].

Космические тросовые системы представляют существенный практический интерес, так как позволяют решать широкий спектр задач, которые практически невозможно или неэффективно выполнять с помощью уже существующих технических средств. Например, они позволяют снизить затраты на поддержание и маневрирование на орбите спутников, сход с орбиты спускаемых аппаратов. Также КТС могут быть использованы для выполнения ремонтных работ космического аппарата (КА), для снабжения КА электроэнергией, для удаления КА, которые завершили срок службы, и другого космического мусора с орбиты, для обеспечения транспортных операций в космосе. Это всего лишь небольшая часть возможных практических применений КТС.

В связи с этим становится актуальной задача разработки автоматизированной системы, которая могла бы позволить моделировать процесс формирования вращающейся тросовой системы с помощью проводящего ток троса. Использование данной системы позволит рассчитать управление величиной тока для перевода системы во вращение для различных входных параметров. Разработанное программное обеспечение может быть использовано для исследования динамики электродинамической космической тросовой системы (ЭДКТС).

Постановка задачи

На рисунке 1 изображена схема ЭДКТС на орбите. Точка С– центр масс системы, точка O – центр масс Земли, m_1и m_2 – массы концевых тел, θ – угол отклонения троса от вертикали. $\bar{F}$– вектор силы Ампера, $\bar{B}$ – вектор магнитной индукции, I –величина тока в тросе.

Процесс формирования тросовой системы описывается системой дифференциальных уравнений (ДУ). Для исследования основных закономерностей динамики данного процесса целесообразно применять упрощенные модели, в

которых присутствуют только существенные для исследуемого процесса взаимодействия.

Модель для невесомого троса описывается следующими дифференциальными уравнениями:

$$\ddot{\theta} + \ddot{\vartheta}_0 + \frac{3}{2}\nu^{-1}\dot{\vartheta}_0^{\,2} sin2\theta = \frac{M_\theta}{m_e L^2}, \qquad (1)$$

где θ– угол отклонения троса от вертикали, рад;ϑ_0–истинная аномалия в невозмущенном движении, рад;$\nu = 1 + ecos\vartheta$; $M_\theta = F\left(\frac{L}{2} - rc\right)$–момент силы Ампера;$F = IBL$–сила Ампера;$I$–ток;$m_e = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$–приведенная масса;$L$–длина троса КТС.

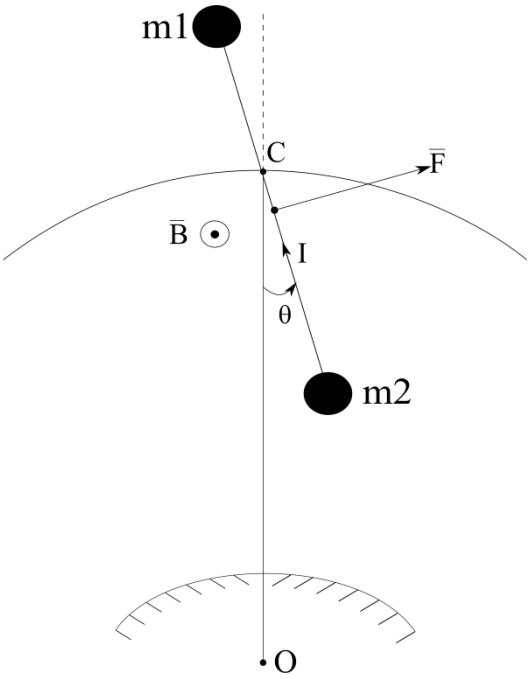


Рисунок 6– Схема электродинамической космической тросовой системы

Возмущенная система для движения центра масс системы в оскулирующих элементах имеет вид:

$$\begin{gathered}\frac{dA}{dt} = \sqrt{\frac{p}{K}}\,\frac{2A}{1-e^2}\,(a_S e sin\vartheta + a_T p/R) \\ \frac{de}{dt} = \sqrt{\frac{p}{K}}\left\{a_S sin\vartheta + a_T\left[\left(1+\frac{R}{p}\right) + eR/p\right]\right\}, \\ \frac{d\vartheta}{dt} = \sqrt{\frac{p}{K}}\left[\frac{K}{R^2} + a_S\frac{cos\theta}{e} - \frac{a_T}{e}(1 + R/p)sin\vartheta\right]\end{gathered} \qquad (2)$$

где t–время;A–большая полуось орбиты;$p = A(1-e^2)$–параметр ты;e–эксцентриситет орбиты;ϑ–истинная аномалия.

Процесс формирования КТС описывается совокупностью дифференциальных уравнений (1) и (2) [2].

Для формирования вращательного движения тросовой системы используются различные законы управления током. Например, ток может иметь по-

стоянную величину, а также может изменяться по релейному закону. Для релейного закона сила Ампера задается в виде

$$F = \begin{cases} F_A, \text{ если } \omega_\theta > 0 \\ 0, \quad \text{иначе} \end{cases} \tag{3}$$

где $F_A = IBL$ – сила Ампера; ω_θ –угловая скорость вращения троса; t– время.

Разработанное программное обеспечение

Разработанная автоматизированная система предназначена для моделирования процесса формирования вращающейся ЭДКТС, то есть представляет собой систему моделирования. Решение системы дифференциальных уравнений осуществляется с помощью метода Рунге-Кутты 4-ого порядка точности с переменным шагом интегрирования. Программа разработана на языке программирования C# в среде разработки MicrosoftVisualStudio. Разработанная программа выполняет следующие функции:

- сохранение параметров математической модели в файле;
- загрузка параметров математической модели из файла;
- выдача справочной информации о системе;
- решение начальной задачи Коши;
- проверка корректности введенных пользователем параметров;
- проведение серии испытаний;
- построение графиков полученных характеристик процесса.

Пользователю необходимо задать все необходимые параметры тросовой системы, параметры орбиты, а также закон управления током.

Результаты моделирования

В работе проводилась оценка влияния параметров тросовой системы на процесс формирования её вращательного движения, а именно: влияние массы концевых тел КТС, длины троса, угловой скорости вращения КТС. Также были рассмотрены случаи использования постоянного и релейного закона управления током.

Исходя из результатов моделирования можно сделать вывод о том, что во многих случаях импульс силы Ампера при постоянном токе оказывается достаточно большим, что ведет к существенным затратам топлива и энергии. Импульс силы определяется как произведение силы Ампера на время включения тока. С другой стороны, изменение тока в соответствии с релейным законом приводит к существенному уменьшению необходимой силы тока для перевода системы во вращение, однако количество случаев провисания троса возрастает. Для исключения этих случаев требуется тщательный выбор параметров закона управления. При этом требуется большее количество периодов колебаний системы относительно вертикали для перевода системы во вращение.

Проведенный параметрический анализ процесса формирования вращающейся электродинамической тросовой системы позволил сделать следующие выводы:

1. Увеличение массы концевых тел ЭДКТС приводит к увеличению силы Ампера и тока, необходимого для перевода системы во вращение. Применение релейного закона позволяет привести систему во вращение, используя меньший по величине ток.

2. Увеличение длины троса ЭДКТС также приводит к увеличению силы Ампера и минимально необходимого тока. Применение релейного закона позволяет снизить затраты энергии, но необходимо следить за силой натяжения троса, так как при увеличении длины троса увеличивается количество случаев его провисания.

3. При моделировании процесса формирования вращающейся ЭДКТС на эллиптической орбите для релейного закона увеличивается количество колебаний системы относительно вертикали до перевода системы во вращение. При использовании постоянного тока количество колебаний системы значительно не увеличивается.

4. Увеличение конечной угловой скорости вращения КТС приводит к увеличению импульса силы Ампера и величины подаваемого тока для перевода системы во вращение. Однако суммарный импульс при заданной конечной угловой скорости практически не зависит от величины подаваемого тока для обоих законов изменения тока.

Литература

1. Белецкий, В.В. Динамика космических систем с тросовыми и шарнирными соединениями [Текст]/А.П. Алпатов [и др.]. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2007. – 560 с.

2. Zabolotnov, Yu. Introduction to the dynamics and control of the motion of space tether systems [Текст] / Yu. Zabolotnov. –China: Beijing: Science Press, 2013. – 140 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

А.М.Х. Альбатша

ТРЕХМЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ГОСТ 28147-89

(Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ)

До недавнего времени национальным стандартом шифрования в России являлся ГОСТ 28147-89 с длиной блока и ключа 64 и 256 бит. При всех достоинствах шифра (простая и понятная архитектура, эффективная реализация на 32-разрядной платформе, огромный запас прочности, оригинальная конструкция генератора псевдослучайных чисел), он считается устаревшим ввиду малой длины блока данных, ограничивающей объем обрабатываемой информации на одном ключе. В связи с этим возникла необходимость создания нового шифра, и в качестве нового криптографического стандарта в 2015 г. был утвержден симметричный блочный алгоритм с кодовым названием «Кузнечик», длина блока и ключа которого составляют 128 и 256 бит соответственно и который позволяет в большинстве режимов шифрования обрабатывать на одном ключе до 228 Тбайт информации.

Известно несколько способов «продления жизни», т.е. модификации блочного шифра ГОСТ 28147-89. Так, А.А. Дмух, Д.М. Дыгин и Г.Б. Маршалко предложили использование двух *S*-блоков с целью увеличения стойкости по отношению к атакам, предложенным Изобе и Динуром, Дункельманом, Шамиром; при этом 2-GOST остается пригодным для реализации на низкоресурсных устройствах [3]. М.А. Иванов, А.В. Стариковский и Л.И. Шустова предложили трехмерную модификацию шифра, увеличив разрядность обрабатываемых блоков данных с 64 до 512 бит, что позволяет использовать 3DGOST для синтеза алгоритмов хеширования [1].

В основе алгоритма 3DGOST лежит представление кодируемого массива в виде куба со стороной 8 (размер 8 x 8 x 8), где каждая ячейка – один бит массива. Итого, размер куба – 64 байта. С основными особенностями блочного криптоалгоритма 3DGOST можно ознакомиться в источнике [1]. В настоящем исследовании предпринята попытка совершенствования алгоритма 3DGOST путем расширения ключа (KeyExpansion) от 512 до 576 бит.

В первую очередь, алгоритм был реализован на языке C#. На первом этапе был получен куб из данных массива, используя битовые операции. Для каждого куба выполнялись следующие операции шифрования вдоль осей *x, y, z*:

1. Были получены слои, используя ось *x*.
2. Слои перемешивались по произвольной таблице.

3. Выполнялась операцию шифрования из старого алгоритма ГОСТ в 6 раундов, для чего использовалась часть ключа, соответствующей оси *x* и заданному слою.
4. Были получены слои, используя ось *y*.
5. Слои перемешивались по произвольной таблице.
6. Выполнялась операция шифрования из старого алгоритма ГОСТ в 6 раундов, для чего использовалась часть ключа, соответствующей оси *y* и заданному слою.
7. Были получены слои, используя ось *z*.
8. Слои перемешивались по произвольной таблице.
9. Выполнялась операция шифрования из старого алгоритма ГОСТ в 6 раундов, для чего использовалась часть ключа, соответствующей оси *z* и заданному слою.

На завершающем этапе куб был записан в массив при использовании битовых операций. Операции обработки слоев выполнялись параллельно, с использованием многопоточного режима.

Далее с целью совершенствования полученного в результате преобразований криптоалгоритма 3DGOST ключ длиной 512 бит был расширен до набора ключей общей длиной в 576 бит (32 бита на ключ, 3 измерения, 6 раундов). Расширение ключа (KeyExpansion) было реализовано следующим образом:

1. Был заполнен массив констант раундов.
2. Исходный ключ был разбит на блоки по 32 бита.
3. Для *i* от 0 до 17 была выполнена последовательная операция XOR с блоками от *i* до *i*+18, а затем с константой раунда (при выходе номера блока за пределы массива, переходили к 0).
4. Полученное значение является 32-битным ключом для раунда *i*.

Данное преобразование существенно увеличивает криптостойкость алгоритма ГОСТ 28147-89, поскольку позволяет расширить ключ от 256 битов, изначально присущих ГОСТу, до 576 бит. Тестирование трехмерной версии ГОСТ 28147-89 было проведено по методике NIST [2] и показало статистическую безопасность алгоритма.

Литература

1. Иванов, М.А. Новая жизнь старого ГОСТа: переход от одномерной версии к 3D [Текст] / М.А. Иванов, А.В. Стариковский, Л.И. Шустова // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы, 2017. – Т. 7. – № 4. – С. 488–491.

2. A statistical test suite for random and pseudorandom number generators for cryptographic applications. NIST Special Publication 800-22. Revision 1.a. April, 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-22r1a.pdf

3. Dmukh, A.A. A lightweight-friendly modification of GOST block cipher [Текст] / A.A. Dmukh, D.M. Dygin, G.B. Marshalko // Математические вопросы криптографии, 2014. – Т. 5. – Вып. 2. – С. 47–55.

М.А. Баймяшкин

ОБЗОР УТИЛИТ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ СЕТЕВЫЕ АТАКИ И МЕТОДЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИМ

(Самарский университет)

Аннотация

Настоящая работа посвящена анализу наиболее популярных утилит для проведения сетевых атак. Конечной задачей хакера является дестабилизация сайтов и серверов, вывод их из строя, получение личных данных каждого пользователя сети. В работе описаны особенности атак на реальный сервер утилитами Nmap, Hping3, LOIC и по ответным пакетам сформулированы квалификационные признаки, позволяющие выявить начало атаки. В дальнейшем указанные признаки могут быть внедрены на SDN оборудовании для затруднения начального этапа атаки, проводимой злоумышленниками.

Введение

Сетевая атака — разрушающее воздействие на информационный ресурс, осуществляемое программно по каналам связи. Для её осуществления применяются различные утилиты.

Данная работа посвящена обзору утилит для проведения сетевых атак, с целью формирования методов противодействия им. При любой атаке главная цель злоумышленника, как правило – это получение несанкционированного доступа к информации. С этой целью хакер использует различные программы, которые осуществляет воздействие на атакуемого. Далее будет рассказано о некоторых из них.

Список утилит и их обзор

Существует множество программ, которые используются злоумышленниками, рассмотрим наиболее популярные из них.

1) Nmap

Nmap является стандартной утилитой для сканирования портов. Она может быть использована для проверки безопасности, или же просто для определения сервисов запущенных на узле, для идентификации ОС и приложений, определения типа фаервола используемого на сканируемом узле.

2) Hping3

Hping3 – генератор пакетов и анализатор для TCP/IP протокола. Он поддерживает протоколы TCP, UDP, ICMP, имеет режим traceroute, возможность отправки файлов между закрытым каналом и многими другими функциями.

3) LOIC

LOIC - утилита, предназначенная для осуществления DDoS-атак, написанная на языке программирования C#. Осуществляет атаки по протоколам TCP, UDP или HTTP.

Экспериментальное применение утилит

1) Nmap

Команда запуска Nmap очень проста для этого достаточно передать ей в параметрах целевой IP адрес или сеть, а также указать опции при необходимости:

$ nmap опции адрес

Теперь давайте рассмотрим основные опции, которые понадобятся нам в этой статье.

- -sP - проверка доступности хоста с помощью ping;
- -sS/sT/sA/sW/sM - TCP сканирование;
- -sU - UDP сканирование;
- -sN/sF/sX - TCP NULL, FIN и XMAS сканирование.

2) Hping3

Также, как и в nmap, запуск утилиты осуществляется с помощью команды с указанием опций и адреса:

$ hping3 опции адрес

Hping3 по умолчанию (без параметров) отправляет нулевой пакет с заголовком TCP на порт 0.

Возможен выбор другого протокола с помощью числовой опции, доступной для каждого из них:

- -0 (режим Raw IP)
- -1 (режим ICMP)
- -2 (режим UDP)
- -8 (Режим сканирования)
- -9 (Режим прослушивания)

Поскольку hping3 использует TCP по умолчанию, отсутствие указанных ниже параметров отправит сегмент TCP.

При использовании TCP мы можем решить либо опустить флаги (по умолчанию), либо установить флаг, используя один из следующих параметров: -S (SYN), -A (ACK), -R (RST), -F (FIN), -P (PUSH), -U (URG), -X (XMAS), -Y (YMAS).

3) LOIC

Главной задумкой LOIC было то, что любой пользователь, даже если у него нет ни малейшего представления о проведении атак, может поучаствовать в процессе. Для использования утилиты достаточно указать адрес жертвы и выбрать тип атаки.

Квалификационные признаки для противодействия

При использовании утилит, атакуемый сервер даёт отклики. Эти отклики были записаны во время атаки и проанализированы. Как результат этого анализа, были сформулированы квалификационные признаки.

Для портов UDP таким квалификационным признаком является отклик, содержащий пакет ICMP типа 3.3(порт недостижим). При повторном появлении такого пакета на SDN коммутатора с одного и того же внешнего IP адреса, получение пакетов с этого IP адреса должно быть блокировано.

При атаке пакетами TCP SYN, TCP NULL, TCP FIN и TCP XMAS отправляется пакет TCP с флагами ACK и RST, сбрасывающим соединение. При атаке пакетами TCP ACK в ответ посылались TCP пакеты с флагами RST. Фактически при любой атаке пакетами TCP квалификационным признаком атаки является пакет с флагом RST. При повторном получении этого пакета, адрес должен быть заблокирован.

Для ICMP пакетов мы не стали формулировать квалификационные признаки так как их достаточно трудно сформулировать, а полное перекрытие может привести к полному блокированию проверок по работоспособности сети.

Как показал эксперимент, сканирование портов и сетевые атаки, вызывающие отказ в обслуживании, дают одинаковые квалификационные признаки.

Заключение

В настоящей работе были рассмотрены и проанализированы наиболее популярные утилиты для сетевых атак. Конечной задачей хакера является дестабилизация сайтов и серверов, вывод их из строя, получение личных данных каждого пользователя сети. Наша задача состоит в том, чтобы противодействовать атакам злоумышленника. Для этого мы описываем особенности сетевых атак проводим эксперимент на реальном сервере при помощи утилит для их реализации, на основании этого эксперимента формулируются квалификационные признаки для определения адреса с которого осуществляется вторжение.

Литература

1. Котенко И. В., Карсаев О. И. Использование многоагентных технологий для комплексной защиты информационных ресурсов в компьютерных сетях //Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2001. – Т. 22. – №. 4.

2. Сагатов Е.С., Шкирдов Д.А., Сухов А.М. и др. Обнаружение источников сетевых вторжений с помощью метода ловушек // Защита информации. Инсайд. — 2018. — № 5 (83). — С. 16-21

3. Петренко С. А. Методы информационно-технического воздействия на киберсистемы и возможные способы противодействия //Труды Института системного анализа Российской академии наук. – 2009. – Т. 41. – С. 104-146.

4. Orebaugh A., Pinkard B. Nmap in the enterprise: your guide to network scanning. – Elsevier, 2011.

5. Buchanan B. et al. A methodology to evaluate rate-based intrusion prevention system against distributed denial-of-service (DDoS) //Cyberforensics 2011. – 2011.

6. Dayal N., Srivastava S. Analyzing behavior of DDoS attacks to identify DDoS detection features in SDN //2017 9th International Conference on Communication Systems and Networks (COMSNETS). – IEEE, 2017. – С. 274-281.

7. Zegzhda P. D., Lavrova D. S., Shtyrkina A. A. Multifractal analysis of Internet backbone traffic for detecting denial of service attacks //Automatic Control and Computer Sciences. – 2018. – Т. 52. – №. 8. – С. 936-944.

К.О. Володина

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ МУП ПАТП№2 ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

(КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, Казань)

Аннотация

В данной статье рассматривается обеспечение безопасности предприятия при помощи установки системы видеонаблюдения, а так же проводится анализ выбора аппаратной и программной части системы видеонаблюдения.

В настоящий момент установка и доработка системы видеонаблюдения является приоритетной задачей компаний, в особенности больших предприятий. Несанкционированное проникновение или кража влияет как на финансовую составляющую предприятия, так и на производство в целом. Грамотно проанализировать исходные данные, такие как: квадратура помещений, имеющиеся оборудование, обслуживающий персонал, выявить уязвимости и возможные угрозы, а также предложить решения по ликвидации выявленных уязвимостей и угроз – основная задача специалиста. Также необходимо оценить рентабельность и эффективность предложенных решений по усовершенствованию и установке системы. А так как количество угроз кражи и несанкционированных проникновений постоянно растет, то постоянный анализ и своевременная модернизация системы является перманентными событиями.

Защита предприятия должна включать в себя физические, внутренние, информационные, технические и экономические компоненты. Все эти комплексы должны быть тесно связаны и дополнены друг другом. Обеспечение безопасности способствует защите от несанкционированного проникновения, своевременное реагирование на внештатные ситуации, выявление неправомерных действий персонала. В настоящее время выделяют следующие построение системы безопасности:

- Охранная сигнализация;
- Противопожарная сигнализация;
- Видеонаблюдение;
- Система контроля и управления доступом;
- Механизмы защиты информационной безопасности.

В данной статье рассматривается обеспечение безопасности предприятия при помощи установки системы видеонаблюдения.

Рассмотрим план расстановки автобусов (рис.1). Как видно на плане, предприятие состоит из нескольких зданий: АЗС, КПП, АБК, ремонтной зоны, зоны диагностики, шиномонтажной зоны, молярной зоны, зоны автомойки, а так же открытой зоны парковки.

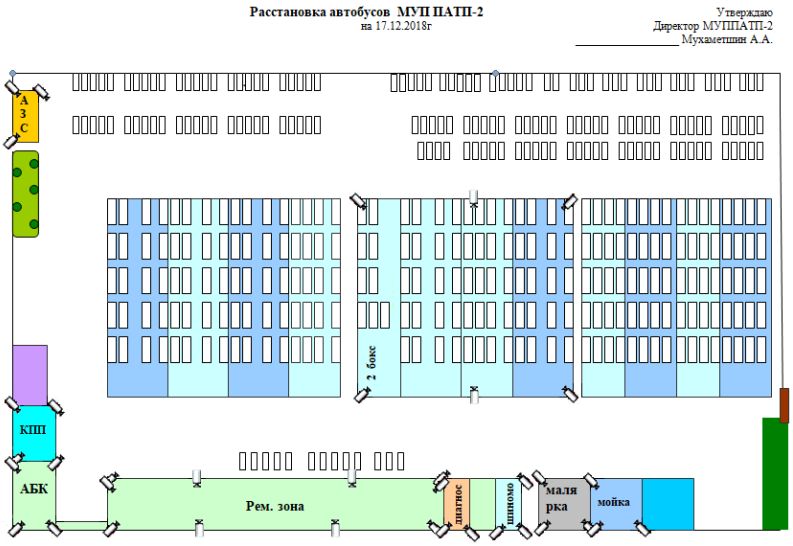


Рис. 1. План расстановки видеокамер на предприятии МУП ПАТП №2

На данном предприятии уже имеется система видеонаблюдения, однако не все части предприятия одинаково хорошо защищены. С помощью программного обеспечения «IP Video System Design Tool» были выявлены зоны, на которых требуется установить видеокамеры (Рис.2), так как через эти зоны злоумышленник с легкостью может проникнуть на предприятие.

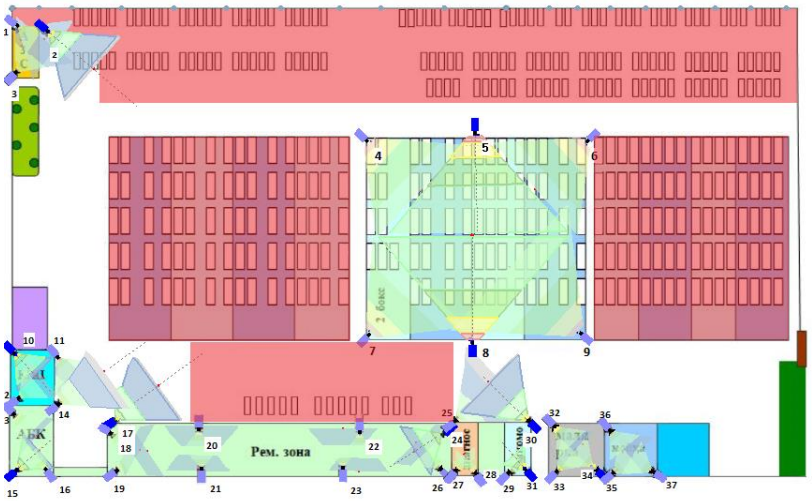


Рис. 2. Слепые зоны видеосистемы МУП ПАТП№2

Подведя итоги исследования по окончанию работы с IP Video System Design Tool заметим, что зоны: Бокс №2,АЗС, КПП, АБК, ремонтная зона, зона диагностики, шиномонтажная зона, молярная зона и зона мойки достаточно хорошо оснащены. В данных помещениях отсутствуют слепые зоны, и использу-

емое видеооборудование покрывает всю зону видимости, а так же, хорошо распознаются лица сотрудников и автомобильные номерные знаки.

Однако заметим, что зона открытой парковки №1, бокс 1 и бокс 3 вообще не имеют системы видеонаблюдения и не просматриваются камерами других зон. Так же на (рис.2) видно, что зона открытой парковки 2 имеет «слепые» зоны, и имеющееся оборудование не в полной мере отображает номерные автомобильные знаки и лица сотрудников.

Для того, что защитить данное предприятие в полной мере, необходимо установить такую охранную систему видеонаблюдения, которая соответствовала бы техническим требованиям помещений, а так же была рентабельна для производства.

На сегодняшний день существует огромное количество систем видеонаблюдения, и выбрать наиболее эффективную и рентабельную систему является задачей компетентного специалиста. Система видеонаблюдения состоит из аппаратной и программной частей. Обе эти системы должны работать слаженно, тем самым обеспечивая полный комплекс защиты[1].

Современные программные комплексы для системы видеонаблюдения позволяют централизовано управлять системой, используя при этом различные Интернет протоколы. Передача видео может осуществляться различными способами, через сеть или же напрямую на монитор охраны. Данные программы делятся по способу применения для различных операционных систем, то есть на мобильные устройства и компьютерные. В основном такие ПО создаются для: ОС Windows, Linux, MacOS, Android, iOS.

Так же существует еще один фактор разделения данных программ, это разделение по производству данных программ. Они разделяются на независимое программное обеспечение сторонних разработчиков и программное обеспечение, создаваемое для определенных марок видеооборудования [2].

Еще одним способом разделения считается разделение на платные и бесплатные ПО. Некоторые бесплатные компьютерные операционные системы обладают скудным функционалом, которого недостаточно для работы с большим количеством видеокамер. И наоборот, некоторые платные ПО обладают скудным функционалом и не стоят тех средств, которые на них затрачиваются.

Аппаратная часть системы видеонаблюдения состоит из выбора видеокамер, а так же видеорегистратора, для записи видеонаблюдения [1]. Рассмотрим критерии выбора видеокамер:

1. аналоговые или цифровые видеокамеры;
2. где будут установлены видеокамеры (помещение/улица);
3. светочувствительность видеокамер, а так же условия освещения;
4. выбор матрицы (CCD и SMOS);
5. монохромные и цветные видеокамеры;
6. угол обзора и фокусное расстояние;
7. дополнительные функции и возможности[1].

При выборе видеорегистратора, следует обратить внимание на:

1. совместимость технологий;

2. разрешение видеорегистратора;
3. скорость записи;
4. формат сжатия и дополнительные функции[1].

После того, как мы проанализировали все видеокамеры, делаем вывод, что для открытой зоны парковки отлично подойдет видеокамера ISON AHD50S-RD. Данная видеокамера имеет достаточно хорошее и качественное изображение, при увеличении которого можно будет с лёгкостью распознать преступника или автомобильные номера, у нее достаточный угол обзора, который будет обхватывать большую часть территории, нежели другие видеокамеры, достаточный уровень светочувствительности. Так же, видеокамера оснащена металлическим, пылевлагостойким корпусом, имеет функции датчика движения, что облегчит работу охране.

Для обеспечения безопасности в боксах, лучше выбрать видеокамеру POE IP200SL20HPOEXM. Эта видеокамера имеет так же хорошее качество изображения, и большой угол обзора. Так как в боксах есть ограничения по высоте установки, эта видеокамера сможет охватить большую площадь, нежели другие видеокамеры. Есть так же большой спектр функций, полезный для производства.

На предприятии МУП ПАТП №2 уже имеются видеорегистраторы RVi-R16LB-PRO. Данное устройство гибридное, поэтому прекрасно подойдет под систему, где используются видеокамеры с различными технологиями. Разрешение у данного регистратора 1080p, поэтому изображения будет передаваться без потерь качества. К данному видеорегистратору может подключиться 20 IP видеокамер и 14 аналоговых видеокамер. Так же данный видеорегистратор имеет разъем для аудиовходов (аудиовыходов), для подключения тревожных событий. Имеется формат сжатия H.264.

После того, как аппаратные и программные части системы видеонаблюдения выбраны, данные передаются монтажной организации, которая в дальнейшем займется реализацией данного проекта.

Литература

1. Ворона В.А., Тихонов В.А. «Технические средства наблюдения в охране объектов» М.: «Горячая линия - Телеком», 2011.-184 с.: ил

2. Владо Дамьяновски «Библия видеонаблюдения-3» М.: «Секьюрити Фокус», 2018. – 470 с.: ил. (Серия «Энциклопедия безопасности»)

А.И. Галеева

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СОПОСТАВЛЕНИЯ ОСОБЫХ ТОЧЕК НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ АВТОМОБИЛЕЙ

(Самарский университет)

Введение

Общеизвестно высказывание о том, что тот, кто владеет информацией, тот владеет и миром. Таким образом возникает необходимость защиты информации от «чужих».

Одной из проблем реализации принципа «свой-чужой» является контроль управления доступом автомобилей на охраняемую территорию. Системы контроля управления доступом должны опознавать транспортные средства, имеющие согласованный допуск, т.е. находящееся в базе данных организации.

Обычно эти системы строятся таким образом, что принятие решения происходит на основе номера государственного регистрационного знака. Однако, такие системы не является полностью безопасным. В данной работе предлагается вместе с номером государственного регистрационного знака хранить информацию и о самом автомобиле, а именно, информацию об особых точках транспортного средства.

Алгоритм сопоставления особых точек на изображениях автомобилей

Для извлечения особых точек на изображении автомобиля, полученном с камеры видеонаблюдения, предлагается алгоритм, представленный на рисунке 1.

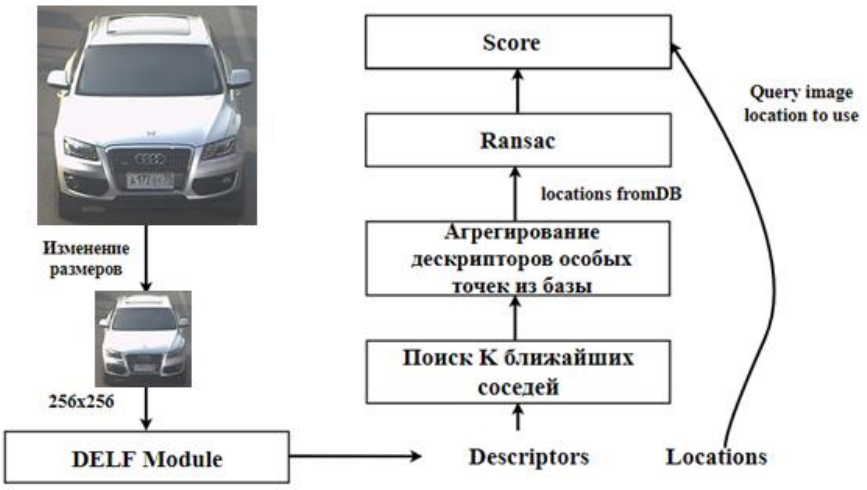


Рисунок 1 – Общая структура алгоритма

Разрабатываемая система поиска изображения основывается на поиске ближайших соседей.

Описание разработанного алгоритма сопоставления изображения с видеокамеры с изображениями из базы данных:

Первый шаг алгоритма предполагает подготовку изображения. Размеры полученного с камеры изображения необходимо изменить до разрешения 256x256 пикселей.

На втором шаге модуль DELF вычисляет дескрипторы и местоположения его особых точек. Модуль DELF представляет собой нейронную сеть с глубоким обучением, способную извлекать особые точки на изображениях. DELF прошел обучение по набору данных Google-Landmarks, содержащему 1060709 изображений. Он описывает каждую характеристическую точку на с помощью дескрипторов - 40-мерных векторов.

На третьем шаге алгоритма происходит обращение к KD-дереву, которое строится на основе изображения сохраненного в базе данных системы. Для каждого дескриптора, полученного с камеры изображения, производится поиск его K ближайших соседей.

На следующем шаге выполняется геометрическая верификация с использованием алгоритма RANSAC. Алгоритм RANSAC позволяет разделить особые точки на: хорошие точки, удовлетворяющие модели, «и ложные точки, шумы — случайные включения в исходные данные.

На последнем шаге работы алгоритма происходит оценка полученных результатов.

Результат работы алгоритма для изображения одного и того же автомобиля при разном освещении и угле обзора представлен на рисунке 2. Алгоритмом было обнаружено 40 особых точек.

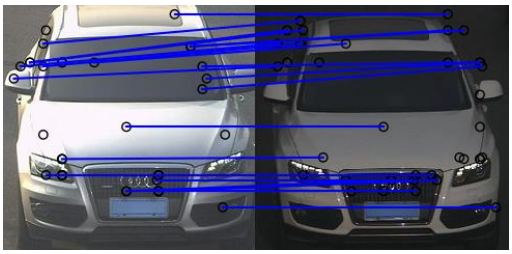


Рисунок 2 – Результат работы DELF

Результат работы алгоритма для изображения различных автомобилей представлен на рисунке 33. Алгоритмом было обнаружено 5 особых точек.

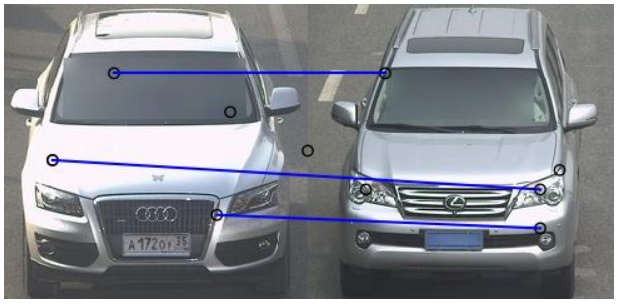


Рисунок 3 – Результат работы DELF

Для определения порога однозначного принятия решение на основе модуля DELF была реализована программа на языке программирования Python (среда –PyCharm). Исследование проводилось на основе датасета CompCars.

Набор данных CompCars включает в себя данные двух типов: изображения, взятые с форумов и сайтов в интернете и изображения с уличных камер наблюдения. Всего набор содержит в себе 136 727 изображений автомобилей полностью и 27 618 изображений, содержащих части автомобилей. Из них изображений, снятых на уличные камеры 50000. В CompCars для каждого автомобиля существует пять точек обзора: front, rear, side, front-side, rear-side. В данном наборе данных изображения поделены на 431 класс. Пример изображений представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Изображения из датасета CompCars

При расчете оптимального значения порога для каждого класса высчитывались значения precision и recall. В таблице 1 представлены результаты исследования получения порога для модуля DELF. Значение порога изменяется с шагом 5. Далее по полученным результатам была построена ROC кривая для каждого значения порога. На данной кривой было выбрано наилучшее соотношение Precision и Recall. Соответствующее ему значение и есть порог для модуля DELF. ROC кривая представлена на рисунке 2.

Таблица 1. Расчет средних precision и recall
при различных порогах для 100 классов

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Precision	0,20	0,27	0,46	0,62	0,64	0,73	0,75	0,89	1	1
Recall	1	1	0,90	0,85	0,81	0,76	0,70	0,59	0,50	0,43

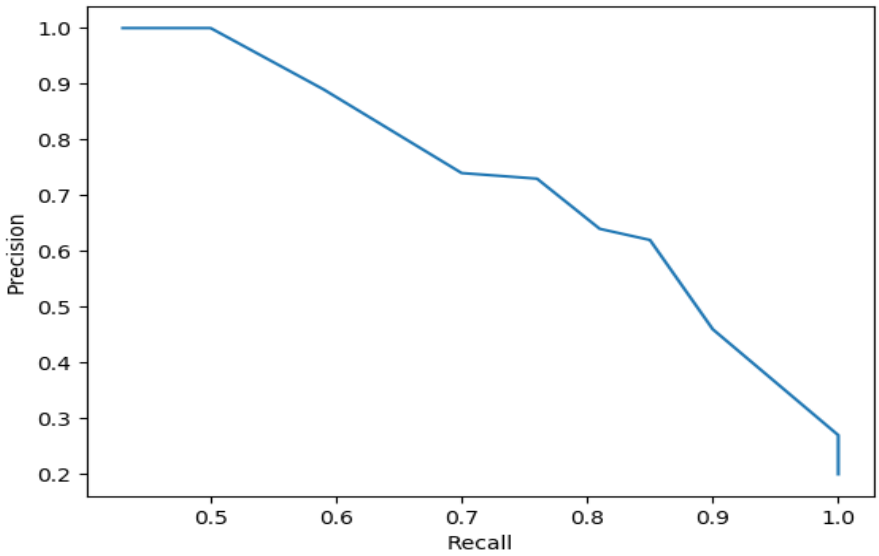


Рисунок 2 – График ROC кривой

По результатам исследования лучшее соотношение Precision / Recall было получено при пороге равном 35.

Заключение

В статье были рассмотрены алгоритмы получения особых точек SIFT, SURF, ORB и DELF, основанный на deep learning. Были приведены результаты исследования определения порога для модуля DELF при принятии решения о допуске автомобиля на охраняемую территорию на основе датасета CompCars и модуля DELF и исследования сравнения метода получения особых точек на основе модуля DELF и других алгоритмов. В дальнейшем в системе будет установлены пороги для изображений с углом обзора rear.

Литература

1. Otsu N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms/ N. Otsu// IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol.9, No.1, pp. 62-66, 1979.

2. Babenko A. Neural codes for image retrieval/ A. Slesarev, A. Chigorin, V. Lempitsky// In Computer Vision - ECCV 2014 - 13th European Conference, Zurich, Switzerland, September 6-12, 2014, Proceedings, Part I, pp. 584–599, 2014.

3. Noh H. Largescale image retrieval with attentive deep local features./ H. Noh, A. Araujo, J. Sim, T. Weyand, B. Han// In IEEE International Conference on Computer Vision, ICCV 2017, Venice, Italy, October 22-29, 2017, pp. 3476–3485, 2017.

А.С. Гуничева, Д.С. Гуменчук

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ БАЗ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПРИВИЛЕГИЙ И РОЛЕЙ

(Самарский университет)

В загруженных информационных системах, как наше общество, сдерживать количество данных почти нереально, что способствует деструктивному воздействию на них. Введем понятие «баз данных» в нашу статью и проведём аналогию риска безопасности информационных систем с риском безопасности «баз данных». Решить проблему доступа к базам данных способствовало введение таких конструкций как «роль» и «привилегии». В данной статье будет описан смысл установления пользователям ролей и привилегий в MySQL и приведены основные типы атак, связанных с данными понятиями. MySQL подходит для реализации решения больших и малых приложений.

Под угрозой безопасности информации понимается действие или событие, которое может привести к уничтожению, искажению или несанкционированному обороту информации. По происхождению источника угроз можно выделить четыре типа:

1) Угрозы, вызванные человеческим фактором..

2) Угрозы, источником которых являются внутренние программно – аппаратные средства.

3) Угрозы, источником которых являются несанкционированно встроенные программно-аппаратные средства.

4) Угрозы, обусловленные средой обитания .

Специфичными для систем управления базами данных угрозами доступности являются:

- Использование свойств первичных и внешних ключей;
- Блокировка записей при изменении;
- Атаки на переполнение буфера;
- Использование вредоносных программ;
- Загрузка системы пустой работой

Дискреционная модель реализуется с помощью базовых для нее понятий: привилегия и роль. Привилегия – это разрешенное действий или право доступа к определенным объектам СУБД. Привилегии делятся на системные и объектные. Рекомендовано не давать обычным пользователям использовать привилегию ANY (например, UPDATE ANY TABLE). Объектные привилегии, в свою очередь, связаны с различными типами объектов. Объединением нескольких привилегий в поименованный набор являются роли, которые обычно создаются администратором и выдаются другим пользователям. Для того, чтобы выдавать роль, на это также необходимо иметь соответствующую привилегию CREATE ROLE. Перед тем, как пользователь сможет воспользо-

ваться ролью, ее нужно включить для него. Сразу после создания роли нет никаких привилегий. Синтаксис создания роли Oracle/PLSQL:

CREATE ROLE role_name [NOT IDENTIFIED | IDENTIFIED {BY password | USING [schema.] package | EXTERNALLY | GLOBALLY};

где role_name - наименование новой роли, которую вы создаете.

NOT IDENTIFIED - роль немедленно включена. Не требуется ни один пароль, чтобы включить роль. IDENTIFIED - пользователь должен быть авторизован, прежде чем роль будет включена. BY password - пользователь должен ввести пароль, чтобы включить роль. USING package – вы создаете роль приложения — роль, которая включена только в приложениях с использованием авторизованного пакета. EXTERNALLY - пользователь должен быть авторизован внешним сервисом для включения роли. GLOBALLY - пользователь должен быть авторизован службой каталогов предприятия.

Синтаксис для предоставления привилегий таблице на роль в Oracle/PLSQL:

GRANT privileges ON object TO role_name;

где object - наименование объекта базы данных, которому вы предоставляете привилегии.

role_name - название той роли, которой будут предоставлены эти привилегии.

Для отмены любой из привилегий, вы можете выполнить команду revoke. Синтаксис для отмены привилегий таблицы на роль в Oracle/PLSQL:

REVOKE privileges ON object FROM role_name;

Синтаксис предоставления роли пользователю в Oracle:

GRANT role_name TO user_name;

role_name - название роли, которую вы хотите предоставить.

user_name - имя пользователя, которому будет предоставлена роль.

Чтобы включить или отключить определенную роль для текущей сессии, вы можете использовать оператор SET ROLE.

Когда пользователь входит в Oracle, все роли по умолчанию включены, но роли не по умолчанию должны быть включены с помощью оператора SET ROLE. Синтаксис для оператора SET ROLE в Oracle:

SET ROLE (role_name [IDENTIFIED BY password] | ALL
[EXCEPT role1, role2, …] | NONE);

где role_name - название роли, которую вы хотите включить.

IDENTIFIED BY password - пароль для роли, чтобы ее включить. Если роль не имеет пароля, этот параметр может быть опущен.

ALL - все роли должны быть включены для этой текущей сессии, за исключением тех, которые перечислены в EXCEPT.

NONE - отключает все роли для текущей сессии (включая все роли по умолчанию).

Oracle содержит несколько стандартных ролей, такие как CONNECT, RESOURSE и DBA, которые призваны помогать администратору в управлении базами данных. Особое внимание стоит обратить на роль DBA, которая содержит в себе все системные привилегии с параметрами ADMIN OPTION.

Также существуют такие роли как: EXP_FULL_DATABASE, которая предоставляет привилегии, требуемые для выполнения полного и инкрементного экспорта базы данных; IMP_FULL_DATABASE – предоставляет привилегии, требуемые для выполнения полного импорта базы данных; DELETE_CATALOG_ROLE – предоставляет привилегию DELETE на таблицу системного аудита; ECXECUTE_CATALOG_ROLE – предоставляет привилегию EXECUTE на объекты в словаре данных + роль HS_ADMIN_ROLE; SELECT_CATALOG_ROLE – предоставляет привилегию SELECT на объекты в словаре данных роль + HS_ADMIN_ROLE; RECOVERY_CATALOG_ROLE – предоставляет привилегии владельца каталога восстановления; HS_ADMIN_ROLE – используется для защиты доступа к таблицам и пакетам словаря данных. При всем многообразии стандартных ролей, для обеспечения безопасности рекомендуется создавать свои собственные роли, не особо полагаясь на встроенные.

При входе пользователя в систему Oracle включает все привилегии, явно предоставленные пользователю и все привилегии в ролях пользователя по умолчанию. Список ролей пользователя по умолчанию можно устанавливать и изменять оператором ALTER USER. Этот оператор позволяет указывать роли, которые должны быть включены автоматически, не запрашивая пароль. Причем эти роли должны быть уже непосредственно предоставлены оператором GRANT. По умолчанию нельзя устанавливать внешние и глобальные роли. Важный момент: когда вы создаете роль (не роль пользователя), она присваивается вам неявно, то есть добавляется как роль по умолчанию. Здесь может появиться коварная ошибка при попытке соединения с базой данных. Связана она с таким параметром как MAX_ENABLED_ROLES, который отвечает за максимальное количество ролей, которые может включить пользователь. Ошибка возникает при превышениколичества включенных ролей для пользователя. Ее можно избежать, изменив количество ролей по умолчанию так, чтобы их число было меньше данного параметра.

Синтаксис для установки роли по умолчанию в Oracle:

```
ALTER USER user_name DEFAULT ROLE ( role_name | ALL
[EXCEPT role1, role2, …] | NONE);
```

где user_name - имя пользователя, роль которого вы устанавливаете, как DEFAULT.

role_name - название той роли, которую вы хотите установить, как DEFAULT.

ALL - все роли должны быть как DEFAULT, за исключением тех, которые перечислены в EXCEPT.

NONE - запрещает все роли DEFAULT.

Синтаксис удаления роли в Oracle:

```
DROP ROLE role_name;
```

где role_name - название роли, которая должна быть удалена.

На основе вышеизложенных фактов можно сделать вывод о том, что роли и привилегии являются мощным инструментом защиты баз данных. При-

чем, наибольшая эффективность достигается при их комплексной и продуманной реализации.

Литература

1. Смирнов, С.Н. Безопасность систем баз данных/С.Н.Смирнов .— М.: Гелиос АРВ, 2007, — 352 с.

Е.Э. Елисеев

АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ В СИСТЕМЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ SNORT ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ WEB УГРОЗ

(Самарский университет)

Система обнаружения вторжений (сокращённо СОВ) – программное или аппаратное средство, предназначенное для выявления фактов неавторизованного доступа в компьютерную систему или сеть либо несанкционированного управления ими через Интернет. СОВ обеспечивают дополнительный уровень защиты компьютерных систем [2].

СОВ используются для обнаружения некоторых типов вредоносной активности, которая может нарушить безопасность компьютерной системы. К такой активности, в том числе, относятся:

1. Сетевые атаки против уязвимых сервисов.
2. Атаки, направленные на повышение привилегий.
3. Неавторизованный доступ к важным файлам.
4. Действия вредоносного программного обеспечения (компьютерных вирусов, троянов и червей).

Обычно архитектура СОВ включает в себя четыре основных подсистемы:

1. Сенсорная подсистема, предназначенная для сбора событий, связанных с безопасностью защищаемой системы.
2. Подсистема анализа, предназначенная для выявления атак и подозрительных действий на основе данных сенсоров.
3. Хранилище, обеспечивающее накопление первичных событий и результатов анализа.
4. Консоль управления, позволяющая конфигурировать СОВ, наблюдать за состоянием защищаемой системы и СОВ, просматривать выявленные подсистемой анализа инциденты.

Каждая подсистема непосредственно связана с остальными, работа СОВ заключается в их совместном функционировании.

Существует несколько способов классификации СОВ в зависимости от типа и расположения сенсоров, а также методов, используемых подсистемой анализа для выявления подозрительной активности.

Snort — свободная сетевая система предотвращения вторжений (IPS) и обнаружения вторжений (IDS) с открытым исходным кодом, способная выполнять регистрацию пакетов и в реальном времени осуществлять анализ трафика в IP-сетях. Создана Мартином Рёшем, в дальнейшем развивалась и поддерживалась основанной им компанией Sourcefire (поглощена Cisco в 2013 году) [3]. Snort позволяет в реальном времени регистрировать и анализировать трафик в IP-сетях, выполнять определённые действия при обнаружении той или иной угрозы согласно составленным правилам (например, уведомление администратора, запись в журнал или блокирование подозрительных запросов).

Актуальные правила находятся в свободном доступе и обновляются самим сообществом Snort по мере обнаружения новых векторов атак и уязвимостей на различные сервисы и приложения.

Предлагается алгоритм для определения того, как Snort справляется с предотвращением WEB-угроз. Оценка эффективности набора правил Snort проводится на нескольких различных наборах данных (датасетах), каждый датасет состоит из некоторого количества HTTP-запросов, каждый запрос представляет из себя путь к запрашиваемому документу или скрипту на WEB-сервере и параметры. Запрос может быть GET или POST. Реакция Snort на другие данные в заголовках не проверяется. Определим тестовый датасет как датасет, в котором для каждого HTTP-запроса известен его тип – нормальный или аномальный (вредоносный). Реакция СОВ может быть двух типов – игнорирование запроса (Snort определяет запрос как нормальный) и уведомление о вероятной атаке (Snort определяет запрос как аномальный).

Под эффективностью набора правил Snort для тестового датасета будем понимать величину $E \in [0, 1]$, которая вычисляется по формуле (1). Чем выше эффективность – тем лучше СОВ справляется со своей задачей: обнаруживает подозрительный трафик и игнорирует нормальный.

$$E = \frac{T}{A}\ , \qquad (1)$$

где E – эффективность набора правил;
T – количество HTTP-запросов с правильно определённым типом;
A – общее количество HTTP-запросов в датасете.

Для определения реакции СОВ на запросы разворачивается сервер с ОС Linux с СОВ Snort с оцениваемыми набором правил и настройками СОВ (СОВ-сервер), затем с другого сервера (тестирующий сервер) каждый HTTP-запрос из датасета отправляется на порт 80 СОВ-сервера с помощью скрипта на ЯП Python. Предварительно проверяется, что Snort запущен и детектирует какую-либо подозрительную активность – в частности, пинг и сканирование портов. Используется следующий алгоритм:

1. Проверяется весь диапазон портов тестирующего сервера, из них отбираются те, которые могут использоваться как исходящие порты в скрипте

для тестирования. Обозначим количество таких портов N, а множество этих портов OP.

2. Тестируемый датасет разбивается на части, каждая размером не более чем N.
3. Для каждой части S датасета выполняется следующее:
   3.1. Фиксируется время начало тестирования, T0.
   3.2. Каждому запросу из части ставится в соответствие свой исходящий порт, т.е. строится биекция из множества запросов данной части во множество P.
   3.3. Выполняются все запросы данной части датасета в любом порядке таким образом, чтобы минимизировать время тестирования.
   3.4. Фиксируется время окончания тестирования, T1.
   3.5. Анализируется syslog СОВ-сервера на наличие уведомлений Snort во временном интервале [T0, T1] с учётом возможных погрешностей T0 и T1. В каждом уведомлении Snort сообщает в том числе исходящий порт, с которого был произведён запрос. Исходящие порты тестирующего сервера в уведомлениях данного временного интервала образуют множество D. Таким образом, зная биекцию между номером порта и запросом, можно определить, как Snort определил тип данного запроса – как нормальный (номер порта отсутствует во множестве D) или аномальный (номер порта присутствует во множестве D). Далее считается количество правильно определённых запросов. Также можно увидеть явно, на какой запрос было срабатывание и какой вид атаки СОВ Snort в нём обнаружил.
4. Объединяются результаты всех частей датасета.
5. Вычисляется эффективность набора правил.
6. Дополнительно вычисляется False Positive (FP, ошибка первого рода) – количество нормальных запросов, определённых как аномальные, False Negative (FN, ошибка второго рода) – количество аномальных запросов, определённых как нормальные, True Positive (TP, количество верно определённых нормальных запросов), True Negative (TN, количество верно определённых аномальных запросов). Затем вычисляется точность, полнота, F-мера.

Данный алгоритм позволяет проводить тестирование одного СОВ-сервера сразу несколькими тестирующими серверами, а также подключить дополнительные СОВ-сервера для распределения нагрузки во время тестирования. В этом случае при анализе уведомлений в выбранном временном интервале учитываются только те, где IP-адресом источника является конкретный тестирующий сервер. Это позволяет оценивать реакцию правил на DDOS-атаки, а также проводить моделирование работы СОВ-сервера, когда в одно и то же время поступают как нормальные запросы, так и аномальные.

Для оценки эффективности настройки системы Snort использовались по умолчанию, syslog отправлялся на тестирующий сервер. В качестве набора пра-

вил использовался Talos Rules от 2 мая 2019 года и дополнительно 5 правил обнаружения SQL-инъекций, полученные и экспериментально проверенные исследователями [7].

В результате проведения эксперимента получены результаты на датасетах (таблица 1) и вычислены показатели точности (Precision), полноты (Recall) и F-меры для датасета №1 (таблица 2). Для датасета №2 и датасета №3 данные показатели Precision и F-меры не вычислялись по причине неопределённости значения Precision.

Таблица 1 – Результат тестирования датасетов

№	Описание датасета	Количество обнаружений атак	False Positive	False Negative	Эффективность
1	CSIC 2010. Тестовый датасет, нормальный и аномальный трафик [8]	308	0	24129	0.601
2	Набор конструкций для XSS-атак, аномальный трафик [9]	22	-	313	0.066
3	Набор конструкций для SQL-атак, аномальный трафик [9]	44	-	264	0.143
4	GET-запросы некоторого WEB-сервера за год, неизвестный трафик	491	-	-	-

Таблица 2 – Результат вычисления точности, полноты и F-меры

№	Описание датасета	Precision	Recall	F-мера
1	CSIC 2010. Тестовый датасет [8]	1	0.599	0.749
2	Набор конструкций для XSS-атак [9]	-	0	-
3	Набор конструкций для SQL-атак [9]	-	0	-

Система обнаружения и предотвращения вторжений способна обнаружить и нейтрализовать некоторую часть уязвимостей WEB-приложений. Наличие системы обнаружения и предотвращения вторжений, подобной системе Snort, позволяет уменьшить количество возможных векторов атак. Разработана методика оценки эффективности набора правил и протестировано несколько датасетов, в результате которого был сделан вывод, что набор правил по умолчанию требует доработки для повышения уровня защиты от атак на WEB-приложения. Данную методику можно использовать для анализа поступающих запросов в реальном времени, чтобы избежать нагрузки на защищаемый сервер. Алгоритм тестирования можно использовать также на кластере с несколькими СОВ-серверами и тестирующими серверами, проводить моделирование атаки и

генерировать новые правила по новым поступающим данным в целях обнаружения большего количества актуальных векторов атак.

Литература

1. Anderson, James P., "Computer Security Threat Monitoring and Surveillance" Washing, PA, James P. Anderson Co., 1980.

2. Википедия. Система обнаружения вторжений [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_обнаружения_вторжений (дата обращения: 06.05.2019).

3. Википедия. Snort [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Snort (дата обращения: 06.04.2019).

4. OWASP Top 10 - 2017. The Ten Most Critical Web Application Security Risks [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.owasp.org/images/7/72/OWASP_Top_10-2017_%28en%29.pdf.pdf (дата обращения: 06.04.2019).

5. OWASP Top 10 - 2013. The Ten Most Critical Web Application Security Risks [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.owasp.org/images/f/f8/OWASP_Top_10_-_2013.pdf (дата обращения: 07.04.2019).

6. OWASP Топ-10 2017: обзор изменений [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.securitylab.ru/blog/company/a1qa/343176.php (дата обращения: 06.04.2019).

7. Hussein Alnabulsi, Md Rafiqul Islam, Quazi Mamun. Detecting SQL injection attacks using SNORT IDS. URL: https://www.researchgate.net/publication/278677876_Detecting_SQL_injection_attacks_using_SNORT_IDS (дата обращения: 06.04.2019).

8. HTTP DATASET CSIC 2010 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.isi.csic.es/dataset/ (дата обращения: 12.05.2019).

9. GitHub. SecLists, the security tester's companion [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://github.com/danielmiessler/SecLists (дата обращения: 12.05.2019).

Д.А. Зенцов

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОВЕРКИ ПОДЛИННОСТИ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ПУТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ В НИХ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

(Самарский университет)

Сходство между соседними кадрами используется видеокодерами путем прогнозирования конкретного кадра в зависимости от его соседей и кодирования ошибок прогнозирования. Закодированное видео состоит из последовательности I-кадров (начало видеопоследовательности, содержит изображение

целиком), P-кадров (содержат макроблоки со ссылками на предыдущий кадр), B-кадров (могут содержать макроблоки со ссылками как на предыдущие, так и на последующие кадры).

Каждая подпоследовательность кадров может рассматриваться как локальное временное окно. I-кадр – базовый, P- и B- кадры – разностные сдвиги соответствующего базового кадра. Однако разнообразная структура подпоследовательностей кадров в современных видеопотоках делает исследование видео, основанное на анализе подпоследовательностей кадров, невозможным. В качестве альтернативы предлагается алгоритм, использующий разностные сдвиги кадров.

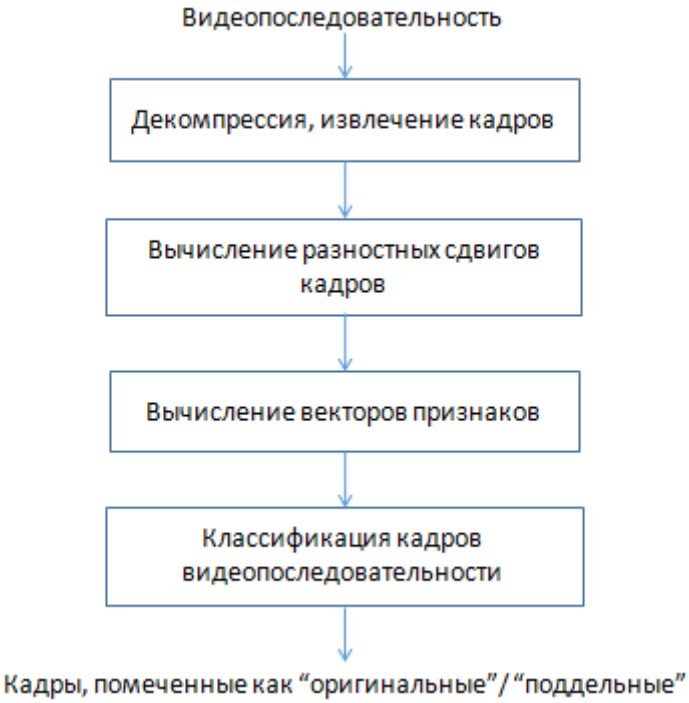


Рисунок 1 - Алгоритм обнаружения удаленных объектов на видеопоследовательности

Обозначим последовательность распакованных видеокадров длины N как:

$$V \triangleq \{F^{(1)}, F^{(2)}, \dots, F^{(N)}\}, N \in Z, \quad (1)$$

где $F^{(k)} = (F_{i,j}^{(k)}) \in \{0, \dots, 255\}^{n_1 \times n_2}, N \in Z$ представляет k-й декомпрессированный кадр, являющийся 8-битным полутоновым изображением 8×8. Оператор согласования внутри временного окна с центром в $F^{(k)}$ и размерностью $L = 2 \times L_h + 1$ (L_h - число соседей левее/правее опорного кадра, входящих в окно):

$$C^{(k)} = \left(C_{i,j}^{(k)}\right) = \mathfrak{C}[(F_{i,j}^{(k-L_h)}), \dots, (F_{i,j}^{(k)}), \dots, (F_{i,j}^{(k+L_h)})] \quad (2)$$

где $C^{(k)}$ – результат согласования $F^{(k)}$ и $\mathfrak{C}$. Оператор согласования $\mathfrak{C}$ – агрегирующая функция, которая группирует пиксели каждого кадра с соответствующими координатами во временное окно для получения $C_{i,j}^{(k)}$. Разностный сдвиг кадра $F^{(k)}$представляется в виде

$$R^{(k)} = \left|F^{(k)} - C^{(k)}\right| = (R_{i,j}^{(k)}) = \left|F_{i,j}^{(k)} - C_{i,j}^{(k)}\right|, \quad (3)$$

В работе были использованы два оператора согласования:

$$\mathfrak{C}_{MIN} \triangleq \min_{l \in [-L_h, L_h]}\{F_{i,j}^{(k+l)}\}, \quad (4a)$$

$$\mathfrak{C}_{MEDIAN} \triangleq \tilde{F}_{i,j}^{((L+1)/2)}, \quad (4b)$$

где $\left\{\tilde{F}_{i,j}^{(l)}\right\}$ - отсортированная последовательность $F_{i,j}^{(k+l)}$.

Результирующая матрица $R^{(k)}$ – 8-битное полутоновое изображение. Ускорение движения в сцене приводит к увеличению разницы между $F^{(k)}$ и $C^{(k)}$, что, в свою очередь, приводит к росту элементов матрицы $R^{(k)}$. Поэтому $C^{(k)}$ описывает перемещение объекта внутри временного окна согласования, а $R^{(k)}$ отражает меру движения в окне. $R^{(k)}$ не основывается на гибкой структуре последовательности разных видов кадров и поэтому подходит для предлагаемого метода.

Используя разностные сдвиги в качестве посредников, мы можем заимствовать некоторые мощные статистические функции из стегоанализа изображений для моделирования изменения свойств фрагментов видео, представляющего собой объектно-ориентированную подделку.

В работе исследовалось использование трех векторов признаков кадра *w:*

- $\bar{X}_1(w) = (x_0, \dots, x_{547})^T$, рассчитываемый по алгоритму CC-PEV (Cartesian-calibrated Pevny feature) при помощи Global histogram, Local histograms, Dual histograms, Variation, Blockiness features, Cooccurrence, Markov features.
- $\bar{X}_2(w) = (x_0, \dots, x_{686})^T$, рассчитываемый по алгоритму SPAM (Subtractive Pixel Adjacency Model feature) при помощи моделирования вероятности переходов между соседними элементами разностных сдвигов по восьми направлениям с помощью цепей Маркова второго порядка
- $\bar{X}_3(w) = (x_0, \dots, x_{486})^T$, рассчитываемый по алгоритму MP-486 (Markov Process feature) при помощи марковского процесса, использующего как внутриблочные, так и межблочные корреляции между коэффициентами JPEG.

Классификация кадров видеопоследовательности осуществлялась при помощи следующих классификаторов:

- Ансамбля из 500 линейных классификаторов (при обучении используется линейный дискриминант Фишера).
- Квадратичный SVM
- Дерево принятия решений

Исследование проводилось на двух датасетах:

- REWIND (20 видеопоследовательностей: 10 оригинальных и соответствующие им 10 поддельных; разрешение всех видео – 320 × 240, кадровая частота – 30 кадров в секунду).



Рисунок 1 – Пример оригинального кадра, на котором присутствует человек



Рисунок 2 – Пример оригинального кадра, на котором человек отсутствует

- GRIP (30 видеопоследовательностей: 15 оригинальных и соответствующие им 15 поддельных; разрешение у видео различается, кадровая частота – 30 кадров в секунду).

В работе изучалось применение различных параметров алгоритма ($L_h = \overline{3,5}$, $\mathfrak{C}_{MIN}$ и $\mathfrak{C}_{MEDIAN}$, шаг, с которым кадры в видеопоследовательности подвергались анализу).

Наилучшие результаты были получены при использовании ансамбля классификаторов и вектора признаков CC-PEV ($L_h = 4$, $\mathfrak{C}_{MEDIAN}$, шаг анализа кадров – 8).

Таблица 1- Результаты исследования

Accuracy	Precision	Recall	F-score
0.74	0.62	0.90	0.73

Литература

1. Chen S. Automatic detection of object-based forgery in advanced video/ S. Chen, S. Tan, B. Li// IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 26, Issue: 11, pp. 2138–2151, 2016.

2. Pevny T. Steganalysis by subtractive pixel adjacency matrix/ T. Pevny, P. Bas, J. Fridrich// IEEE Trans. Inf. Forensics Security, vol. 5, no. 2, pp. 215–224, 2010.

3. Kodovsky J. Ensemble classifiers for steganalysis of digital media/ J. Kodovsky, J. Fridrich// IEEE Trans. Inf. Forensics Security, vol. 7, no. 2, pp. 432–444, 2012.

4. Pevny T. Merging Markov and DCT features for multiclass JPEG steganalysis/ T. Pevny, J. Fridrich// in Proc. SPIE, Electronic Imaging, Security, Steganography, and Watermarking of Multimedia Contents IX, pp. 301– 304, 2007.

5. Bestagini P. Local tampering detection in video sequences/ P. Bestagini, S. Milani, M. Tagliasacchi, S. Tubaro// IEEE 15th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP), Pula, Italy, 2013

6. Qadir G. Surrey University Library for Forensic Analysis (SULFA) of video content/ G. Qadir, S. Yahahya, A.T.S. Ho// IET Conference on Image Processing (IPR 2012), July 2012.

7. REWIND Forged Videos Data Set [Электронный ресурс]. – URL: https://sites.google.com/site/rewindpolimi/downloads/datasets/video-copy-move-forgeries-dataset (дата обращения: 14.05.2019).

8. GRIP Forged Videos Data Set [Электронный ресурс]. – URL: http://www.grip.unina.it/download/prog/ForgedVideosDataset/Copymove (дата обращения: 14.05.2019).

Ю.М. Злобин, В.П. Пряхин

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАСКИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

(Самарский университет)

Провести оценку эффективности функционирования ранее разработанного средства масштабирования («маскирования») распределенной информационной системы (ИС) представляется возможным путем сравнения вероятностно-временных характеристик (ВВХ) полученной функционально-логической структуры с исходными характеристиками ИС [1]. Очевидно, что исходная ИС обладает рядом параметров, которые подвергнутся изменениям во время работы средства «маскирования» и, более того, появятся новые параметры, коренным образом влияющие на ВВХ ИС. С точки зрения дезинформации злоумышленника важно, чтобы разница между исходной и масштабируемой ИС была минимальна, то есть она должна стремиться к 0. Оценка этой разницы позволит говорить об эффективности «маскирования» ИС.

Предполагается, что сравнение ВВХ ИС возможно с помощью расстояния Кульбака-Лейблера. Для оценки информационного выигрыша (демонстрации его минимума) на $t \to \infty$ необходимо оперировать абсолютно непрерывными распределениями P и Q и иметь в распоряжении плотности этих распределений p(x) и q(x) соответственно. На данном этапе исследования получение плотности распределения случайных величин для маскированной структуры q(x) остается актуальной задачей. Другой вариант оценки расстояния Кульбака-Лейблера – аппроксимация для дискретных значений случайных величин.

Дискретные значения случайных величин для построения распределений P и Q могут быть получены путем синтеза марковских моделей функционирования ИС и их последующим решением.

Для моделирования функционирования ИКС, как правило, используются эргодические непрерывные марковские цепи. В этом случае состояния цепи соответствуют состояниям системы, различающихся составом исправного и отказавшего оборудования. Переходы между состояниями связаны с отказами и восстановлением устройств и реконфигурацией связей между ними, выполняемой для сохранения работоспособности системы [2]. Оценки характеристик эргодической цепи дают представление о надежности поведения системы в целом.

Основной характеристикой непрерывной марковской цепи является стационарное (финальное) распределение вероятностей состояний $p(t) = (p_1(t) \dots p_n(t))$, где $p_1(t) \dots p_n(t)$ - вероятности пребывания в состояниях $S_1 \dots S_n$ соответственно [3]. Вероятности $p_1(t) \dots p_n(t)$ и есть искомые ВВХ ИС, необходимые для оценки эффективности средства «маскирования».

Для построения распределения Q опишем состояния ИС, не использующей средство «маскирования» и проводящей противодействие сетевой разведке (СР) собственными ресурсами:

S_1 – ИКС работоспособна, функционирует в обычном режиме обнаружения СР;

S_2 – выработка стратегии противодействия СР;

S_3 – противодействие СР;

S_4 – отключение связи вследствие воздействия СР;

S_5 – отключения связи вследствие воздействия единой сети электросвязи (ЕСЭ).

Перечисленные дискретные состояния позволяют построить граф состояний исследуемой ИС, где λ_{ij} – интенсивности информационного обмена, характеризующие потоки событий (рис. 1):

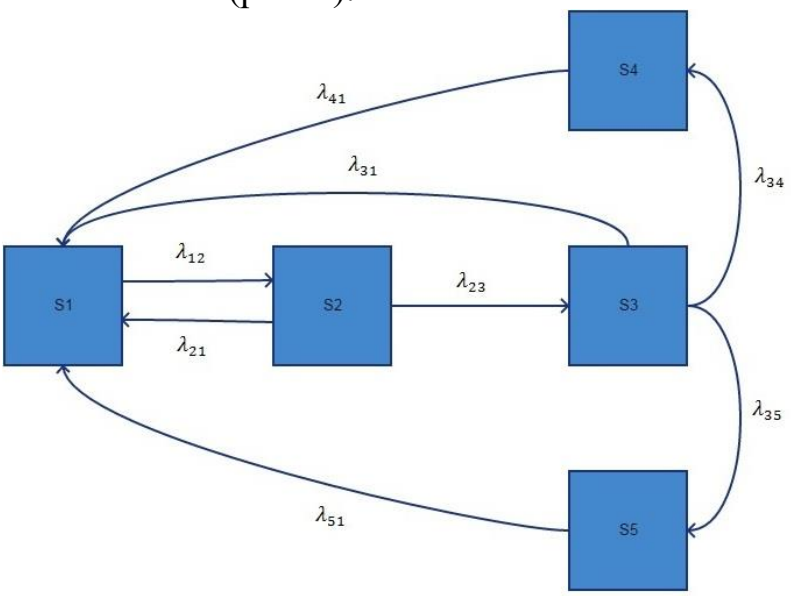


Рис. 1. Граф состояний ИС

Синтезируем систему дифференциальных уравнений (СДУ) Колмогорова-Чепмена [4]:

$$D(t,p)=\begin{cases}\dfrac{dp_1(t)}{dt}=\lambda_{51}p_5(t)+\lambda_{21}p_2(t)+\lambda_{31}p_3(t)+\lambda_{41}p_4(t)-\lambda_{12}p_1(t)\\ \dfrac{dp_2(t)}{dt}=\lambda_{12}p_1(t)-(\lambda_{21}+\lambda_{23})p_2(t)\\ \dfrac{dp_3(t)}{dt}=\lambda_{23}p_2(t)-(\lambda_{31}+\lambda_{34}+\lambda_{35})p_3(t)\\ \dfrac{dp_4(t)}{dt}=\lambda_{34}p_3(t)-\lambda_{41}p_4(t)\\ \dfrac{dp_5(t)}{dt}=\lambda_{35}p_3(t)-\lambda_{51}p_5(t)\end{cases} \quad (1)$$

Для построения распределения P опишем состояния ИС, использующей средство «маскирования» для противодействия СР:
S_1 – оценка значения корреляции между структурами СС;
S_2 – формирование ложной ФЛС ИКС и ее реализация;
S_3 – масштабирование структуры по требованию СУ;
S_4 – отключение связи вследствие воздействия СР;
S_5 – отключения связи вследствие воздействия ЕСЭ.

Перечисленные дискретные состояния позволяют построить граф состояний исследуемой и «маскируемой» ИС, где λ_{ij} – интенсивности информационного обмена, характеризующие потоки событий (рис. 2).

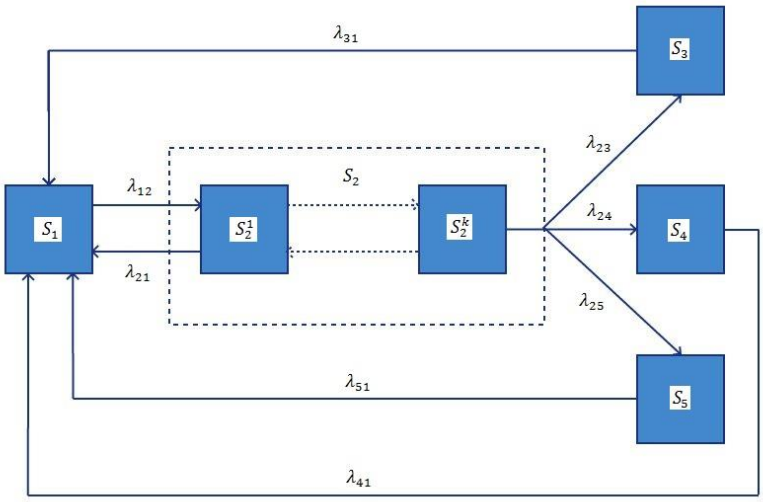


Рис. 2. Граф состояний системы принятия решения на управление (СПРУ)

Синтезируем математическую модель процесса перехода состояний СПРУ в виде СДУ Колмогорова-Чемпена и приведем ее к векторному представлению:

$$D(t,p)=\begin{cases}\frac{dp_1(t)}{dt}=\lambda_{21}p_2(t)+\lambda_{31}p_3(t)+\lambda_{41}p_{43}(t)+\lambda_{51}p_5(t)-\lambda_{12}p_1(t)\\ \frac{dp_2(t)}{dt}=\lambda_{12}p_1(t)-(\lambda_{21}+\lambda_{23}+\lambda_{24}+\lambda_{25})p_2(t)\\ \frac{dp_3(t)}{dt}=\lambda_{23}p_2(t)-\lambda_{31}p_3(t)\\ \frac{dp_4(t)}{dt}=\lambda_{24}p_2(t)-\lambda_{41}p_4(t)\\ \frac{dp_5(t)}{dt}=\lambda_{25}p_2(t)-\lambda_{51}p_5(t)\end{cases} \quad (2)$$

Для решения систем 1 и 2 и получения ВВХ ИС задаются начальные условия, $p_i(0)=(1,0,0,0,0)$, интервал интегрирования t_0=0, t_1=*10*, число этапов интегрирования n=10000. Применяя порядок решения СДУ методом Рунге-Кутты четвертого-пятого порядка, производится расчет для заданных значений интенсивностей событий λ_{ij} = *const* (марковский однородный процесс) [5].

Путем подстановки теоретических значений λ_{ij} были получены следующие значения предельных вероятностей для распределения Q и P соответственно:

$$q_1=0{,}299, q_2=0{,}206, q_3=0{,}124, q_4=0{,}165, q_5=0{,}206$$
$$p_1=0{,}269, p_2=0{,}141, p_3=0{,}169, p_4=0{,}188, p_5=0{,}234$$

Применяя формулу для оценки расстояния Кульбака-Лейблера между дискретными распределениями случайных величин [6]

$$D_{KL}(P||Q)=\sum_{i=1}^{n}p_i\log\frac{p_i}{q_i}$$

получим:

$$D_{KL}(P||Q)=0.0359$$

Полученный результат измеряется в битах, то есть, очевидно, что он является хорошим – различающая информация величиной менее одного бита не дает возможности предположить о преднамеренном вмешательстве в работу ИС и подталкивает злоумышленника к предположениям о влиянии случайных помех, например, от ЕСЭ.

Таким образом, расчет расстояния Кульбака-Лейблера позволяет говорить об эффективности использования средства «маскирования» ИС, так как информационный выигрыш минимален и при удачном выборе стратегии будет стремиться к 0.

Литература

1. Давыдов А.Е., Максимов Р.В., Савицкий О.К. Защита и безопасность ведомственных интегрированных инфокоммуникационных систем / А.Е.Давыдов, Р.В. Максимов, О.К. Савицкий. - Москва: ОАО «Воентелеком», 2015. - 520 с.

2. Марковские модели [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://life-prog.ru/view_modelirovanie.php?id=19, свободный. Загл. с экрана. - Яз. русский. (дата обращения: 17.04.2019)

3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. [Текст]/Е.С. Вентцель - М.: Высш. шк., 1999. - 537 с.

4. Вентцель Е.С. Исследование операций. [Текст]/ Е.С. Вентцель –М.: Советское радио, 1972 - 210 с.

5. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. [Текст]/Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков - М.: Наука, 1987. – 636 с.

6. S. Kullback, R.A. Leibler. On Information and Sufficiency [Текст]/ S. Kullback, R.A. Leibler - Ann. Math. Statist №1, 1951 - p. 79-86.

А.Н. Ивкин, М.Е. Бурлаков

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ С ВНЕДРЕННЫМИ ПРАВИЛАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

(Самарский университет)

Аннотация

Система обнаружения вторжений является одним из важнейших устройств для защиты вычислительных систем, она способна выявлять и исследовать пакеты сетевого трафика. СОВ Snort - это бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом, используемое в качестве средства защиты сети. Инструмент Snort обнаруживает только подтвержденные атаки, используя заранее определенные сигнатуры. В целях обнаружения новых, ранее не известных сетевых атак в данной работе разработаны расширенные правила для Snort, полученные с помощью инструмента машинного обучения WEKA и алгоритма j48. В статье, для экспериментального исследования, используется набор данных KDDCUP99. Основная цель данного исследования – реализация СОВ с внедренными правилами инструмента машинного обучения. Основными этапами исследований являются подготовка данных, применение алгоритма машинного обучения, извлечение экспертных правил, реализация правил Snort, обнаружение атак. Предлагаемая система обеспечивает эффективные показатели обнаружения и успешно выявляет новые, не представленные в сигнатурах атаки.

Введение

Система обнаружения вторжений (СОВ), специализированное программно-аппаратное средство, предназначенное для выявления несанкционированного доступа к ресурсам системы. Snort это СОВ с открытым исходным кодом [1]. Как правило snort разворачивают на маршрутизаторе как сетевую СОВ. Snort обнаруживает атаки на основе правил, написанных в заданном формате и синтаксисе. Snort - это многовариантный инструмент исследования пакетов, работающий в нескольких режимах.

Основное преимущество Snort заключается в гибкости и простоте модификации правил по сравнению с другими коммерческими СОВ. Архитектура Snort показана на рисунке 1.

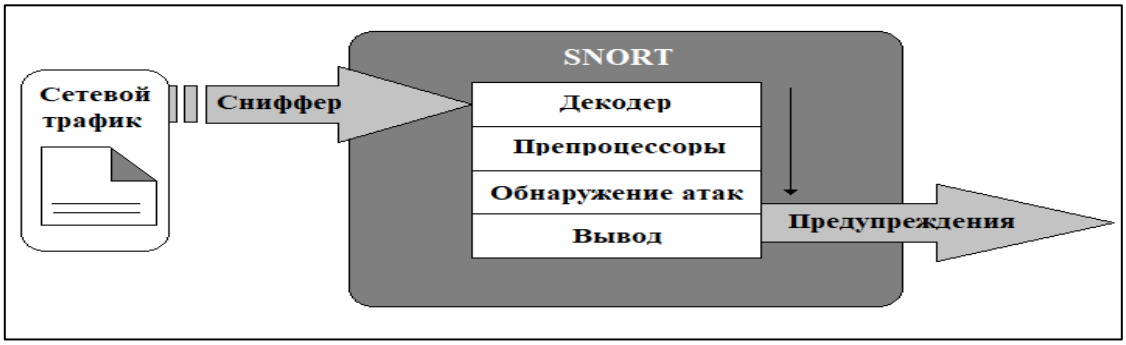


Рис. 1. Архитектура СОВ Snort

Правила Snort записываются в одной строке: заголовок правила и параметр. В заголовке правила содержатся действия правила, название протокола, IP-адреса, номера портов. Информация о проверяемой части пакета и предупреждающие сообщения включены в раздел параметров правил Snort. Пример простого правила Snort, определяющего наличие SYN флага, показан на рисунке 2.

```
alert tcp any any -> $MY_NET any (flags: S; msg: "SYN packet";)
```

Рис. 2. Пример правила Snort

Построение набора данных

В данной работе использовался инструмент машинного обучения WEKA – это программное обеспечение с открытым исходным кодом для машинного обучения [2]. Согласно результатам исследований [3], в статье используется дерево решений j48, более известное как алгоритм C4.5. Дерево решений *J48* - это алгоритм машинного обучения, определяющий значение примера на основе различных значений, наборов признаков (атрибутов), доступных данных.

Набор данных *KDDCup99* содержит множество отдельных атак, таких как *apache2*, *back*, *xterm* и т. д. [4]. Первоначально набор данных обрезается для удаления излишков. После удаления, отдельные атаки заменяются их категориями, как показано на рисунке 4.

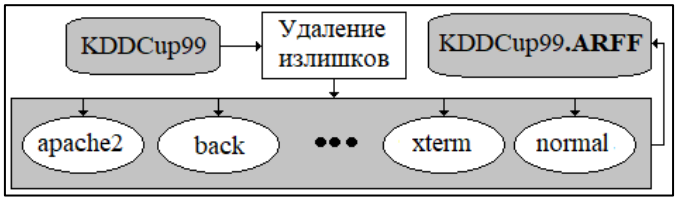


Рис.4. Процесс корректирования набора данных KDDCUP99

В этой работе мы использовали набор данных *KDDCUP99* (*corrected.zip*), который состоит из (311029 записей). В таблице 1 представлены все категории атак и количество образов.

Таблица 1 - Количество образцов и категории атак в *KDDCup99*

Категория атаки	Количество образов	Атаки в наборе данных *KDDCup99*
Normal	60589	*Normal*
Dos	229853	*apache2, back, land, mailbomb, processtable, smurf…*
R2L	16179	*ftp-write, guesspassword, imap, multihop, named, phf…*
U2R	228	*buffer_overflow, httprunnel, oadmidule, perl, rootkit…*
Probe	4165	*ipsweep, Mscan, Nmap, portsweep, saint, satan…*
Total	311014	Total

Выбор подобного набора данных обусловлен ориентацией на решение вопросов, связанных с обучением адаптивных алгоритмов [5-6].

Извлечение и применение экспертных правил

В статье используются наилучшие параметры входа, полученные экспериментальным путем для алгоритма j48, на рассмотренном наборе. В таблице 2 представлены результаты классификации откорректированного набора данных KDDCUP99.

Таблица 2 - Результаты классификации *KDDCup99.arff*

Алгоритм с набором входных параметров	Точность	Полнота	F-measure	AUC
*J48_(*C=0.60 M=2 MDL=on –S)	0.981	0.980	0.980	0.999

С помощью программы написанной на языке python из построенного дерева решений извлекаются экспертные правила для каждой из атак. Пример одного из извлеченных экспертных правил для атаки типа *Back* показан на рисунке 5.

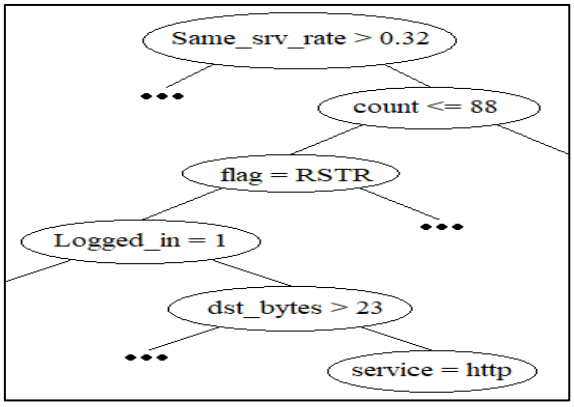


Рис. 5. Экспертное правило, извлеченное из WEKA

Где *Same_srv_rate* – процент подключений к одному и тому же сервису, *count* – количество подключений к одному и тому же хосту за последние 2 секунды, *flag* – нормальный или ошибочный статус соединения, *Logged_in* – по-

казатель входа в систему, dst_bytes – количество отправленных байтов источнику, service – сервис.

Далее извлеченные экспертные правила оформляются согласно синтаксису языка правил Snort, и записываются в файл Snort.rules. Snort запускается в режиме сетевой СОВ и обращается к файлу с правилами, как указано в snort.config. В таблице 3 показаны результаты работы реализованной СОВ на базе Snort с внедренными экспертными правилами.

Таблица 3 - Результаты работы предложенной СОВ

Данные	Количество	Процент	F-measure
TP + TN	304868	98.0192	0.98
FN + FP	6161	1.9808	

Заключение

В работе реализована СОВ, с внедренными экспертными правилами, полученными из инструмента машинного обучения WEKA с применением алгоритма j48. Было реализовано программное обеспечение для извлечения экспертных правил из WEKA. Подобранны оптимальные параметры входа для алгоритма j48 на наборе KDDCUP99. Из набора данных была удалена некорректная и устаревшая информация, а также набор был отформатирован в совместимый с инструментом машинного обучения формат. Все экспертные правила реализованы на языке правил Snort. Предлагаемая система обеспечивает эффективные показатели обнаружения (свыше 98 %) и успешно выявляет новые, не представленные в сигнатурах атаки. В дальнейшем набор данных будет заменен на более современный, а СОВ развернута на реальном сетевом трафике.

Литература

1. Sourcefire. Snort open source network intrusion prevention and detection system (ids/ips) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://snort.org, свободный (Дата обращения 19.05.19).

2. Hall, Mark. The WEKA data mining software: an update / Hall, Mark, Eibe Frank, Geoffrey Holmes, Bernhard Pfahringer, Peter Reutemann, and Ian H. Witten. – ACM SIGKDD explorations newsletter_11, no. 1, 2009. –10-18 p.

3. Urvashi Modi. An improved method to detect intrusion using machine learning algorithms / Urvashi Modi, Anurag Jain. – Informatics Engineering, an International Journal (IEIJ), Vol.4, No.2, June 2016

4. Wu, Su-Yun. Data mining-based intrusion detectors / Wu, Su-Yun, Ester Yen. – Expert Systems with Applications_36, no. 3, 2009. – 605-612 p.

5. Stolfo, S.J. Anomalous Payload-based Network Intrusion Detection / Stolfo, S.J. – Heidelberg, vol. 3, 2004. – 190–240 p.

6. Chan, P.K. Learning Rules for Anomaly Detection of Hostile Network Traffic / Chan, P.K. – In Proc. of the 3rd IEEE Int. Conf. on Data Mining, 2003. – 50-76 p.

С.А. Иливицкий[1], П.В. Трешников[2], Л.С. Зеленко[1]

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ТЕХНОДОК»

([1] Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва
[2] ООО Научно-внедренческая фирма «Сенсоры. Модули. Системы»)

В настоящее время проблема защиты интеллектуальной собственности является актуальной для любой области творческой деятельности и не имеет гражданства. В сфере программного обеспечения она стоит не менее остро. По результатам исследования, произведенного в 2017 году ассоциацией BSA (Business Software Alliance), на персональных компьютерах пользователей в России 62% программного обеспечения (ПО) является нелицензионным. В соседних странах доля нелицензионных приложений составляет: в Белоруссии – 82%, в Молдавии – 83%, на Украине – 80% [1]. В связи с этим компании теряют существенную долю прибыли. Из-за этого проблема защиты программного обеспечения от незаконного использования стала одной из актуальнейших на сегодняшний момент.

Большинство разработчиков программного обеспечения используют различные программные модули, контролирующие доступ пользователей к нему с помощью ключей активации, серийных номеров и т. д. Однако такая защита легко подвержена взлому и не является достаточно надежной.

В начале 1980 годов в качестве усовершенствования защиты программного обеспечения стали применятся электронные ключи. Они предоставили более надежный способ лицензирования программного обеспечения. Так же их использование позволило не привязываться к определенному аппаратному обеспечению, тем самым обеспечивая переносимость лицензионной информации с одного сервера на другой.

В связи с перечисленными выше преимуществами возникла задача разработки подсистемы лицензирования, базирующейся на электронных ключах Guardant Sign, которая войдет в состав программного комплекса производственной отчетности и аналитики для промышленных предприятий «ТехноДок» [2].

Основными функциями подсистемы являются:

1) авторизация и аутентификация пользователя в системе, настройка интерфейса пользователя на заданную роль;
2) предоставление лицензии пользователю;
3) проверка корректности лицензии;
4) обновление лицензии пользователя;
5) запрос на предоставление лицензии;
6) запрос на обновление лицензии.

Подсистема лицензирования поможет предотвратить незаконное распространение программного обеспечения и будет способствовать оперативному переносу лицензионной информации с одного сервера на другой.

Литература

1 Стоимость нелицензионного программного [Электронный ресурс]. URL: http://gss.bsa.org/wp-content/uploads/2018/05/2018_BSA_GSS_Report_en.pdf (дата обращения : 20.05.2019).

2 Программный комплекс «ТехноДок» [Электронный ресурс]. URL: http://www.sms-automation.ru/solutions/technodoc/ (дата обращения: 20.05.2019).

Р.И. Канафеев, М.А. Кудрина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБФУСКАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРОГРАММНОГО КОДА

(Самарский университет)

Несмотря на наличие всего комплекса законодательных и правовых мер по защите авторских и смежных прав на интеллектуальную собственность, ситуация с пиратским рынком программного обеспечения (ПО) остается весьма плачевной. Согласно исследованиям международной ассоциации производителей программного обеспечения BSA, доля использования пиратского ПО в России в 2017 г. составила 62% [1]. Для производителей коммерческого ПО это означает огромную недополученную прибыль. Подобная проблема существует не только на отечественном рынке, но и во всем мире. Для ее устранения используются различные методы защиты программного обеспечения, которые получили широкое распространение и находятся в процессе постоянного развития, благодаря глубокой интеграции информационных технологий в общество.

Упаковка исполняемого файла и техники защиты ПО, основанные на недокументированных возможностях среды программирования, не защищают должным образом от анализа и модификации программ, поскольку в первом случае код доступен в момент передачи на него управления, а во втором – злоумышленнику достаточно знать какой именно прием используется, чтобы в дальнейшем создать механизмы, способные преодолеть такого рода защиту [2-4]. Более того, приемы, основанные на недокументированных возможностях, могут дестабилизировать работу приложения. Очевидно, что защитить код приложения от доступа к нему невозможно. А значит в обоих случаях возможно создать автоматические средства деактивации защиты. Следовательно, первоочередная задача защиты ПО от анализа – максимально затруднить понимание внутренней логики работы ПО злоумышленником и обеспечить невозможность создания им автоматической утилиты модификации этого кода. Тогда даже обладая доступом к коду приложения, его анализ будет крайне затруднен. В связи с этим наиболее актуальными в настоящий момент являются методы

защиты ПО, основанные на запутывании кода и данных программы – обфускации.

Обфускацией называется приведение исходного текста или исполняемого кода программы к виду, сохраняющему ее функциональность, но затрудняющему анализ, понимание алгоритмов работы и модификацию при декомпиляции [5].

Методов обфускации достаточно много. Подавляющее их большинство основано на компиляторных технологиях. Одни методы требуют наличия исходного кода программы, другие же оперируют машинным кодом целевой платформы. Методы, оперирующие конструкциями высокоуровневого языка, как правило, не защищают от модификации. Использовать их для автоматической защиты ПО затруднительно, т. к. необходимо соблюдать достаточно большое количество требований по компиляции приложения и создавать программы на том языке программирования, конструкциями которого оперирует обфускатор [6].

Методы, оперирующие машинным кодом целевой платформы, позволяют защитить код не только от анализа, но и от модификации, не требуют наличия исходного кода программы, не требуют создания программы на каком-то конкретном языке программирования. Однако эти методы являются менее стойкими к существующим технологиям деобфускации, основанным на оптимизирующих преобразованиях.

Методы обфускации программного кода можно разделить на две группы [7]:

1) преобразование графа потока управления;

2) трансформация данных.

Как показано на рисунке 1, преобразования графа потока управления делятся на: влияющие на агрегирование, упорядочивание и вычисление потока управления.

Преобразования агрегирования потока управления разбивают вычисления, которые логически принадлежат друг другу или объединяют вычисления, которые этого не делают. Преобразования упорядочивания потока управления делают случайной последовательность выполнения вычислений. Преобразования вычислений вставляют новый (избыточный или мертвый) код или вносят изменения в сам алгоритм исходного приложения.

Для преобразований, которые изменяют поток управления, характерно наличие большого количества дополнительных вычислений. Это означает, что разработчику придется выбирать между эффективностью программы и ее производительностью.

Преобразования, которые затрудняют понимание структур данных, используемых в приложении, можно разделить на преобразования, влияющие на агрегацию, упорядочивание, хранение и кодирование данных (рисунок 2).



Рисунок 7 – Классификация обфускационных преобразований графа потока управления



Рисунок 8 – Классификация обфускационных преобразований, использующих метод трансформации данных

Обфускация преобразований хранения пытается выбрать неестественные классы хранения для динамических и статических данных. Аналогично, преобразования кодирования пытаются выбирать неестественные кодировки для общих типов данных. Преобразования хранения и кодирования зачастую используются вместе.

В объектно-ориентированной программе управление организовано вокруг структур данных, а не наоборот. Это означает, что важная часть реверс-инжиниринга объектно-ориентированного приложения – восстановление структуры данных программы. И наоборот, для обфускатора важно скрыть эти структуры данных. В большинстве объектно-ориентированных языков существует всего два способа агрегирования данных: в массивах и в объектах. Эти структуры данных могут быть преобразованы с помощью объединения скалярных переменных, реструктуризации массивов и изменения отношений наследования.

Также полезно ранжировать порядок объявлений в исходном приложении. В частности, упорядочиваем порядок методов и переменных экземпляров внутри классов и формальных параметров внутри методов. В последнем случае, конечно, соответствующие изменения будут, разумеется, также переупорядочены. Во многих случаях также можно изменить порядок элементов внутри массива.

Среди различных средств, доступных для защиты кода от различных атак, обфускация является одной из самых популярных альтернатив для предотвращения от анализа и модификации. Все методы и техники обфускации ПО имеют свои достоинства и недостатки, поэтому зачастую разработчики комбинируют их для создания более надежной защиты.

Литература

1. BSA Global Software Survey [Электронный ресурс] / Software Management: Security Imperative, Business Opportunity. – Режим доступа: https://gss.bsa.org/wp-content/uploads/2018/05/2018_BSA_GSS_Report_en.pdf, свободный. – Яз. англ.

2. Щелкунов, Д. А. Разработка методик защиты программ от анализа и модификации на основе запутывания кода и данных. [Текст] : дис. канд. тех. наук : 05.13.19 / Щелкунов Дмитрий Анатольевич. – М., 2009. – 143 с.

3. Щелкунов Д.А. Автоматическая защита программ от исследования и отладки [Текст] / Интеллектуальные системы (INTELS 2006): Сб. Трудов VII Международ, симпоз. - Краснодар, 2006. - 221 с.

4. Рихтер Дж. Windows для профессионалов: создание эффективных Win32 приложений с учетом специфики 64-разрядной версии Windows [Текст] /Пер, англ - 4-е изд. - СПб; Питер; М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2001. - 752 с; ил.

5.][-препарация: вскрываем хитрый Sality.aa: Учимся распознавать полиморфизм и обфускацию кода на примере известного вируса [Электронный ре-

сурс] / Журнал «Хакер». – Режим доступа: https://xakep.ru/2011/03/09/54790, свободный.

6. Чернов, А. В. Об одном методе маскировки программ [Текст] /А.В. Чернов // Труды Института Системного программирования РАН. – 2003. – С. 85-119. – ISSN 2079-8156.

7. Christian Collberg. A taxonomy of obfuscating transformations. [Текст] / Christian Collberg, Clark Thomborson, Douglas Low. – 1997.

В.А. Кардаков

БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ IoT

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева-КАИ)

Технология IoT (интернет вещей) набирает с каждым годом всё больше интереса и популярности. Выходят большинство новостей о «умных» бытовых приборах (чайник, холодильник, кофеварка и т.п.). Например, имеется статья про создание интернет-розетки, при помощи которой можно управлять чайником через интернет. Появляются компании, которые предлагают управлять холодильниками, кофеварками и даже автомобильными парковками. Так что же это такое IoT (интернет вещей)?

IoT – концепция вычислительной сети физических предметов, оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключающее из части действий и операций необходимость участия человека [1].

IoT использует те же протоколы, которые используем мы для передачи информации с одного персонального устройства (ПК, ноутбук, смартфон и т.п.) на другой при помощи сети интернет. Только в качестве исходящих или принимающих устройств выступают бытовые приборы, двери, окна и т.п. Благодаря технологии IoT имеется возможность создания полноценных «умных» домов, когда удаленно при помощи смартфона и интернета мы можем открывать или закрывать окна, выключать и включать электричество, запустить кофемашину, включить телевизор и т.п.

Также IoT предусматривает автономную работу обмена данными между устройствами без участия человека. Благодаря этим двум факторам, бытовые предметы могут превратиться в интернет-узлы. И уже имеются экспертные исследования проблем безопасности IoT. Уже в 2008 г. (в этом году IoT появилось как явление) IoT фигурирует в отчете Национального разведывательного совета США в качестве одной из шести потенциально разрушительных технологий.

В 2015 году, компания OpenDNS представила собственные результаты исследования, проведенного в корпоративных сетях, которые используют технологию IoT. Бренд OpenDNS принадлежит компании Cisco, одному из лидеров

в области IT, с которым связаны общепринятая формулировка термина «IoT» и популяризация этой технологии.

Компания OpenDNS, исходя из результатов исследования, заявила: безопасного IoT не существует. Инфраструктура, которая используется для подключения устройств в корпоративные сети, не контролируется ни пользователями, ни IT-специалистами. Вот лишь некоторые выкладки из экспертного отчета [2]:

- только 35% компаний используют отдельную Wi-Fi сеть для потенциально небезопасных «интернет-вещей»;
- видеокамеры, медицинские гаджеты, фитнес-браслеты и другое оборудование передают данные за пределы корпоративной сети;
- большинство телевизоров, интегрированных в IoT, не имеют сертификатов безопасности;
- жесткие диски используют для хранения данных небезопасные облачные серверы.

Также к этим уязвимостям можно добавить возможные преднамеренные электромагнитные воздействия на используемые корпоративные сети, сети электропитания и перехваты информативных электромагнитных излучений [3, 4, 5, 6].

Собственное исследование провела компания HP, в потребительском секторе. Результаты оказались аналогичными. В этом случае также были выявлены множества уязвимостей, начиная от применения дефолтных паролей и заканчивая незащищенным веб-интерфейсом, который используют большинство устройств, подключенных к IoT. Было выявлено, что исследуемые девайсы собирают личную информацию пользователей, которые могут быть успешно перехвачены злоумышленником [7].

В данный момент, системы безопасности IoT не очень эффективны. Для совершения некоторых киберпреступлений злоумышленникам будет легче взломать приборы, подключенные к IoT, нежели личные устройства пользователей. Парк «умных» устройств стремительно пополняется. Сегодня к сети подключается около 6 000 000 «умных» приборов ежедневно. Зная, что почти каждый девайс имеет не одну проблему в безопасности, а несколько, то ситуация складывается плачевной.

Вот некоторые киберпреступления, которые могут совершить злоумышленники, используя IoT:

- кража пользовательских данных. Для бесперебойной работы большинство «умных» приборов собирают пароли и личную информацию, начиная от имени пользователя и заканчивая фактами из биографии. Для хранения пользовательских данных нужна надежная защита, которой похвастаться IoT не может в данный момент;
- быстрое создание мощного ботнета из множества устройств, используемых IoT. Так как пользователи используют дефолтные пароли и небезопасные сети, то легче взломать и получить удаленный доступ к IoT – устройствам, нежели к персональным устройствам (ПК, смартфоны и т.п.).

Исходя из проблем безопасности IoT и возможностей использования злоумышленниками данной технологии, можно предложить некоторые решения для повышения безопасности IoT:

• единая стандартизация для установки регламента для каждой области IoT. В 2016 году Еврокомиссии предоставила планы по обязательной сертификации предметов, интегрированных в IoT. Один из вариантов сертификации является необходимость внедрение чипов в приборы, подключенные к глобальной сети. Но речь идет о тех устройствах, которые сами по себе не представляют ценности для преступников, но могут быть использованы для создания ботнетов – холодильниках, телевизорах, видеокамерах, принтерах и т.п.;

• каждая категория устройств, встроенных в IoT, должна использовать не более двух-трех платформ. Например, все холодильниками должны быть оснащены с типичными микроконтроллерами, прошивками, и, например, видеокарты должны использовать одинаковые драйверы;

• улучшенная производительность самого ПО. Улучшение безопасности в плане проникновения и масштабируемости, так как IoT – приборов становится с каждым днём всё больше.

IoT находится только в начале своего развития, как когда-то и компьютеры. Компьютеры тоже были уязвимы, были совершены множества хакерских атак, глобальных распространений вирусов. И проблемы в плане безопасности имеют место быть в технологии IoT. В данный момент персональные устройства, например, компьютеры, имеют хорошую безопасность от хакерских атак и вирусов. Вместе с развитием IoT будет развиваться и их безопасность, как развивалась безопасность персональных устройств.

Литература

1. Из чего состоит IoT // Хабрахабр. - 2019. - 19 января [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/post/436708/ (дата обращения: 20.04.2019).

2. Интернет вещей: обзор проблем безопасности // Блог о разном: тренды, идеи, развитие. - 2017. - 19 сентября [Электронный ресурс]. URL: https://business-online.su/blog/internet-veshchey-problemy-bezopasnosti/ (дата обращения: 22.04.2019).

3. Гизатуллин З.М., Набиев И.И., Шкиндеров М.С. Помехоустойчивость локальных вычислительных сетей при внешних электромагнитных воздействиях // Телекоммуникации. 2017. – №2. – С. 41-47.

4. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Шкиндеров М.С., Нуриев М.Г., Салимов Р.И. Моделирование электромагнитных помех в неэкранированной витой паре при внешних электромагнитных воздействиях // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – №12. – С. 1.

5. Гизатуллин Р.М., Гизатуллин З.М. Помехоустойчивость и информационная безопасность вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания: монография. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 142 с.

6. 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.

7. 7 причин, почему Интернет вещей должно вас пугать [Электронный ресурс]. URL: https://alfa-service42.com/tehnologii/internet-veschey-obzor-problem-bezopasnosti.html (дата обращения: 12.05.2019).

Т.А. Курзенева

NFC-МЕТКИ КАК ЭЛЕМЕНТ «УМНОГО ДОМА» И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

В настоящее время экономия времени на выполнении бытовых задач и соответствующая адаптация устройств является актуальным направлением в информационных технологиях. Обеспечение дома или любого другого помещения с использованием элементов и устройств вычислительных систем, позволяющих выполнять повседневные задачи или иные пожелания владельца относится к системам «Умного дома». Данные системы разрабатываются на основе различных технологий: от высокотехнологичных систем, позволяющих объединить множество устройств и отдать их под управление искусственного интеллекта до небольших элементов, обеспечивающих работу таких систем.

Near field communication, NFC («коммуникация ближнего поля», «ближняя бесконтактная связь») – технология беспроводной высокочастотной связи малого радиуса действия. Такая технология позволяет обмениваться данными между устройствами, расположенными на близком расстоянии (не более 10 сантиметров). Разработано 2 вида устройств на основе NFC технологии: активные (создают поля, позволяющее считывать) и пассивные (не создают полей, с них можно только считать).

NFC-метки представляют собой антенну минимальных размеров (обычно толщиной с бумажный лист и диаметром 1,5-2 сантиметра), осуществляющую пассивную передачу данных. NFC-метки можно запрограммировать для выполнения различных задач, облегчающих жизнь современного человека.

В настоящее время привычным стало использование NFC технологий в телефонах для оплаты. Однако возможности применения такой технологии гораздо шире. Например, можно установить NFC-метку на зарядное устройство в машине и обеспечить тем самым беспроводную зарядку или можно запрограммировать девайс на автоматическое подключение к точке доступа. Наклеив чип на поверхность прикроватной тумбы и задав правильную команду, можно установить будильник, изменить мелодию или отрегулировать яркость экрана на ночную. NFC-метку можно наклеить на лобовое стекло машины вместо номера, тогда если ваша машина будет мешать проезду, используя одно

движение, появится возможность отправить сообщение на ваш телефон с просьбой освободить проезд.

Возможно использовать NFC-метку для удостоверения личности или совершения платежей, хранения идентифицирующей информации. В данных случаях беспроводные технологии хоть и облегчают жизнь, но также несут в себе опасность нежелательного разглашения информации. Как и любые новые технологии NFC имеет ряд уязвимостей и слабостей, существуют ошибки в конкретных девайсах, использующих эту технологию.

С точки зрения информационной безопасности основные уязвимости NFC связаны с невозможностью использовать шифрования, криптографию при передаче данных с помощью существующих протоколов NFC. При эмуляции применяются слабые криптографические алгоритмы и закладывается излишнее доверие к информации, хранящейся на метках, то есть фактически не выполняется фильтрация данных. Это приводит к тому, что широкое распространение получают атаки на NFC-метки: несанкционированный доступ к информации, Reply Attack (позволяет повторить команду и получить доступ от имени другого лица).

Нужно иметь в виду, что запрограммировать NFC-метку только кажется сложным и не является задачей для профессионального хакера. Для записи команд достаточно выбрать одно из многочисленных приложений в магазинах для разных платформ смартфонов. В связи с этим необходимо с особым вниманием относится использованию NFC-меток для хранения информации, несанкционированный доступ к которой может повлечь ущерб.

Использование NFC-меток является современным способом автоматизации и упрощения привычных действий, выделяющимся универсальностью своего применения – какие именно команды будет выполнять девайс после прочтения метки, зависит только от потребностей человека.

Литература

1. Карнаухов В., Безнос О. Технология Near Field Communicatoin (NFC) // Современные наукоемкие технологии, № 3, 2014. [Электронный источник] — Режим доступа. — URL: http://cyperleninka.ru/article/n/tecnologiya-near-field-communication-nfc/

2. Рабинович А.С., Казарин О.В. Методика аутентификации пользователя в информационной системе с использованием технологии NFC [Электронный ресурс] // Вопр. кибербезопасности. 2013. № 2. URL: http://cyberleninka.ru/article.ru

3. FIDO NFC Protocol Specification v1.0 [Электронный ресурс] // 11.04.2017 [Электронный источник] — Режим доступа. — URL: https://fidoalliance.org/specs/fido-u2f-v1.2-ps-20170411/fido-u2f-nfc-protocol-v1.2-ps-20170411.pdf

Ю.Р. Нелидин

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

(Северо-Кавказский федеральный университет)

Визуализация материального мира - это информация (от латинского *information* – разъяснение). Информация о значениях физических величин – это измерительная информация. Специфика информации об измерениях исходит из общего определения концепции измерения, такого как эмпирическое определение значения физической величины с помощью специальных технических средств (измерительных приборов).

Размер физической величины является количественное содержание свойства материального объекта полученное в результате измерения. Основной характеристикой измерения является отражение размера физической величины каким-либо числом. В этом случае результат измерения должен быть выражен именованным числом, то есть в определенных единицах, которые были приняты основополагающими для данной величины. Международная система единиц СИ используется как общепризнанная система единиц. Исходя из вышесказанного можно сделать вывод о том, что измерение состоит в сравнении измеренного свойства со свойством, которое приняли за единичное.

Измерительное преобразование является отражением размера одной физической величины размером другой физической величины, которая функционально связана с ней. Использование преобразования измерений является единственным методом для практического построения измерительного устройства. Физической основой измерительного преобразования является передача и трансформация энергии, в частности преобразование одного типа энергии в другой.

Измерительные преобразования в электрических полях основываются на физических эффектах, результатом которых является преобразование в электрический сигнал характеристик самих электрических полей или электрических характеристик изделий и материалов из которых они изготовлены. Как правило, при этом типе измерительных преобразований объект измерения или его часть, размещается в постоянном или переменном электрическом поле, которое возникает между электродами, соприкасающимися с электропроводящим объектом измерения (измерительные преобразования электропотенциального и электрохимического типов) или между пластинами электрический конденсатора (электроемкостное измерительное преобразование).

Простейшим измерительным устройством переменной напряженности электрического поля является электрический диполь. Известно, если на электрический диполь (симметричный вибратор) действует распространяющаяся в пространстве электромагнитная волна, то её электрическое поле возбуждает в диполе колебания тока, которые затем усиливаются, преобразуются по частоте

и воздействуют на выходные приборы. На этом принципе работают приемные антенны радиоприёмников. Следовательно, симметричные вибраторы, как и электрический диполь, могут использоваться для регистрации величины электрического поля электромагнитной волны. При этом индукционный ток, возбужденный в цепи вибратора будет пропорционален напряженности электрического поля. Переменное электрическое поле, изменяющееся по гармоническому закону, а именно такие поля применяются для передачи информации, возбудит в цепи электрического диполя электрический ток, который будет определятся функциональным выражением. Таким образом, электрический диполь представляет собой линейный преобразователь изменений напряженности электрического поля в изменения электрического тока в его цепи.

В настоящее время важно понимать значимость физических процессов, в особенности процессов измерительных преобразований. В современном мире всё больше и больше проблем и задач человечества переходит «на плечи» электронных приборов. И всё чаще при использовании того или иного прибора, а в том числе измерительных приборов мы не то что не знаем, даже не представляем, как сложно они могут быть устроены. Большинство людей не задумывается о том какие физические процессы протекают в их электронных средствах. Но не стоит забывать об этом, ведь существуют различные нюансы, которые определенно стоит учитывать при эксплуатации наших устройств.

Особенно стоит обратить внимание на тематику данной проблемы с точки зрения информационной безопасности, которая не может быть обеспечена без должного уровня знаний и подготовки в сфере физических процессов различных измерительных преобразований, т. к. любая оплошность в этом вопросе может понести за собой значительные потери и убытки во многих сферах общества.

Литература

1. Сагдеев К.М., Петренко В.И., Чипига А.Ф. Физические основы защиты информации: Учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015. – 394 с.

И.С. Палканов

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМА ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

(Северо-Кавказский федеральный университет)

Развитие подходов и методов осуществления атак на информационные системы происходит постоянно, появление новых угроз снижает эффективность существующей системы защиты информации. Кроме того, изменениям подвергается и сама информационная система организации: увольняются и принимаются на работу сотрудники, появляются новые отделы, изменяется перечень должностных обязанностей – всё это требует изменения правил разгра-

ничения доступа к информационным ресурсам в корпоративной информационной системе. Указанные процессы становятся причиной того, что разработанная некогда политика информационной безопасности и функционирующая на её основе система информационной безопасности утрачивают свою актуальность текущему положению дел, что может привести к ситуации, когда система защиты информации не обеспечивает требуемого уровня защищённости для информационных ресурсов организации. В таких случаях требуется изменение системы информационной безопасности организации таким образом, чтобы она соответствовала актуальному состоянию угроз информационной безопасности и структуре информационных потоков в организации. Эффективность управления системой защиты информации организации базируется на тех же подходах, что и управление другими системами, т.е. осуществляется по схеме контура управления. Для поддержания актуальности системы защиты информации предъявляемым к ней требованиям по обеспечению необходимого уровня защищённости информации следует проводить периодический аудит состояния системы информационной безопасности.

Внутренний аудит информационной безопасности – регламентированная внутренняя деятельность организации, организованная с целью анализа и оценки функционирования системы защиты информации организации. Процедуры внутреннего аудита позволяют определить эффективность деятельности системы защиты информации. Кроме того, такой тип аудита помогает управленцам достичь поставленных целей и усовершенствовать деятельность как системы защиты информации, так и всей организации.

Независимо от формы, аудит информационной безопасности состоит из четырёх основных этапов:

1. Формирование регламента проведения аудита. Данный документ разрабатывается группой по проведению аудита совместно с заказчиком (руководством организации) и включает в свой состав и порядок проведения работ. Приоритетная цель регламента аудита информационной безопасности - определение границ, в рамках которых будет проводиться обследование информационных систем и систем обеспечения информационной безопасности. В нём прописываются все обязанности и права сторон - заказчика и исполнителя работ.

2. Сбор данных для обследования. На данном этапе осуществляется сбор сведений об актуальном состоянии системы информационной безопасности организации через интервьюирование сотрудников, анализ организационно-распорядительной документации, информации об используемом аппаратном и программном обеспечении и т.д.

3. Анализ собранных данных. На данном этапе проводится оценка текущего уровня защищенности автоматизированной информационной системы организации с помощью разнообразных методов. Как правило используется две группы методов оценки текущего уровня информационной безопасности. Первая группа методов позволяет оценить уровень рисков в информационной системе организации посредством анализа соответствия определенному набору

требований по обеспечению защиты. Вторая группа методов проведения аудита информационной безопасности предусматривает определение вероятности реализации атак и наступления ущерба от них.

4. Разработка рекомендаций по устранению выявленных уязвимостей или повышению уровня информационной безопасности системы в целом. Специалисты подробно расписывают действия, которые необходимо осуществить для минимизации выявленных угроз. Они могут включать снижение рисков за счет внедрения дополнительных средств защиты, изменение архитектуры и структуры информационных потоков и т.д.

Поскольку система информационной безопасности организации представляет собой одну из подсистем управления организацией в целом, в качестве документа, регламентирующего процедуру проведения внутреннего аудита системы информационной безопасности целесообразно использовать стандарт ГОСТ Р ИСО 19011-2012 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента». Данный стандарт содержит детальное описание управления проведением аудита: регламент разработки целей аудита, руководство по разработке программы проведения аудита, рекомендации по внедрению программы аудита и мониторингу её реализации. В стандарте также содержатся методические рекомендации по проведению аудита: организация проведения аудита, подготовка к проведению аудита на месте, проведение аудита на месте, подготовка и рассылка отчёта по аудиту, завершение аудита, действия по результатам аудита. Отдельно следует выделить важную часть рассматриваемого документа – рекомендации по оценке компетентности аудиторов. В стандарте приведены следующие методические указания: определение компетентности аудиторов для удовлетворения потребностей программы внутреннего аудита, определение критериев оценки компетентности аудиторов, выбор подходящего метода оценки аудитора, поддержание уровня и повышение компетентности оценки аудитора. В приложении к стандарту приведены руководящие указания и пояснительные примеры в отношении специальных знаний и навыков аудиторов в области специальных дисциплин.

Регламент аудита информационной безопасности определяет состав и порядок выполнения работ во время проведения аудита. Являясь основным документом, определяющим границы проводимого обследования, регламент четко определяет обязанности сторон.

Как правило, в регламенте содержится следующий набор сведений:

– список объектов, подлежащих аудиту, и их местоположение;
– порядок и время проведения программного и инструментального обследования системы защиты информации;
– состав рабочих групп как со стороны заказчика, так и со стороны исполнителя;
– перечень ресурсов, подлежащих обследованию;
– перечень информации, которую предоставят исполнителю;
– модель угроз информационной безопасности организации;

– категории пользователей, считающихся потенциальными нарушителями.

На основе составленного регламента аудита информационной безопасности осуществляется все взаимодействие исполнителя и заказчика.

План аудита согласуется с заказчиком и, как правило, содержит следующие данные:

– цель проведения аудита информационной безопасности;
– критерии проведения аудита информационной безопасности;
– область аудита информационной безопасности;
– даты и срока проведения аудита информационной безопасности;
– роли членов аудиторской группы;
– результаты анализа по итогам проведённого аудита.

Саму схему проведения внутреннего аудита информационной безопасности можно представить в виде следующего алгоритма (рисунок 2).

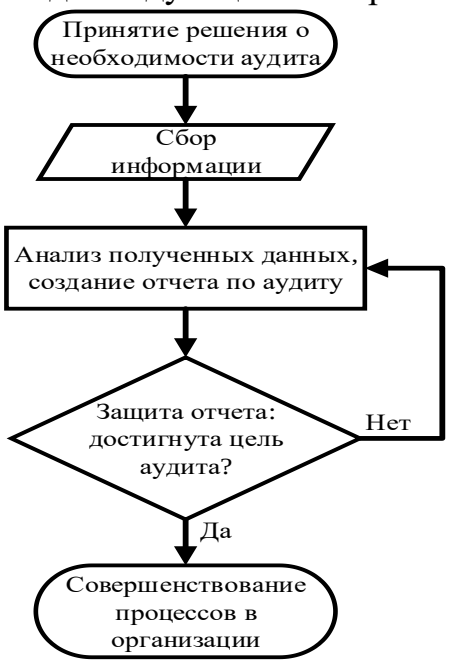


Рисунок 2 – Алгоритм проведения аудита информационной безопасности

Из представленного алгоритма следует, что результатом аудита является создание документа, который содержит детальную информацию о [3]:

– всех выявленных уязвимостях объекта аудита;
– критичности найденных уязвимостях;
– качественная и количественная оценка рисков информационной безопасности;
– стратегия обеспечения информационной безопасности;
– последствие в случае реализации угроз;
– рекомендации по устранению уязвимостей.

Таким образом, из всего написанного, можно сделать вывод, что результатами аудита информационной безопасности могут быть следующие:

– уменьшение риска компрометации информационной системы за счет внедрения организационных мер или технических средств защиты, направленных на снижение вероятности реализации угроз хакерских атак или ущерба от них;

– исключение возможности проведения атаки за счёт изменения схемы информационного потока и архитектуры информационной системы;

– минимизация негативного действия риска за счет применения мер по страхованию;

– уменьшение риска до таких значений, при которых он перестает представлять опасность для информационной системы.

Также можно сделать вывод, что процедуры внутреннего аудита позволяют определить эффективность деятельности системы защиты информации и тех структурных подразделений, которым поручено эту систему поддерживать и развивать. Такой тип аудита помогает управленцам достичь поставленных целей организации и усовершенствовать деятельность как системы защиты информации, так и всей организации.

Литература

1. Сердюк В.Д. Аудит информационной безопасности (ИБ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=6781

2. Аудит состояния информационной безопасности на предприятии [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.intuit.ru/studies/professional_retraining/964/courses/419/lecture/9583?page=1

3. EFSOL – эффективные решения. Аудит ИБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://efsol.ru/promo/info-security-audit.html

4. АйТи. Система ИБ. Аудит ИБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.it.ru/services/sub/sud_detail.php?ID=383&SUB_ID=6916

5. ProtectMi – лаборатория безопасности. Аудит и управление ИБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.infosecurity.ru/iprotect/audit/

И.С. Палканов

ЗНАЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

(Северо-Кавказский федеральный университет)

Любая организация существует для выполнения какой-либо цели. Для коммерческих компаний главной целью, как правило, является получение прибыли. Для государственных и муниципальных организаций целями могут являться оказание каких-либо услуг населению или другим организациям, осуществление контрольных функций, возложенные на эти организации их учредителями при создании. Словом, любое предприятие или организация суще-

ствует для достижения каких-либо целей, которые изложены в её учредительных документах или приказах о создании. Для достижения своей основной цели организация может иметь набор промежуточных целей, достижение которых позволяет достичь основной цели. Для достижения основной и промежуточных целей организация ведёт какую-либо деятельность. Для этого обычно проводится планирование, крупные задачи разбиваются на подзадачи, которые распределяются между исполнителями. Для эффективного управления как работой всей компании в целом, так и деятельностью отдельных исполнителей, выполняющих частные подзадачи, необходимо вести контроль достигнутых результатов на всех уровнях управления. Анализ результатов позволяет оценить, достигнуты ли поставленные перед исполнителями цели, или требуется дополнительные управляющие воздействия, чтобы достигнуть этих целей. Все описанные выше положения формируют контур управления организацией (рисунок 1).

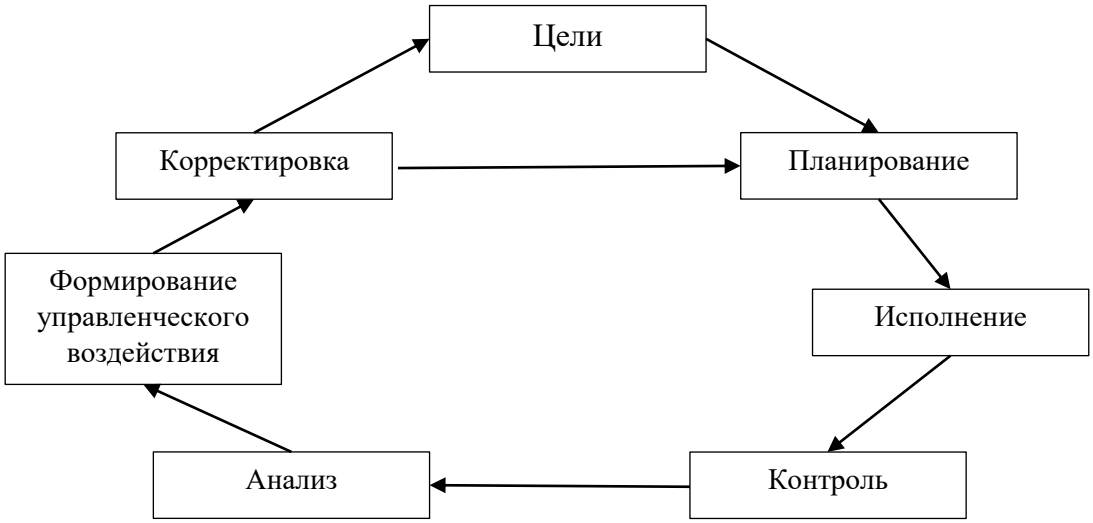


Рисунок 1 – Схема контура управления

Таким образом, из рисунка 1 видно, что контроль исполнения поставленных задач и анализ достигнутых результатов являются важными составляющими эффективного управления любых процессом в организации.

Эффективное управление системой защиты информации организации основывается на тех же подходах, что и управление другими системами и подсистемами, т.е. осуществляется по схеме контура управления. Для мониторинга эффективности управляющих воздействий необходимо проводить контроль и анализ полученных результатов. Эти два процесса составляют вместе аудит системы информационной безопасности организации.

В широком смысле аудит информационной безопасности организации – это набор мероприятий, включающих тестирование автоматизированных информационных систем на проникновение, внутренний аудит информационной безопасности, анализ защищённости используемого программного обеспечения и разработку рекомендаций по устранению обнаруженных уязвимостей. По

своей сути аудит системы информационной безопасности представляет собой независимую экспертную оценку работы системы, которая подразделяется на внешнюю и внутреннюю. Внешняя экспертиза является нечастым организованным мероприятием, инициатором которого выступает руководитель или совет акционеров. Внутренний аудит проводится гораздо чаще, а иногда и непрерывно, чтобы своевременно выявлять уязвимости в системе информационной безопасности.

Аудит системы информационной безопасности преследует следующие цели:

– оценку актуальности системы защиты информации текущей модели угроз информационной безопасности в целом;

– оценку защищённости каналов, по котором может произойти утечка информации ограниченного доступа;

– анализ используемых средств защиты информации, приведение их перечня и состояния в соответствие с актуальными требованиями;

– корректировку документации, относящейся к области информационной безопасности, приведение ее к актуальными требованиями;

– моделирование ситуаций, при которых может произойти несанкционированный доступ к защищаемой информации или случиться утечка информации;

– выработку рекомендаций по устранению выявленных уязвимостей информационных систем.

Внутренний аудит информационной безопасности – регламентированная внутренняя деятельность организации, организованная с целью анализа и оценки функционирования системы защиты информации организации. Процедуры внутреннего аудита позволяют определить эффективность деятельности системы защиты информации.

Независимо от формы, аудит информационной безопасности состоит из четырёх основных этапов:

1. Формирование регламента проведения аудита. Данный документ разрабатывается группой по проведению аудита совместно с заказчиком (руководством организации) и включает в свой состав и порядок проведения работ. Приоритетная цель регламента аудита информационной безопасности – определение границ, в рамках которых будет проводиться обследование информационных систем и систем обеспечения информационной безопасности. В нём прописываются все обязанности и права сторон - заказчика и исполнителя работ.

2. Сбор данных для обследования. На данном этапе осуществляется сбор сведений об актуальном состоянии системы информационной безопасности организации через интервьюирование сотрудников, анализ организационно-распорядительной документации, информации об используемом аппаратном и программном обеспечении и т.д.

3. Анализ собранных данных. На данном этапе проводится оценка текущего уровня защищенности автоматизированной информационной системы ор-

ганизации с помощью разнообразных методов. Как правило используется две группы методов оценки текущего уровня информационной безопасности. Первая группа методов позволяет оценить уровень рисков в информационной системе организации посредством анализа соответствия определенному набору требований по обеспечению защиты. Вторая группа методов проведения аудита информационной безопасности предусматривает определение вероятности реализации атак и наступления ущерба от них.

4. Разработка рекомендаций по устранению выявленных уязвимостей или повышению уровня информационной безопасности системы в целом. Специалисты подробно расписывают действия, которые необходимо осуществить для минимизации выявленных угроз. Они могут включать снижение рисков за счет внедрения дополнительных средств защиты, изменение архитектуры и структуры информационных потоков и т.д.

Регламент аудита информационной безопасности определяет состав и порядок выполнения работ во время проведения аудита. Являясь основным документом, определяющим границы проводимого обследования, регламент четко определяет обязанности сторон.

Как правило, в регламенте содержится следующий набор сведений:

– список объектов, подлежащих аудиту, и их местоположение;

– порядок и время проведения программного и инструментального обследования системы защиты информации;

– состав рабочих групп как со стороны заказчика, так и со стороны исполнителя;

– перечень ресурсов, подлежащих обследованию;

– перечень информации, которую предоставят исполнителю;

– модель угроз информационной безопасности организации;

– категории пользователей, считающихся потенциальными нарушителями.

На основе составленного регламента аудита информационной безопасности осуществляется все взаимодействие исполнителя и заказчика.

Методы аудита информационной безопасности можно классифицировать как экспертно-аналитические, экспертно-инструментальные и моделирование действий злоумышленника. Экспертно-аналитические методы заключаются в анализе и оценке состояния безопасности информационной среды на основе экспертной оценки. Экспертно-инструментальные методы - проведение анализа при помощи специального инструментария. Моделирование действий злоумышленника или так называемый «этичный взлом» системы защиты информации - реализуется уже после проведённых ранее исследований как заключительный контрольный этап аудита информационной безопасности.

Результатами аудита информационной безопасности могут быть следующие:

– уменьшение риска компрометации информационной системы за счет внедрения организационных мер или технических средств защиты, направлен-

ных на снижение вероятности реализации угроз хакерских атак или ущерба от них;

– исключение возможности проведения атаки за счёт изменения схемы информационного потока и архитектуры информационной системы;

– минимизация негативного действия риска за счет применения мер по страхованию;

– уменьшение риска до таких значений, при которых он перестает представлять опасность для информационной системы.

Таким образом, внутренний аудит информационной безопасности организации является наиболее эффективным инструментом, позволяющим получить объективные сведения о текущем уровне защищенности информационной системы. План аудита информационной безопасности должен учитывать все возможные риски компрометации системы, только в этом случае экспертиза принесет реальную пользу.

Литература

1. АйТи. Система ИБ. Аудит ИБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.it.ru/services/sub/sud_detail.php?ID=383&SUB_ID=6916.

2. ProtectMi – лаборатория безопасности. Аудит и управление ИБ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.infosecurity.ru/iprotect/audit/

3. Ситнов А.А. Организация аудита информационной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://accounting.fa.ru/jour/article/viewFile/129/130.pdf.

4. Аудит состояния информационной безопасности на предприятии [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.intuit.ru/studies/professional_retraining/964/courses/419/lecture/9583?page=1

Д.И. Парфёнов, В.А. Торчин, Л.С. Забродина

РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ПОИСКУ УЯЗВИМОСТЕЙ В СЕТЯХ ПРОВАЙДЕРОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ

(Оренбургский государственный университет)

Развитие информационных технологий предполагает появление новых угроз и возникновение необходимости разработки новых подходов к обеспечению безопасности. Это особенно актуально для операторов связи и провайдеров телекоммуникационных услуг, являющихся ключевым звеном инфраструктуры передачи данных для любой компании. Для обеспечения защиты собственной инфраструктуры и сервисов провайдерам приходится применять не тривиальные решения [1]. Инфраструктура провайдеров телекоммуникационных услуг на сегодняшний день, как правило, строится на базе автономных систем, организованных на базе мультиоблачных платформ. Такой подход позво-

ляет изолировать потоки пользователей, и сократить возможный ущерб в случае проведения атак на конкретного пользователя [2]. Для защиты от внешних и внутренних угроз операторы связи активно используют комплексные системы управления информацией и событиями, для построения которых актуально использование SIEM-технологии (Security Information and Event Management) [3].

В рамках настоящего исследования разработан подход к поиску уязвимостей в сетях провайдеров телекоммуникационных услуг, построенный на основе анализа событий в журналах различных систем, в том числе отвечающих за сетевую безопасность.

Журналы сетевых событий являются одним из важнейших средств для анализа работы компьютерных сетей, в том числе и с точки зрения оценки защищенности сети. В сети провайдеров журнал сетевых событий Журнал сетевых событий представляют собой совокупность записей о произошедших обменах данных между узлами, а также об изменениях возникших в рамках взаимодействий как отдельных узлов, так целых сегментов.

В работе рассматривается два подхода к анализу журналов сетевых событий – построение графа атаки за счет реверсивного анализа сетевых событий и промежуточного анализа аномальной активности. Для дальнейшего рассмотрения подходов, необходимо ввести ряд моделей с целью формализации алгоритмов, лежащих в основе.

Журналы сетевых событий, как правило, представляют собой совокупность последовательностей отражающих изменения, происходящие в инфраструктуре провайдера телекоммуникационных услуг с течением времени и под воздействием определенных внешних или внутренних факторов. При этом сам набор этих факторов можно разделить на две большие группы не только по источнику их возникновения, но и по влиянию, оказываемому ими на сеть провайдера. К первой группе факторов относят события, не приводящие к негативным последствиям для сетевой и физической инфраструктуры. К ним как правило относят типовые технологические операции выполняемые в рамках повседневной деятельности провайдера по организации новых каналов связи и поддержания работоспособности существующих связей в динамически изменяющейся сетевой среде, за исключением действий, вызывающих аварийные ситуации. Ко второй группе факторов относят события, которые прямо или косвенно ухудшают, или наносят вред сетевой или физической инфраструктуры. К таким событиям, как правило, относят различные виды атак, а так же аварийные ситуации на сети.

Как правило, каждая информационная или сетевая система формирует собственный лог событий, отражающий действия пользователей или иных процессов, или компонентов, влияющих на ее работу. Тем не менее, все события, происходящие в сети, независимо от вида отражаются в журнале с соответствующей меткой времени. Такой способ записи позволяет в дальнейшем расследовать инциденты сетевой безопасности и определять затронутые узлы. На практике для корреляции событий, произошедших на различных узлах провайдеру необходимо агрегировать полученные данные в едином формате, содер-

жащем базовую информацию о произошедшем событии. Для операторов связи задача сбора сведений о сетевых взаимодействиях является нетривиальной, и требует отдельного рассмотрения для каждой конкретной системы. Поэтому в рамках настоящего исследования представим запись о событии в журнале в упрощенном виде, а именно в форме вектора z следующего вида:

$$z = \{date\_time, src\_ip, dst\_ip, protocol, src\_port, dst\_port, size\}, \quad (1)$$

где date_time – момент времени, в который произошло рассматриваемое взаимодействие; src_ip – ip-адрес источника сообщения; dst_ip – ip-адрес получателя сообщения; protocol – протокол, по которому осуществлялся обмен сообщениями; src_port – номер сетевого порта источника сообщения; dst_port – номер сетевого порта получателя сообщения; size – размер пакета.

Тогда множеством $Z = \{z_1, \ldots, z_n\}$ обозначим журнал сетевых событий за определенное время, где n – последовательный набор временных меток.

Одной из задач в рамках обеспечения безопасности сетевой инфраструктуры является поиск аномалий в журналах сетевых событий.

Как правило, для выявления аномалий в сетевой активности, провайдеры используют статистические данные, накопленные за различные периоды времени. На основе накопленных данных для каждого элемента, входящего в состав сетевой инфраструктуры провайдера строится модель профиля типовой активности. Для этого из журнала сетевых событий необходимо выбрать множество записей соответствующих только выбранному элементу сети. В рамках построенной модели журнала сетевых событий такую выборку можно представить в виде множества Z_k

$$Z_k = \{z_1, \ldots, z_m\}, \forall z_j : src\_ip_j = a_k \vee dst\_ip_j = a_k \quad (2)$$

Обобщая статистически данные для каждого узла, получаем множество, которое обозначим за C_k.

Исходя из определения множества C_k, аномальную активность можно обозначить в виде множества, состоящего из записей, не подходящих к типовым профилям пользователей, формально обозначаемо в следующем виде:

$$z_r : src\_ip_r = a_k \vee dst\_ip_r = a_k, z_r \in Z \wedge z_r \notin C_k. \quad (3)$$

Построенную модель поиска аномального трафика, рассмотренную выше, можно использовать двумя способами:

-рассмотреть построение графа атаки для уже известного инцидента безопасности;

-произвести рассмотрение аномальной активности пользователей за некоторый период времени.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект № 18-07-01446, гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых — кандидатов наук (МК-860.2019.9), а так же Министерства образования Оренбургской области в рамках НИР "Интеллектуальная система идентификации источников и прогнозирования распространения инцидентов кибербезопасности для адаптивного управления механизмами защиты в среде провайдеров телекоммуникационных услуг".

Литература

1. Дойникова Е. В., Котенко И. В. Совершенствование графов атак для мониторинга кибербезопасности: оперирование неточностями, обработка циклов, отображение инцидентов и автоматический выбор защитных мер // Тр. СПИИРАН. — 2018. — №2 (57). — С. 211–240.

2. Парфенов Д. И. Архитектура прототипа автономной системы обеспечения кибербезопасности и качества обслуживания программно-управляемой инфраструктуре мультиоблачной платформы [Электронный ресурс] / Парфенов Д. И., Дедюрин В. В., Шардаков В. М. // Университетский комплекс как региональный центр развития образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург: ОГУ,2018. - . - С. 1834-1837. . - 4 с.

3. Браницкий А.А., Котенко И.В. Анализ и классификация методов обнаружения сетевых атак // Труды СПИИРАН. — 2016. — № 2 (45). — С. 207 – 244.

К.В. Пензин, Л.С. Зеленко

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ В СОСТАВЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «МОНИТОРИНГ ГОТОВНОСТИ»

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

Программный комплекс (ПК) «Мониторинг готовности» предназначен для автоматизации расчета показателей ПАО «РусГидро» и обеспечивает их сравнения со значениями, рассчитанными системным оператором единой энергетической системы России и загружаемыми с сайта балансирующего рынка.

ПК «Мониторинг готовности» реализован в виде web-приложения с трехзвенной клиент-серверной архитектурой. Серверная часть реализована на языке C# и работает под управлением СУБД Microsoft SQL Server 2014. Клиентская часть приложения реализована с использованием языков TypeScript и JavaScript.

Подсистема формирования отчетов интегрирована в ПК «Мониторинг готовности» с целью улучшения наглядности представления результатов расчетов показателей готовности, а также предоставления пользователям возможности формирования собственных представлений данных и отчетных форм.

Редактирование отчетов в ПК доступно администраторам со страницы «Шаблоны отчетных форм». Она предоставляет возможность редактирования перечня шаблонов (см. рисунок 1), а также отдельных отчетов. На рисунке 2 представлен пример задания параметров отчета.

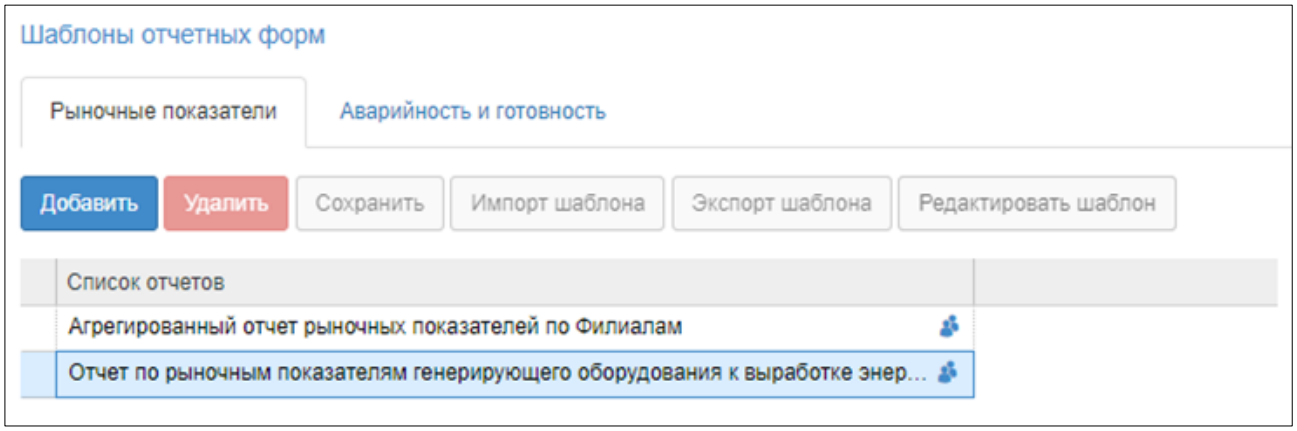


Рисунок 1 – Перечень шаблонов

Экспорт отчетов доступен пользователю (не зависимо от роли) со специальных страниц, индивидуальных для каждого отчета. Данные страницы формируются на основании параметров отчета.

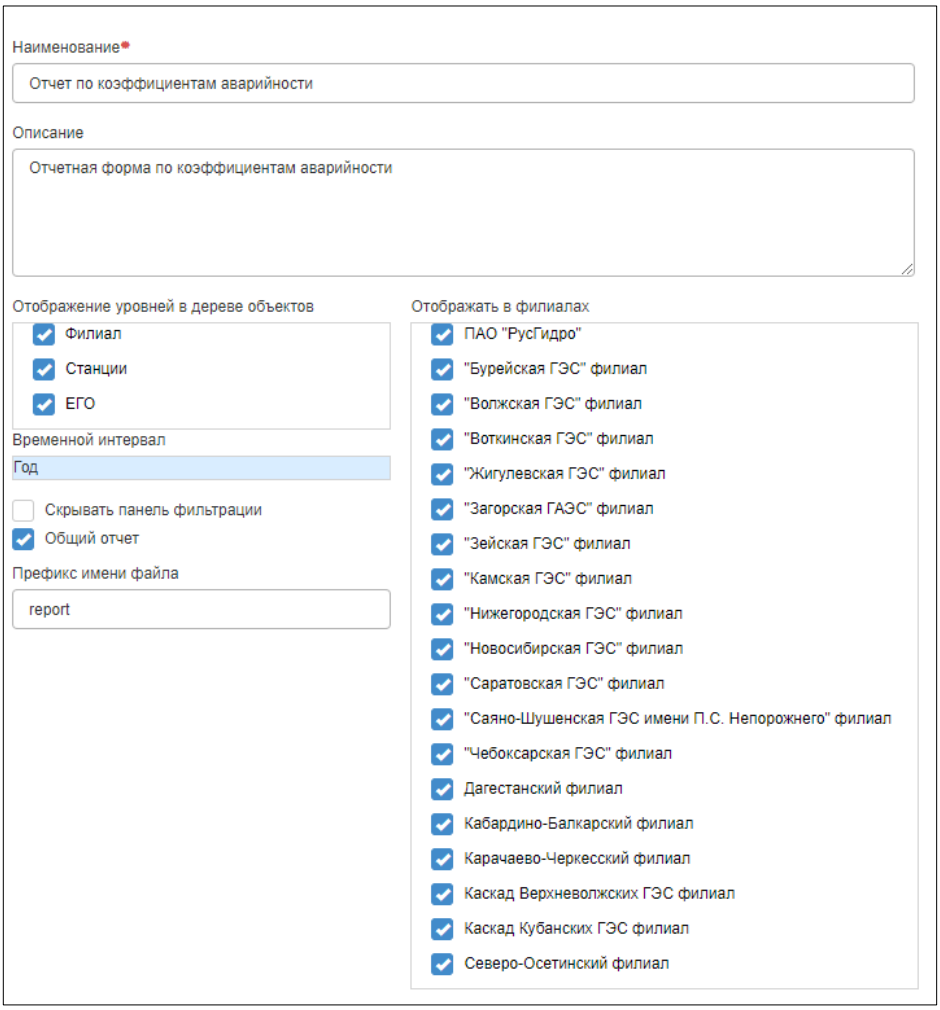


Рисунок 2 – Пример задания параметров отчета

Общий принцип формирования отчетов в ПК «Мониторинг готовности» следующий:

– на основании данных расчетов показателей формируются источники данных отчета;
– полученные данные подставляются в шаблон отчета, структурирующий их;
– далее формируется сам отчет, он может экспортироваться в формате, выбранным пользователем (*.xlsx или *.pdf), перед этим возможен предпросмотр отчета.

Данные, формирующие источники, могут быть подвержены дополнительной фильтрации на странице формирования отчетов. Фильтры могут быть заданы по дате, а также по объектам энергетики. Возможность фильтрации, а также ее тип определяются параметрами шаблона отчета.

На рисунке 3 представлен отчет по коэффициентам аварийности, экспортированный в формате *.xlsx. Он позволяет получить данные о расчетах показателей аварийности сгруппированный по объектам и показателям на отчетный год.

На текущий момент подсистема сдана в эксплуатацию и используется ПАО «РусГидро».

Отчет по коэффициентам аварийности за 2018 год

Филиал	Код филиала	Станция	Код станции	Оборудование	Код оборудования	Коэффициент	янв	фев	мар	апр	май
"Бурейская ГЭС" филиал	761715	Бурейская ГЭС	SBUREYGS	ГА 1	1100017	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Бурейская ГЭС" филиал	761715	Бурейская ГЭС	SBUREYGS	ГА 2	1100018	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
"Бурейская ГЭС" филиал	761715	Бурейская ГЭС	SBUREYGS	ГА 3	1100019	Кав_ЕГО	0,005	0,000	0,000	0,038	0,000
"Бурейская ГЭС" филиал	761715	Бурейская ГЭС	SBUREYGS	ГА 4	1100020	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630					Кав_Филиал	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV			Кав_Станция	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ22	300085	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ18	300078	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ17	300087	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ19	300077	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ20	300120	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ21	300076	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ8	300075	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ12	300080	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ10	300083	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ11	300082	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ7	300121	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ9	300081	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
"Волжская ГЭС" филиал	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ4	300088	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
"Волжская ГЭС"	721630	Волжская ГЭС	SVOLGESV	ГГ5	300117	Кав_ЕГО	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Отчет_по_коэфф_аварийности

ГОТОВО

Рисунок 3 – Отчет по коэффициентам аварийности

Н.А. Филатов

ВЫЯВЛЕНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ СЕРВИСА SAMBA С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЛОВУШЕК

(Самарский университет)

В современном мире стремительно растет уровень угрозы, которому подвергаются пользователи глобальной сети Интернет. Основными целями злоумышленников являются нарушение технической инфраструктуры сети в целом, обнаружение и эксплуатация уязвимостей и т.д. Такие атаки осуществляются, в основном, на различные сетевые сервисы. Одним из таких сетевых сервисов, популярным среди злоумышленников, является сервис Samba. Это сетевая файловая система, реализованная при помощи стандартного набора программ, которые обеспечивают универсальный доступ к сетевым принтерам и хранилищам данных [1].

В настоящей работе рассматриваются результаты анализа данных об информационных вторжениях на сеть серверов-ловушек. Такие специальные сервера-ловушки, размещенные в разных географических зонах, в количестве 4 штук функционируют с 2017 года.

Для проведения эксперимента по анализу вторжений на сетевой ресурс были использованы серверы-ловушки [2]. Сервера-ловушки – это специальные сервера с установленными на них сервисами, записывающие все обращения к ним, а также отвечающими на внешние запросы [3]. В качестве операционной системы для сервера ловушки выбрана GNU Debian/Linux, так как это свободно распространяемая OS с доступными исходными кодами всего применяемого программного обеспечения.

Сервера-ловушки никак не проявляют себя во внешней сети, поэтому осуществление доступа к ним означает, что происходит намеренное сканирование глобальной сети. Слишком часто повторяющиеся запросы с одного и того же IP адреса в данном случае можно однозначно позиционировать как несанкционированные. Любое сетевое обращение к серверу происходит через коммуникационный порт, поэтому важно осуществить контроль над портами. Для этого применяется ряд программных средств, среди которых ПО “Wireshark”, записывающее весь трафик на внешнем порту. Анализ данных с серверов-ловушек позволяет извлечь сведения, необходимые для построения модели вторжения. Такие специальные сервера для репрезентативности данных размещены в разных географических зонах в количестве 4 штук. Они начали функционировать с 2017 года.

В 2019 году был зафиксирован значительный рост запросов на SMB сервис. Проанализировав данные становится видно, что характер атаки напоминает вредоносную программу “SambaCry” [4]. Эта вредоносная программа сканирует в интернете узлы в поисках компьютеров с открытым TCP-портом 445, который отвечает за обслуживание протокола SMB. Обнаружив такой компьютер,

программа предпринимает несколько попыток проэксплуатировать на нём уязвимость EternalBlue и, в случае успеха, устанавливает вредоносное ПО DoublePulsar, через который загружается и запускается исполняемый код программы SambaCry.

После обнаружения машины с открытым портом NetBIOS, SambaCry получает сокет TCP для порта 445, подключится к сокету SMB и получит идентификатор дерева SMB для дальнейшего использования [5]. Затем происходит передача трех пакетов установки сеанса NetBIOS, содержащие либо два IP-адреса (192.168.56.20 и 172.16.99.5) жестко запрограммированных в теле вредоносного ПО, либо случайны адреса. В нашем случае встречается IP-адрес 192.168.56.20 и множество других случайных IP-адресов в равном соотношении (см. рис. 1).

```
SMB          151 Tree Connect AndX Request, Path: \\192.168.9.1\IPC$
SMB          151 Tree Connect AndX Request, Path: \\192.168.0.3\IPC$
SMB          151 Tree Connect AndX Request, Path: \\192.168.1.107\IPC$
SMB          152 Tree Connect AndX Request, Path: \\192.168.56.20\IPC$
SMB          152 Tree Connect AndX Request, Path: \\192.168.56.20\IPC$
SMB          151 Tree Connect AndX Request, Path: \\169.254.226.5\IPC$
```

Рис. 1. IP-адреса

Затем производится подключение к дереву IPC$ и попытка выполнить транзакцию с FID 0. Если возвращено состояние «STATUS_INSUFF_SERVER_RESOURCES», то это означает, что на машине не было применено исправление CVE-2017-7494 [5]. После чего последовал бы запрос, содержащий вредоносный код. В нашем случае возвращалось другое состояние, так как уязвимость закрыта (см. рис. 2).

```
SMB          144 Negotiate Protocol Request
SMB          219 Negotiate Protocol Response
SMB          159 Session Setup AndX Request, User: .\
SMB          143 Session Setup AndX Response
SMB          151 Tree Connect AndX Request, Path: \\85.14.232.4\IPC$
SMB           95 Tree Connect AndX Response, Error: Bad userid
SMB Pipe     134 PeekNamedPipe Request, FID: 0x0000
SMB           95 Trans Response, Error: STATUS_NETWORK_NAME_DELETED
```

Рис. 2. Запрос FID 0 на сервер и ответ

Целью же запроса SESSION SETUP Trans2 Request было проверить, была ли система уже скомпрометирована Doublepulsar`ом (см. рис. 3).

```
SMB          193 Negotiate Protocol Request
SMB          165 Negotiate Protocol Response
SMB          196 Session Setup AndX Request, User: anonymous
SMB          186 Session Setup AndX Response
SMB          152 Tree Connect AndX Request, Path: \\192.168.56.20\IPC$
SMB          116 Tree Connect AndX Response
SMB          138 Trans2 Request, SESSION_SETUP
SMB           95 Trans2 Response, SESSION_SETUP, Error: STATUS_ACCESS_DENIED
```

Рис. 3. Попытка проверить скомпрометирована ли уже система

Если поле «Multiplex ID» равно 65 (0x41), это означает, что текущая система не является зараженной (см. рис. 4). В противном случае «Multiplex ID», равное 81 (0x51), указывает, что система уже была заражена Doublepulsar`ом.

```
SMB (Server Message Block Protocol)
  SMB Header
      Server Component: SMB
      [Response to: 29]
      [Time from request: 0.000142000 seconds]
      SMB Command: Trans2 (0x32)
      NT Status: STATUS_ACCESS_DENIED (0xc0000022)
    > Flags: 0x88, Request/Response, Case Sensitivity
    > Flags2: 0xc007, Unicode Strings, Error Code Type,
      Process ID High: 0
      Signature: 0000000000000000
      Reserved: 0000
    > Tree ID: 56689 (\\192.168.56.20\IPC$)
      Process ID: 65279
      User ID: 31864
      Multiplex ID: 65
```

Рис. 4. Ответное сообщение, содержащее Multiplex ID равное 65

После первоначального согласования и настройки сеанса, SambaCry отправляет целевой запрос ping, отправив несколько скомпилированных пакетов в скомпрометированную систему. Целью запроса ping было проверить, был ли Doublepulsar успешно установлен. Инструкция «ping» была скрыта в поле «Timeout», которое изначально было временем, которое клиент должен был ждать, пока сервер ответит на невыполненный запрос. Согласно спецификациям, значение по умолчанию для поля Timeout было установлено равным 45 секундам. В сетевом пакете SambaCry поле Timeout было установлено на 4 часа 20 минут 10,881 секунды (0x00ee3401) (см. рис. 5). Это ненормальное значение тайм-аута на самом деле не относится к установленному тайм-ауту, но подразумевает код операции инструкции Doublepulsar. Алгоритм вычисления этого кода операции добавляет каждый байт и удаляет переполнение как результат. Если Doublepulsar успешно установлен в зараженной системе, он отправит обратно созданный пакет с преднамеренно установленным полем «Multiplex ID».

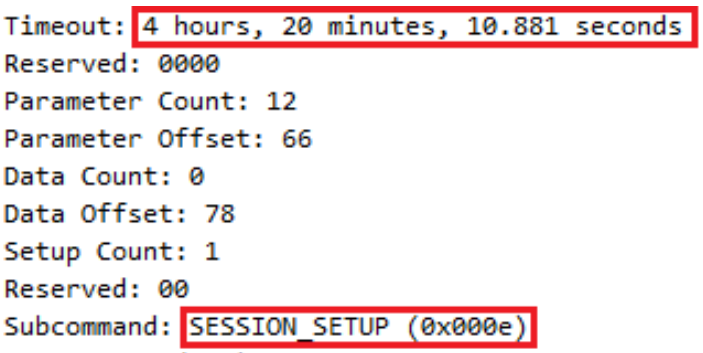


Рис. 5. Команда «Ping» в скрытом поле Timeout

Таким образом, были зафиксированы уникальные данные, анализ которых позволил идентифицировать попытку атаки вредоносной программы под названием «SambaCry». Полученные данные позволяют отслеживать и анализировать действия злоумышленников для выявления актуальных методов и тенденций произведения атак, а также создать модель сетевого вторжения в будущем, на основании которой должно быть разработано соответствующее программное обеспечение, чтобы работать в локальных сетях и производить предварительное тестирование сетевых ресурсов [6].

Литература

1. Котенко И.В., Степашкин М.В., “Обманные системы для защиты информационных ресурсов в компьютерных сетях”, Тр. СПИИРАН, 2:1 (2004), 211–230.
2. Shkirdov D. A. et al. Building a Network Intrusion Model Based on Data from Honeypots //2018 26th Telecommunications Forum (TELFOR). – IEEE, 2018. – С. 1-4.
3. Islam A., Oppenheim N., Thomas W. SMB Exploited: WannaCry Use of “EternalBlue” //Retrieved December. – 2017. – Т. 11. – С. 2017.
4. Da-Yu K. A. O., HSIAO S. C., Raylin T. S. O. Analyzing WannaCry Ransomware Considering the Weapons and Exploits //2019 21st International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). – IEEE, 2019. – С. 1098-1107.
5. Lohachab A., Karambir B. Critical Analysis of DDoS—An Emerging Security Threat over IoT Networks //Journal of Communications and Information Networks. – 2018. – Т. 3. – №. 3. – С. 57-78.
6. Зегжда П. Д., Корт С. С. Модель хостовой системы обнаружения вторжений //Материалы Второй международной научной конференции по проблемам безопасности и противодействия терроризму. – 2007. – С. 102.

В.П. Цветов

ОБ АЛГЕБРАХ ИНДИКАТОРОВ ГИПЕРГРАФОВ

(Самарский университет)

В настоящее время многие постановки задач из областей искусственного интеллекта, машинного обучения, распознавания образов и защиты информации формулируются в терминах гиперграфов [1-4]. Однако в отличие от теории графов, теория гиперграфов находится на стадии формирования. Одно из ее направлений развивается в рамках алгебраического подхода [5-8].

В работе определяются алгебры гиперграфов и изоморфные им алгебры индикаторов, пригодные для численного моделирования.

Введем следующие обозначения и определения. Гиперграфом будем называть пару $H = \langle V, \mathcal{E} \rangle$, где $V = \{v_1, v_2, .., v_n\}$ – n-элементное множество вершин гиперграфа, а $\mathcal{E} \subseteq \{h = (v_1, v_2, .., v_k) | k \in \mathbb{N}_0 \wedge i \in 1..k \wedge v_i \in V\} = \bigcup_{k \in \mathbb{N}_0} V^k$ – конечное множество гиперребер. Обозначим $V_\infty = \bigcup_{k \in \mathbb{N}_0} V^k$.

Длину кортежа $h = (v_1, v_2, .., v_k)$ будем называть размерностью гиперребра h и обозначать $d(h)$. Если $d(h) = 1$, то $h = (v_1)$ - кортеж длины 1.

Если $d(h) = 0$, то $h = \varepsilon = (\ )$ - пустой кортеж длины 0.

Гиперграф $\mathbb{O} = \langle V, \emptyset \rangle$ будем называть пустым гиперграфом. Гиперграф $\mathbb{U} = \langle V, \bigcup_{k \in \mathbb{N}_0} V^k \rangle$ будем называть универсальным гиперграфом.

Определим размерность гиперграфа, как максимальную из размерностей его гиперребер $K = \dim(H) = \max_{h \in \mathcal{E}} d(h) \in \mathbb{N}_0$. Гиперграф будем называть регулярным размерности K, если $\mathcal{E} \subseteq V^K$, т.е. если размерности всех его гиперребер равны K. Если $\dim(H) = 0$, то $\mathcal{E} = \{\varepsilon\}$, и H=O - нульмерный гиперграф. Понятно, что значение $\dim(\mathbb{O})$ не определено.

Обозначим $\mathcal{H}(V)$ – множество гиперграфов с множеством вершин V, а $\mathcal{H}^K(V) \subset \mathcal{H}(V)$ – его подмножество регулярных гиперграфов размерности K.

Индикатором подмножества $\Omega \in 2^U$ будем называть функцию $\chi_\Omega : U \mapsto \mathbb{D} = \{0,1\}$, заданную правилом

$$\chi_\Omega(u) = \begin{cases} 1, u \in \Omega \\ 0, u \notin \Omega \end{cases} \quad (6)$$

Определим индикатор гиперграфа $\chi_H : V_\infty \mapsto \mathbb{D}$. Множество индикаторов гиперграфов будем обозначать, как $\mathfrak{H}(V)$.

Рассмотрим булеву алгебру $\langle \mathcal{H}(V), (\cup, \cap, ^-) \rangle$ со стандартными операциями

$$H_1 \cup H_2 = \langle V, \mathcal{E}_1 \rangle \cup \langle V, \mathcal{E}_2 \rangle = \langle V, \mathcal{E}_1 \cup \mathcal{E}_2 \rangle, \quad (1)$$

$$H_1 \cap H_2 = \langle V, \mathcal{E}_1 \rangle \cap \langle V, \mathcal{E}_2 \rangle = \langle V, \mathcal{E}_1 \cap \mathcal{E}_2 \rangle, \quad (2)$$

$$\overline{H} = \overline{\langle V, \mathcal{E} \rangle} = \langle V, \overline{\mathcal{E}} \rangle, \quad (3)$$

и ее подалгебру $\langle \mathcal{H}^K(V), (\cup, \cap, ^-) \rangle$.

Кроме этого, считая $p, s \leq K$, определим следующие бинарную и унарную операции для гиперграфов из $\mathcal{H}^K(V)$:

$$H_1 \circledcirc_{ps} H_2 = \langle V, \mathcal{E}_1 \rangle \circledcirc_{ps} \langle V, \mathcal{E}_2 \rangle = \langle V, \mathcal{E}_1 \circledcirc_{ps} \mathcal{E}_2 \rangle, \quad (4)$$

$$H^{(ps)} = \langle V, \mathcal{E} \rangle^{(ps)} = \langle V, \mathcal{E}^{(ps)} \rangle, \quad (5)$$

где

$$\mathcal{E}^{(ps)} = \{(v_1, .., v_p, .., v_s, .., v_K) | (v_1, .., v_s, .., v_p, .., v_K) \in \mathcal{E}\},$$

$$\mathcal{E}_1 \circledcirc_{ps} \mathcal{E}_2 = \{(v_1, .., v_{p-1}, v_p, v_{p+1} .., v_{s-1}, v_s, v_{s+1}, .., v_K) | \exists w$$
$$(v_1, .., v_{p-1}, w, v_{p+1}, .., v_s, .., v_K) \in \mathcal{E}_1 \wedge$$
$$\wedge (v_1, .., v_p, .., v_{s-1}, w, v_{s+1}, .., v_K) \in \mathcal{E}_2\}$$

Множество $\mathcal{H}^K(V)$ замкнуто относительно операций (4), (5), что позволяет определить алгебру $\langle \mathcal{H}^K(V), (\cup, \cap, ^-, \circledcirc_{ij}, \ ^{(ps)}) \rangle$.

Для гиперграфов $H \in \mathcal{H}^K(V)$ будем рассматривать сужения их индикаторов χ_H на множество V^K, сохраняя за ними прежнее обозначение. Множество таких индикаторов будем обозначать, как $\mathfrak{H}^K(V)$.

Определим следующие операции над индикаторами из $\mathfrak{H}^K(V)$:

$$\chi_{H_1} \sqcup \chi_{H_2} = \chi_{H_3}, \quad (6)$$
$$\chi_{H_1} \sqcap \chi_{H_2} = \chi_{H_4}, \quad (7)$$
$$\bar{\chi}_H = \chi_{H_5}, \quad (8)$$
$$\chi_{H_1} \circ_{ps} \chi_{H_2} = \chi_{H_6}, \quad (9)$$
$$\chi_H{}^{(ps)} = \chi_{H_7}, \quad (10)$$

где

$$\chi_{H_3}(v_1, .., v_K) = \max\left(\chi_{H_1}(v_1, .., v_K), \chi_{H_2}(v_1, .., v_K)\right),$$
$$\chi_{H_4}(v_1, .., v_K) = \min\left(\chi_{H_1}(v_1, .., v_K), \chi_{H_2}(v_1, .., v_K)\right),$$
$$\chi_{H_5}(v_1, .., v_K) = 1 \oplus \chi_H(v_1, .., v_K),$$
$$\chi_{H_6}(v_1, .., v_{p-1}, v_p, v_{p+1}, .., v_{s-1}, v_s, v_{s+1}, .., v_K) =$$
$$= \max_{w \in V}\left(\min\left(\chi_{H_1}(v_1, .., v_{p-1}, w, .., v_s, .., v_K), \chi_{H_2}(v_1, .., v_p, .., v_{s-1}, w, .., v_K)\right)\right),$$
$$\chi_{H_7}(v_1, .., v_{p-1}, v_p, .., v_{s-1}, v_s, .., v_K) = \chi_H(v_1, .., v_{p-1}, v_s, .., v_{s-1}, v_p, .., v_K),$$

$\oplus$ - сложение по модулю 2.

По построению алгебра $\langle \mathfrak{H}^K(V), (\sqcup, \sqcap, ^-, \circ_{ps}, \ ^{(ps)}) \rangle$ изоморфна алгебре $\langle \mathcal{H}^K(V), (\cup, \cap, ^-, \circledcirc_{ps}, \ ^{(ps)}) \rangle$.

Пусть $f: \{1, .., n\} \mapsto V$ - нумерация элементов множества V. Определим представление индикатора χ_H K-индексным логическим массивом по правилу:

$$\varphi^H{}_{i_1, i_2, .., i_K} = \begin{cases} true, & \chi_H(f^{-1}(i_1, i_2, .., i_K)) = 1 \\ false, & \chi_H(f^{-1}(i_1, i_2, .., i_K)) = 0 \end{cases}.$$

Здесь $i_s \in \{1, .., n\} \wedge s \in \{1, .., K\}$. Заметим, что в случае регулярных гиперграфов размерности 2, H – граф, а $\varphi^H_{i_1, i_2}$ – матрица смежности его вершин.

Будем обозначать множество K-индексных логических массивов, как $\Phi^K(V)$.

Определим следующие операции над массивами из $\Phi^K(V)$:

$$\varphi^1 \vee \varphi^2 = \varphi^3, \quad (11)$$
$$\varphi^1 \wedge \varphi^2 = \varphi^4, \quad (12)$$

$$\overline{\varphi} = \varphi^5, \quad (13)$$

$$\varphi^1 \circ_{ps} \varphi^2 = \varphi^6, \quad (14)$$

$$\varphi^{(ps)} = \varphi^7, \quad (15)$$

где

$$\varphi^3{}_{i_1,i_2,..,i_K} = \varphi^1{}_{i_1,i_2,..,i_K} \vee \varphi^2{}_{i_1,i_2,..,i_K},$$

$$\varphi^4{}_{i_1,i_2,..,i_K} = \varphi^1{}_{i_1,i_2,..,i_K} \wedge \varphi^2{}_{i_1,i_2,..,i_K},$$

$$\varphi^5{}_{i_1,i_2,..,i_K} = \overline{\varphi}_{i_1,i_2,..,i_K},$$

$$\varphi^6{}_{i_1,i_2,..,i_K} = \bigvee_{k=1}^{n} \varphi^1{}_{i_1,..,i_{p-1},k,..,i_K} \wedge \varphi^2{}_{i_1,..,i_{s-1},k,..,i_K},$$

$$\varphi^7{}_{i_1,..,i_{p-1},i_p,..,i_{s-1},i_s,..,i_K} = \varphi_{i_1,..,i_{p-1},i_s,..,i_{s-1},i_p,..,i_K},$$

$\overline{\varphi}$ – отрицание φ,

$\vee$, $\wedge$ - дизъюнкция и конъюнкция, соответственно.

По построению алгебра $\langle \Phi^K(V), (\vee, \wedge, ^-, \circ_{ps}, \ ^{(ps)}) \rangle$ изоморфна алгебрам $\langle \mathcal{H}^K(V), (\cup, \cap, ^-, \circledcirc_{ij}, \ ^{(ps)}) \rangle$, $\langle \mathfrak{H}^K(V), (\sqcup, \sqcap, ^-, \circ_{ps}, \ ^{(ps)}) \rangle$, и допускает простую вычислительную реализацию в виде K-индексных битовых массивов и базовых логических операций.

Литература

1. Chien I, Lin C, Wang I. Community Detection in Hypergraphs: Optimal Statistical Limit and Efficient Algorithms // Proceedings of the Twenty-First International Conference on Artificial Intelligence and Statistics, in PMLR, 2018, vol. 84, pp. 871-879.

2. Ghoshdastidar D, Ambedkar D. Consistency of Spectral Partitioning of Uniform Hypergraphs under Planted Partition Model // Advances in Neural Information Processing Systems 27: Annual Conference on Neural Information Processing Systems, 2014, pp. 397-405.

3. Yu J, Tao D, Wang M. Adaptive hypergraph learning and its application in image classification // IEEE Transactions on Image Processing, 2012, vol. 21, no. 7, pp. 3262–3272.

4. Guzzo A, Pugliese A, Rullo A, Sacca D. Intrusion Detection with Hypergraph-Based Attack Models // Graph structures for knowledge representation and reasoning. Third international workshop, GKR 2013, Beijing, China, August 3, 2013. Revised selected papers. Springer, pp. 58–74.

5. Ha HT, Van Tuyl A. Monomial ideals, edge ideals of hypergraphs, and their graded Betti numbers // Journal of Algebraic Combinatorics, 2008, vol. 27 (2), pp. 215-245.

6. Emtander E, Mohammadi F, Moradi S. Some algebraic properties of hypergraphs // Czechoslovak mathematical journal, 2011, vol. 61 (3), pp. 577-607.

7. Villarreal, R.H. Cohen-macaulay graphs // Manuscripta Mathematica, 1990, vol. 66 (1), pp 277–293.

8. Цветов В.П., Двойственные упорядоченные структуры бинарных отношений // Сборник трудов IV международной конференции ИТНТ-2018, 24–27 апреля 2018 г., г. Самара, Россия,– С. 2635–2644.

П.Н. Чернов[1], Л.С. Зеленко[1], П.В. Трешников[2]

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕХНОДОК. ПОДСИСТЕМА РАСЧЕТА БАЛАНСА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЖИГУЛЕВСКОЙ ГЭС

([1] Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва
[2] ООО Научно-внедренческая фирма «Сенсоры. Модули. Системы»)

В настоящее время на Жигулевской гидроэлектростанции (ГЭС) Самарской области осуществляется модернизация автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ ТУЭ) на базе программного комплекса (ПК) «ТехноДок». На момент начала ее работы не существовало стандартного средства для автоматического просмотра/редактирования/удаления данных по электроэнергии в виде групп точек учета, формирования, расчета и контроля балансов электроэнергии по группам балансов, импорта данных по электроэнергии и экспорта данных в XML, то есть не было полного и грамотного учета электроэнергии.

В связи с этим появилась необходимость разработки подсистемы расчета баланса электроэнергии (на базе ПК «ТехноДок»), которая позволила бы вычислять баланс электроэнергии с заданными интервалами времени и формировать различные отчеты о составлении баланса. С помощью этих данные можно своевременно выявить неисправный элемент измерительно-информационного комплекса учета электроэнергии и произвести его замену.

Программный комплекс «ТехноДок» реализован в виде web-приложения на базе трехзвенной архитектуры «клиент-сервер приложений-база данных» с использованием REST (Representational state transfer) архитектуры. Его структурная схема приведена на рисунке 1.

В состав комплекса вошла подсистема расчета баланса электроэнергии, ее структурная схема приведена на рисунке 2. Опишем назначение входящих в нее подсистем:

– подсистема работы с БД Piramida2000 служит для значения активной, реактивной электроэнергии на прием и отдачу, а также переключений выключателей обходных по точкам учета;

– подсистема отображения параметров служит для отображения значений параметров в зависимости от их типа в отчете и отображения краткой справочной информации о параметре;

– подсистема учета состояния обходных выключателей служит для ежегодного формирования «Ведомость ВО» и обновления отчета, если в БД Piramida2000 появились новые данные о выключателях;

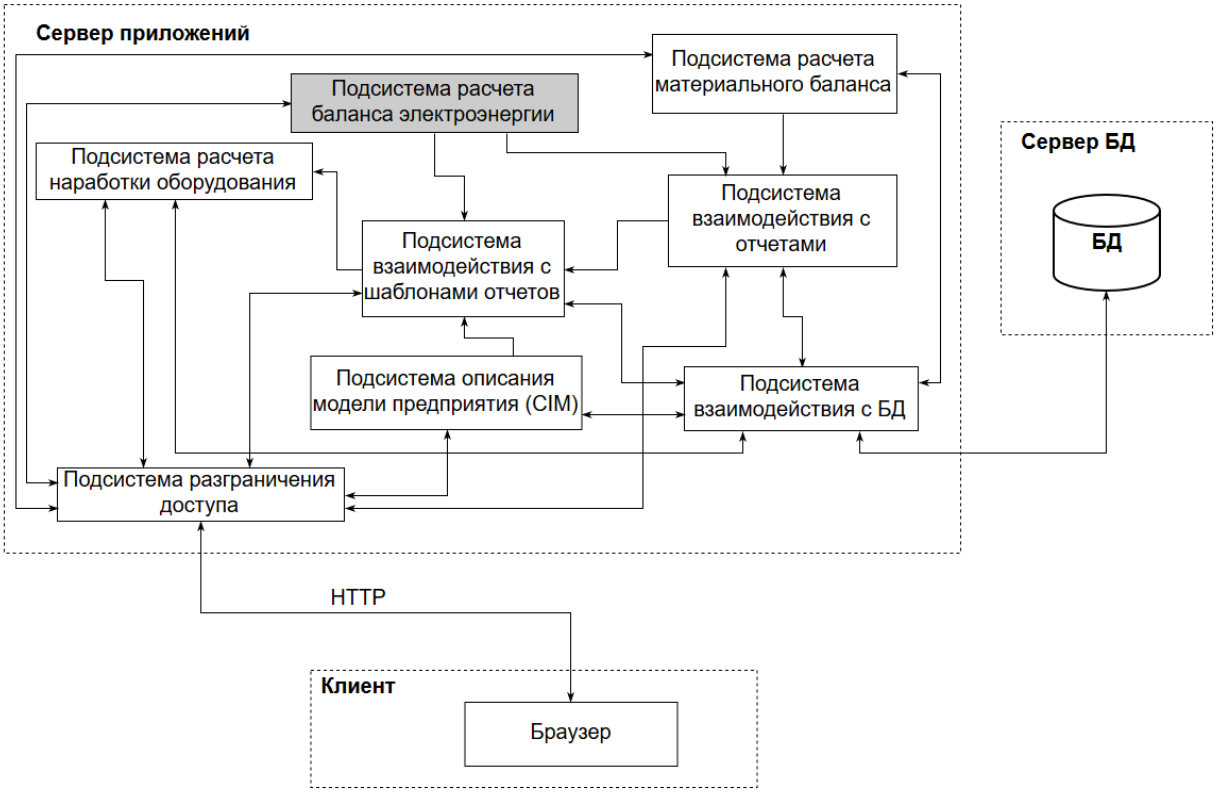


Рисунок 1 – Структурная схема программного комплекса «ТехноДок»

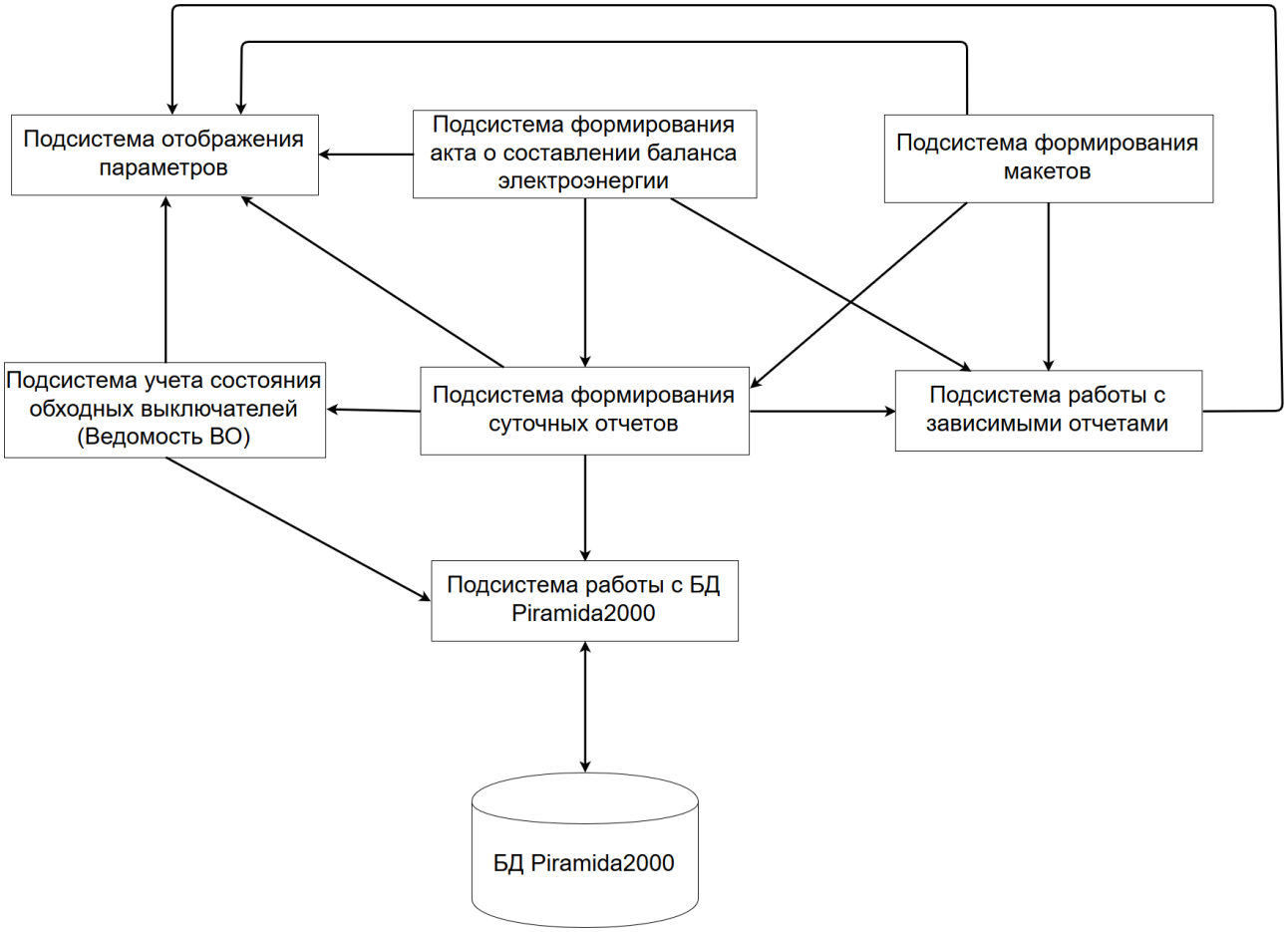


Рисунок 2 – Структурная схема подсистемы расчета баланса электроэнергии

– подсистема формирования суточных отчетов служит для формирования и обновления по расписанию и событию отчетов с учетом состояния выходных выключателей;

– подсистема формирования макетов служит для формирования макетов 80030, 80020, 51070 на основе данных, находящихся в суточных отчетах;

– подсистема работы с зависимыми отчетами служит для загрузки значений параметров уже сформированного отчета и передачи их в другой отчет;

– подсистема формирования акта о составлении баланса электроэнергии служит для формирования документа по общему балансу электроэнергии ГЭС.

С помощью подсистемы должны формироваться следующие отчеты:

- Отчет «Ведомости выключателей обходных (ВО)» должен формироваться ежегодно и определять присоединения на время работы выключателя.

- Суточные отчеты по трансформаторным группам (ТГ), группам открытого распределительного устройства (ОРУ) и ВО должны рассчитывать баланс электроэнергии ежедневно на каждые 30 минут, формироваться после отчетов по группе ВО и учитывать их состояние.

- Отчеты по перетокам федеральной и межрегиональной распределительной сетевых компаний должны формироваться ежедневно каждый час.

- Суточный отчет по балансам электроэнергии по ГЭС должен формироваться после формирования отчетов по трансформаторным группам и группам открытых распределенных устройств, а также при изменении этих отчетов.

Также пользователь должен иметь возможность сформировать акт о составлении баланса электроэнергии за промежуток времени и иметь возможность формировать макеты 80020, 80030, 51070.

Все отчеты, формируемые в разрабатываемой подсистеме, являются взаимосвязанными и зависимыми, то есть параметры одного отчета формируются на основании значений параметров другого отчета, на рисунке 3 приведена диаграмма связанности данных в отчетах.

Сотрудник ГЭС может работать не только с отчетами, но и с конструктором отчетов. Он может создать, удалить, переформировать отчет, изменить содержимое отчета, а также отправить отчет по почте, экспортировать его в файл форматов xlsx, docx, pdf, html, xml, txt, csv. При работе с конструктором отчетов сотрудник ГЭС может создать шаблон отчета, удалить/ редактировать его, создать копию и экспортировать и импортировать все шаблоны отчетов из базы данных в файл в формате json документа.

Главная форма подсистемы приведена на рисунке 4, она состоит из:

1 Логотипа приложения. При нажатии на логотип открывается главная страница приложения.

2 Панели меню «Приложения». При нажатии на данную панель отображается перечень дополнительных приложений.

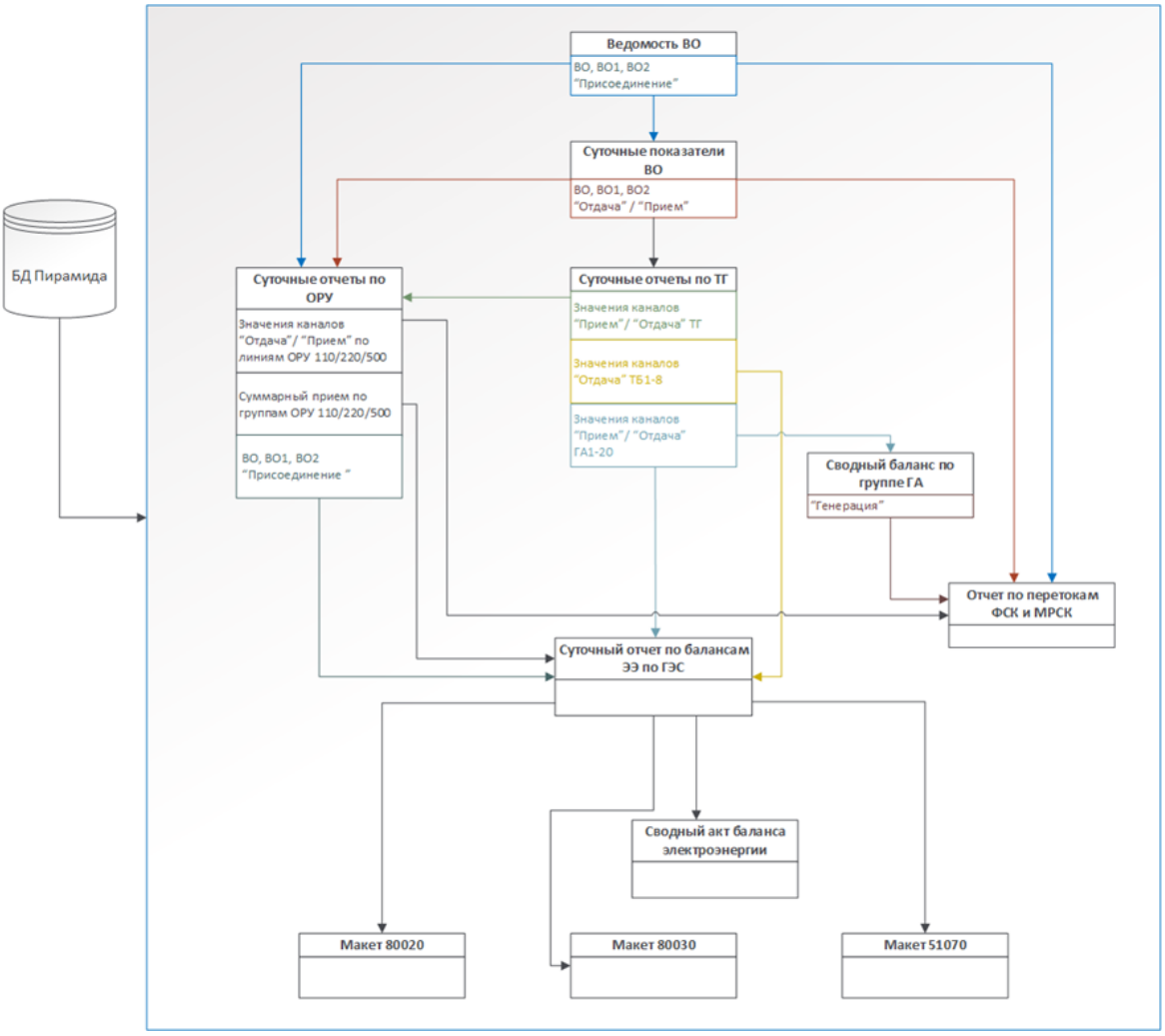


Рисунок 3 – Диаграмма связанности данных в отчетах

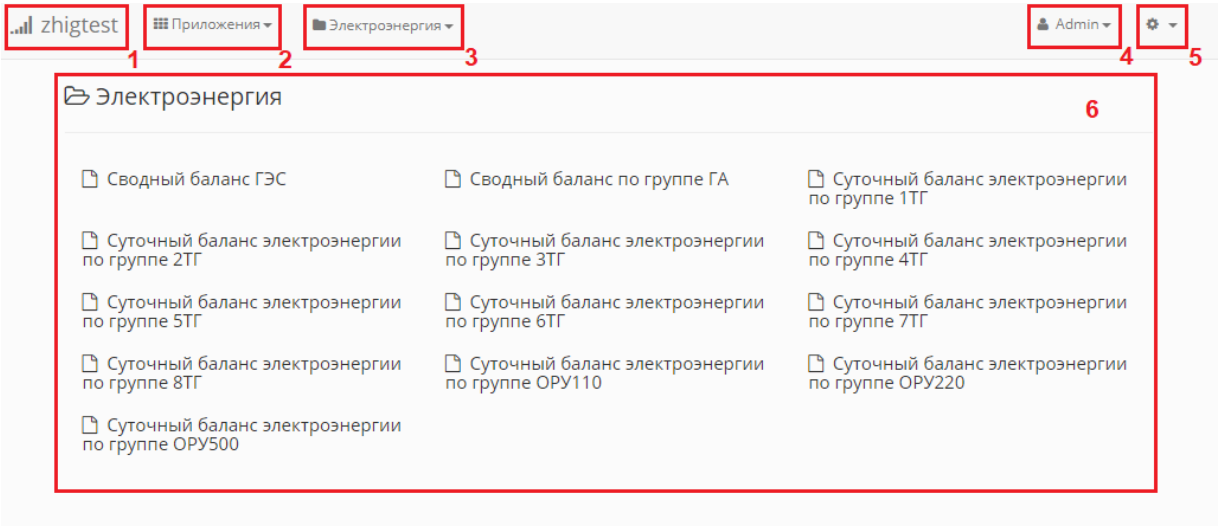


Рисунок 4 – Главная форма подсистемы

3 Список отчетов приложения, сгруппированных по разделам.

4 Имени пользователя приложения. При нажатии на имя пользователя можно будет осуществить выход из приложения под данной учетной записью.

5 Меню администрирования приложения.

6 Развернутого списка отчетов, созданных в приложении. Для начала работы с отчетом необходимо навести курсор мыши на название отчета и нажать левую кнопку мыши.

На рисунке 5 представлен интерфейс пользователя для суточного отчета баланса электроэнергии, который состоит из следующих элементов:

1 дерево отчетов, с указанием дат, за которые были сформированы отчеты шаблона;

2 перечень точек учета, входящих в выбранную группу баланса с указанием направлением передачи;

3 значения со счетчиков по получасовым показателям;

4 итоговые значение по получасовым показателям;

5 итоговые значение по каждому направлению точки учета за сутки;

6 итоговые значение за сутки по всем точкам учета.

Система разрабатывается на языке программирования высокого уровня C# в среде программирования Microsoft Visual Studio 2017, в качестве СУБД выбрана SQL Server Management Studio 2017. Диаграмма развертывания приведена на рисунке 6.

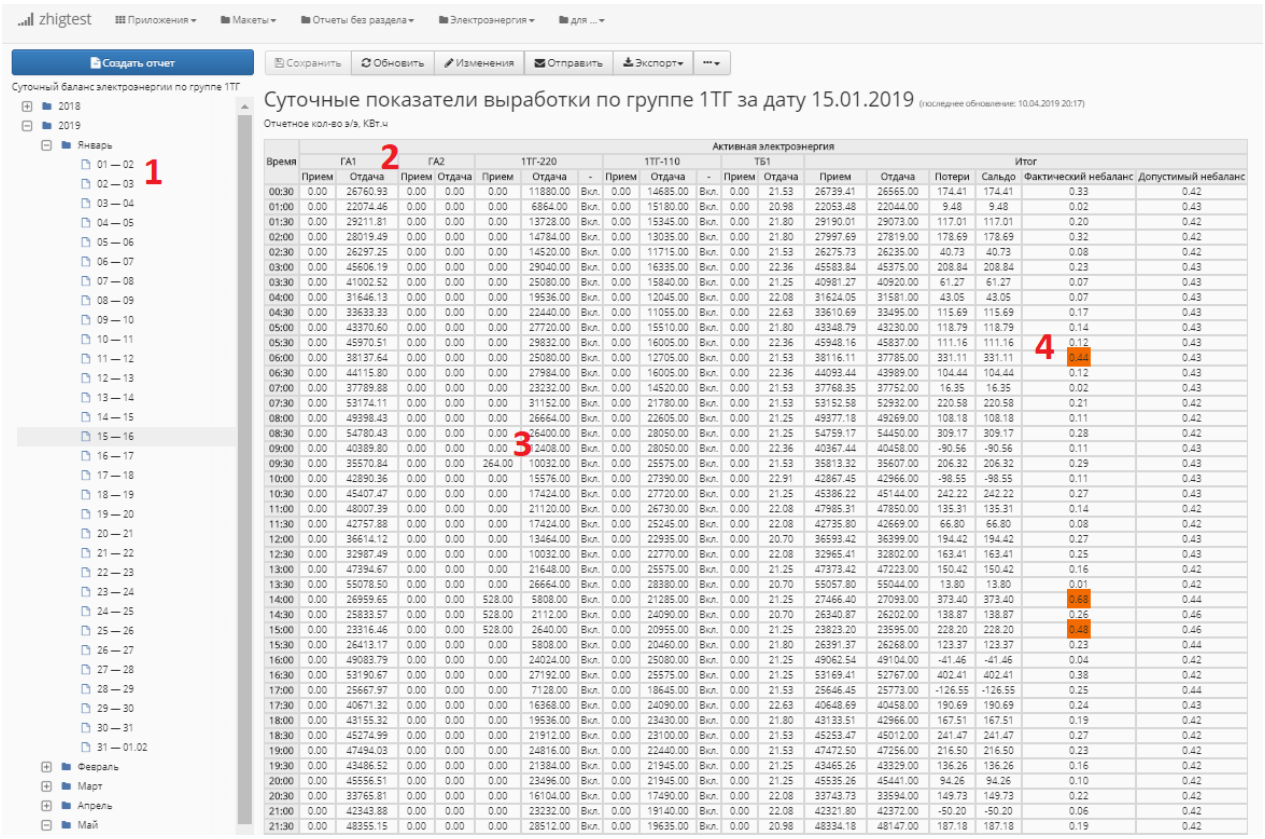


Рисунок 5 – Суточный отчет баланса электроэнергии

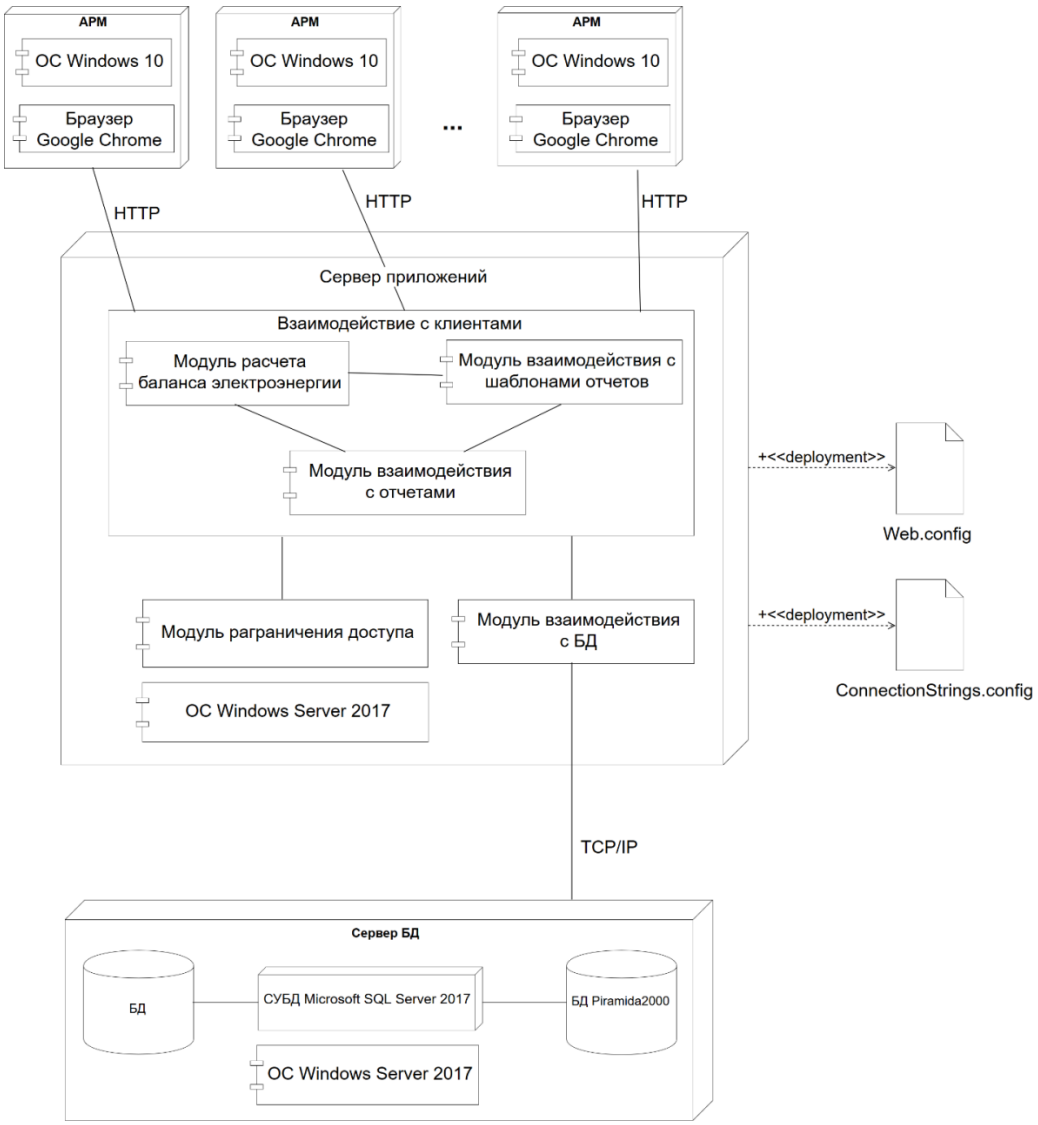


Рисунок 6 – Диаграмма развертывания

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

А.А. Александров

РАСПОЗНАВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Одним из важнейшим фактором общения между людьми является обмен эмоциональной информацией. Поэтому при создании современных систем по взаимодействию с человеком актуально применение методов автоматического распознавания эмоций.

О эмоциональном состоянии человека можно судить различным факторам, включавшим в себя рефлекторные движения, жестикуляцию и прочие рефлексы, но мимика является универсальным, не зависящем от расовой или культурной принадлежности источником, что было подтверждено еще 30-х годах прошлого века. Поэтому задача распознавания мимики является одной из важнейших для определения эмоций.

Для человека распознавание эмоций является тривиальной задачей. На результат автоматического распознавания могут повлиять положение лица и внешние условия. Поэтому, для повышения качества обработки используют первичную или предварительную обработку. Также, стоит отметить, для определения эмоций человек считывает соответствующие левые признаки.

Для решения задачи распознавания эмоций были выбраны: метод Виолы-Джонса, метод гистограмм локальных бинарных паттернов (LBPH) и деревья решений.

Основной алгоритм определения эмоционального состояния состоит из следующих этапов:

1. Получение изображения;
2. Предварительная обработка изображения;
3. Поиск лица на изображении;
4. Разбиение лица на области;
5. Выделение элементов лица;
6. Классификация элементов лица;
7. Классификация эмоций.

Под предварительной обработка изображения подразумевается удаление шумов, цветовые и геометрические преобразования. Удаление шумов производятся посредством усредняющей фильтрации.

Для поиска лица на изображении наиболее эффективным показал себя метод Виолы-Джонса [1]. Данный метод обеспечивает хорошую скорость и высокую точность обнаружения. В методе применяется принцип сканирующего окна. В качестве исходного подается изображение размерностью N×M пикселей, в которой каждый пиксель характеризуется значением от 0 до 255. Скользящее окно проходит по всем пикселям изображения и в каждом его положении применяется классификатор, основанный на методе Бустинга – усиление слабых классификаторов [2].

Методом Виолы-Джонса производит обнаружении объектов на изображении в интегральной форме, что обеспечивает быстрое вычисление суммарной яркости прямоугольника любого размера на исходном изображении за постоянное время, независимо от размеров этого прямоугольника. В качестве признаков используются признаки Хаара, на основе вейвлетов Хаара (Рис. **9**).

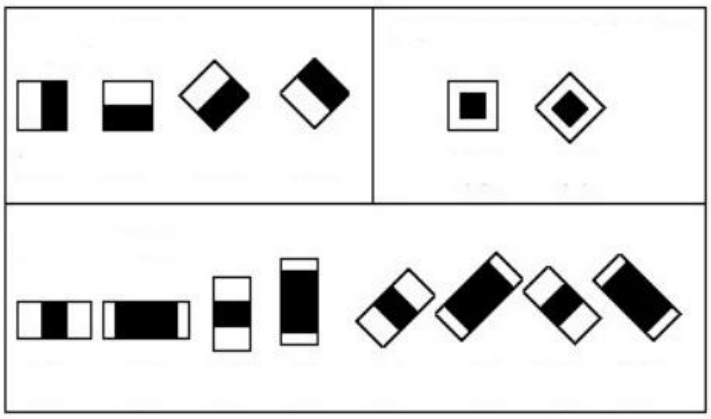


Рис. 9. Признаки Хаара

После того как лицо было выделено производим разбиения лица на три локальные области: область лба, область глаз и область рта.

Область лба не имеет отличительных признаков и определяется в зависимости от области глаз. Данная область может содержать в небольшие деформации кожи и помехи в виде волос.

Область глаз включает в себя глаза, брови и верхнюю часть носа. Наилучшим вариантом поиска областей будет начать с данной области, так как в нее входят достаточное количество информативных признаков, что повышает точность выделения, а также она находится по середине лица, что прощает выделение остальных областей.

Область рта начинается с нижней части носа и содержит в себе губы, подбородок и щеки. Наибольший интерес в данной области представляют губы.

Человек проявляет эмоции с помощью лицевых экспрессий. Для выделения элементов на лице также используется метод Виолы-Джонса. В качестве входных данных подается выделенное на предыдущем этапе изображение лица. Для ускорения распознавания и уменьшения числа ложных обнаружений, на лице определяются зоны (рот находится в нижней части лица, а глаза – в верхней).

Следующим шагом является классификация элементов лица. В рамках данной работы используется метод гистограмм локальных бинарных паттернов (LBPH) [3].

Локальный бинарный шаблон (LBP) - это оператор текстуры, который маркирует пиксели изображения путем установки порогового значения окрестности каждого пикселя и рассматривает результат как двоичное число.
Используя LBP в сочетании с гистограммами, мы можем представить изображения простым вектором данных.

Процесс классификации лица методом LBPH состоит из следующих шагов:

1. Первым вычислительным этапом LBPH является создание промежуточного изображения (Рис. **10**), которое лучше описывает исходное изображение. Для этого алгоритм использует концепцию скользящего окна, основанную на параметрах радиуса и соседей.
   1.1. Выделение части изображения в виде окна размером N×N и представление его в виде матрицы N×N, содержащей интенсивность каждого пикселя (0 ~ 255).
   1.2. Установление порогового значения равным значению центрального элемента матрицы.
   1.3. Бинаризация по установленному порогу.
   1.4. Теперь матрица будет содержать только двоичные значения (без учета центрального значения). Нужно объединить каждое двоичное значение из каждой позиции из матрицы строка за строкой в новое двоичное значение (например, 10001101).
   1.5. Затем следует преобразование этого двоичное значение в десятичное значение и установление его в центральное значение матрицы, которое фактически является пикселем от исходного изображения.
   1.6. В конце этой процедуры (процедура LBP) имеем новое изображение, которое лучше отражает характеристики исходного изображения.

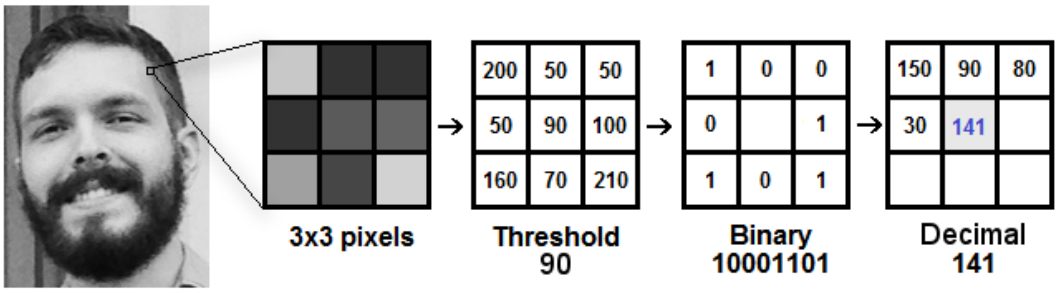


Рис. 10. Создание промежуточного изображения

2. Извлечение гистограмм. Теперь, используя изображение, сгенерированное на последнем шаге, используем параметры Grid X и Grid Y, чтобы разделить изображение на несколько сеток (Рис. **11**). Поскольку у нас есть изображение в оттенках серого, каждая гистограмма (из каждой сетки) будет содержать только 256 позиций (0 ~ 255), представляющих вхождения каждой ин-

тенсивности пикселей. Затем нам нужно объединить каждую гистограмму, чтобы создать новую и большую гистограмму. Предположим, что у нас есть сетки 8x8, мы будем иметь 8x8x256 = 16,384 позиции в финальной гистограмме. Итоговая гистограмма представляет характеристики изображения исходного изображения.

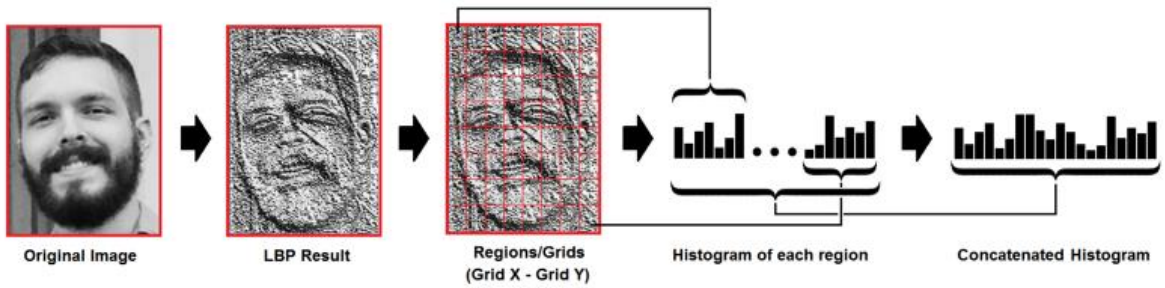


Рис. 11. Извлечение гистограмм

3. Выполнение распознавания.
   3.1. Полученная гистограмма сравнивается с гистограммами исходного набора данных. Используются различные подходы для сравнения гистограмм (рассчитать расстояние между двумя гистограммами), например: евклидово расстояние, хи-квадрат, абсолютное значение и т.д.
   3.2. Изображению присваивается тип, соответствующий наиболее схожему примеру из набора. Алгоритм также возвращает рассчитанное расстояние, которое можно использовать как «достоверное» измерение.

После классификация элементов лица можно выполнить классификацию эмоции. Для классификации эмоций применяется деревья решений. Дерево решений - математическая модель, которая задаёт процесс принятия решений так, что будут отображены каждое возможное решение, предшествующие и последующие этим решениям события или другие решения и последствия каждого конечного решения.

Литература

1. Ян Си, Автоматическое распознавание эмоций пользователя для организации интеллектуального интерфейсах / Ян Си // Электронный журнал «Молодежный научно-технический вестник», 2013. – 9 с.

2. Кирпичников А.П Контекстный поиск изображений / Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. // Вестник Казанского технологического университета, 2014. – С. 244-251.

3. Kelvin Salton do Prado, Face Recognition: Understanding LBPH Algorithm — Режим доступа: URL: https://towardsdatascience.com/face-recognition-how-lbph-works-90ec258c3d6b (12.03.2019)

Н.А. Андриянов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО АППАРАТА С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ С КРАТНЫМИ КОРНЯМИ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

(Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева,
Ульяновский государственный технический университет)

1 Введение

Описание движения на плоскости удобно выполнять как изменение координаты в пространстве. Для этого могут быть использованы авторегрессионные СП [1-3], которые также позволяют описывать различные состояния физических объектов. При этом само описание траектории движения по анализу изображений и выделению ориентиров может быть качественным улучшением проблемы позиционирования автономного транспортного средства [4-5]. Однако авторегрессионные модели имеют слишком "колючие" траектории изменения во времени, что скажется также и на изменении координаты. Однако чаще всего необходимо плавное изменение координат. Описание таких процессов может быть получено с помощью моделей с кратными корнями характеристических уравнений [6,7]. Для описания сложных передвижений, подразумевающих резкие ускорения или скачки могут быть использованы дважды стохастические авторегрессионные модели [8,9].

2 Авторегрессия с кратными корнями характеристических уравнений

Представим процесс авторегрессии произвольного порядка m на базе следующего стохастического разностного уравнения

$$x_i = \rho_1 x_{i-1} + \rho_2 x_{i-2} + ... + \rho_m x_{i-m} + \beta\xi_i,\ i = 1,2,...,n, \qquad (1)$$

где ξ_i, $i = 1,2,...,n$, - последовательность независимых случайных величин, подчиняющихся нормальному (гауссову) закону распределения, имеющих нулевое математическое описание и единичную дисперсию; коэффициент β введен для того, чтобы обеспечить постоянство дисперсии случайного процесса x_i. Коэффициенты корреляции $\rho_1, \rho_2, ..., \rho_m$ в общем случае могут быть посчитаны по имеющимся наблюдениям с использованием системы уравнений Юла-Уокера [1].

Для модели (1) с использованием z-преобразования можно составить характеристическое уравнение при различных корнях z_ν, $\nu = 1,2,...,m$,

$$z^m - \rho_1 z^{m-1} - \rho_2 z^{m-2} - ... - \rho_m = 0\ , \qquad (2)$$

а ковариационная функция такого случайного процесса представляется в виде суммы экспонент.

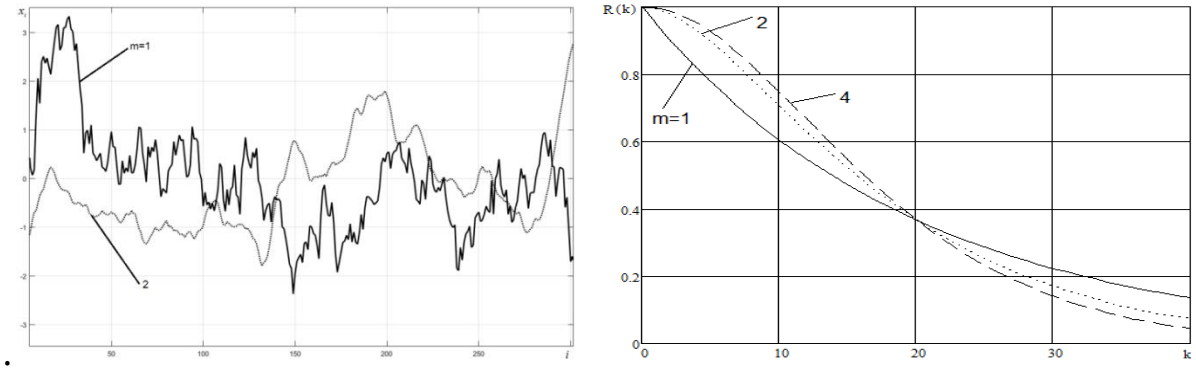
Если порядок авторегрессии m достаточно велик, то найти коэффициенты уравнения для модели (1), а также найти аналитический вид ковариационной функции такой модели не представляется возможным. При этом обычная авторегрессия приводит к формированию "колючих" процессов. Вид такой авторегрессии определяется выражением

$$x_i = \rho x_{i-1} + \beta\xi_i, i = 1,2,..., \quad (3)$$

а значения корреляционной функции рассчитываются по выражению

$$R_x(k) = \rho^{|k|}. \quad (4)$$

Оптимальным вариантом получения близких к реальным СП, имеющих простое математическое описание, являются авторегрессионные модели высоких порядков с кратными корнями характеристических уравнений [6]. На рисунке 1 представлены для сравнения процессы, полученные с помощью авторегрессии первого порядка (толстая линия) и авторегрессии с кратными корнями кратности 2 (тонкая линия) (рисунок 1а), а также графики ковариационных функций для представленных процессов (рисунок 1б).



а) б)

Рис. 1. Сравнение авторегрессии первого порядка и авторегрессии с кратными корнями характеристических уравнений

Характеристическое уравнение (2) с корнем $z = \rho$ кратности m имеет вид $(z-\rho)^m = 0$, а уравнение авторегрессии (1) принимает следующий вид

$$(1-\rho z^{-1})^m x_i = \xi_i, \quad (5)$$

где $z^{-k} x_i = x_{i-k}$.

На основе уравнения (5) можем записать в явном виде модели авторегрессии при различных кратностях характеристического уравнения

$$x_i = \rho x_{i-1} + \xi_i, \ m = 1, \quad (6)$$

$$x_i = 2\rho x_{i-1} - \rho^2 x_{i-2} + \xi_i, \ m = 2, \quad (7)$$

$$x_i = 3\rho x_{i-1} - 3\rho^2 x_{i-2} + \rho^3 x_{i-3} + \xi_i, \ m = 3, \quad (8)$$

$$x_i = 4\rho x_{i-1} - 6\rho^2 x_{i-2} + 4\rho^3 x_{i-3} - \rho^4 x_{i-4} + \xi_i, \ m = 4. \quad (9)$$

3 Модель изменения координат

Запишем модель изменения координат в соответствии с авторегрессией второго порядка, т.е. выражением (7). При этом можно обозначить координату по оси x, как случайный процесс x_i, а координату по оси y, как случайный процесс y_i

$$x_i = 2\rho_x x_{i-1} - \rho_x^2 x_{i-2} + \xi_{xi},$$
$$y_i = 2\rho_y y_{i-1} - \rho_y^2 y_{i-2} + \xi_{yi}. \quad (10)$$

На рисунке 2 приведен пример имитации траектории движения с помощью модели (10). На рисунке 3 для сравнения показан аналогичный пример с использованием авторегрессии первого порядка. Параметры были выбраны следующим образом: $\sigma_x^2 = 40$, $\sigma_y^2 = 900$, $\rho_x = \rho_y = 0.99$, $m_x = m_y = 5$.

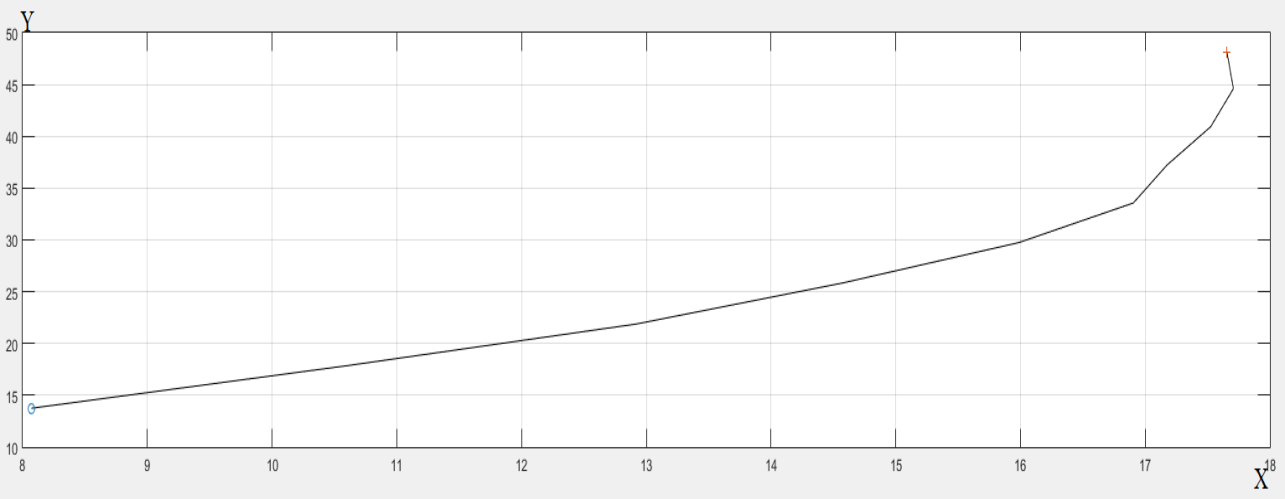


Рис. 2. Имитация движения с помощью авторегрессии с кратными корнями кратности 2

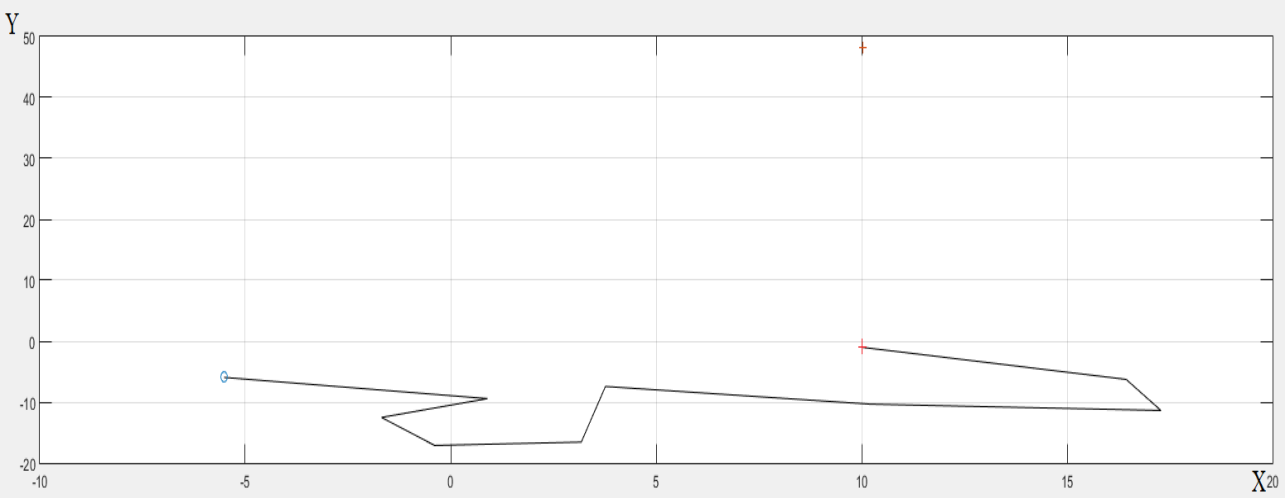


Рис. 3. Имитация движения с помощью авторегрессии первого порядка

Анализ полученных графиков показывает, что применение моделей с кратными корнями позволяет значительно сгладить моделируемые траектории

движения. При этом такое изменение координат больше похоже на изменение координат реальных объектов.

4 Заключение

Предложена модель сглаживания траекторий движения автономного аппарата авторегрессиями с кратными корнями характеристических уравнений, которые обеспечивают более гладкие случайные процессы. В программном комплексе реализована данная модель для имитации траектории движения и получены различные варианты движений транспортного средства. При этом более правдоподобные траектории обеспечивает модель с кратными корнями.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ № 17-01-00179

Литература

1. Шалыгин А.С., Палагин Ю.И. Прикладные методы статистического моделирования. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение. 1986. – 320 с.

2. Box G. E. P., Jenkins C. M. Time series analysis: Forecasting and control. San Francisco: Holden-Day, 1970. 245 с.

3. Гарбарь С. В. Моделирование стационарных марковских случайных процессов с заданной плотностью распределения методом авторегрессии // Вестник НовГУ. 2012. №67, с. 13-15

4. Матвиенко Ю.В., Борейко А.А., Костенко В.В., Львов О.Ю., Ваулин Ю.В. Комплекс ро-бототехнических соедств для выполнения поисковых работ и обследования подводной ин-фраструктуры на шельфе // Подводные исследования и робототехника. - 2015. - № 1 (19). - С. 4-15.

5. Шубин А.Б., Александров Е.Г., Харченков Г.Г., Управление траекториями подвижных объектов. // XXXVII Всероссийская конференция «Управление движением корабля и специальными аппаратами». 21-23 июня 2011 г. Сборник трудов. С. 217-224.

6. Andriyanov N. A., Vasiliev K. K. Use autoregressions with multiple roots of the characteristic equations to image representation and filtering // CEUR Workshop Proceedings, Volume 2210, 2018, Pages 273-281.

7. Васильев К.К., Андриянов Н.А., Абдулкадим Х.А. Эффективность фильтрации случайных полей с кратными корнями характеристических уравнений // Радиотехника. 2018. № 6. С. 20-23.

8. Андриянов Н.А. Сравнительный анализ фильтров Винера и Калмана при обработке авторегрессий с кратными корнями характеристических уравнений // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем. 2018. № 1 (11). С. 138-141.

9. Андриянов Н.А., Гаврилина Ю.Н. Псевдоградиентный поиск разрывов в сигнале и адаптивная фильтрация такого сигнала // Радиоэлектронная техника. 2018. № 1 (11). С. 136-138.

А.О. Архипов

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

В современных условиях к электронным средствам (ЭС) предъявляются высочайшие требования по надежности, в особенности в области космоса и авиации, где предполагается долгосрочный период использования устройств в тяжелых условиях внешних воздействий, в том числе электромагнитного характера [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Неотъемлемыми элементами ЭС являются печатные платы (ПП), состоящие из пластины-основания (диэлектрического слоя) и проводящего рисунка, который соединяет элементы платы. При этом, большая часть выходов из строя ЭС происходит из-за дефектов ПП, которые появляются из-за погрешностей производства и несовершенстве технологии изготовления.

Целью данной работы является анализ возможности применения нейронной сети для автоматизированного анализа ПП на наличие дефектов.

Для обнаружения и минимизации технологических дефектов ПП используют автоматизированные информационные системы (АИС), позволяющие проводить контроль в режиме реального времени и диагностирование изделия на всех технологических этапах его производства. Задачей любой АИС является выявление таких серьезных дефектов, которые могут привести к отказу ЭС. Если визуальный оптический контроль проводящего слоя ПП проводится человеком, высока вероятность пропуска дефектов из-за субъективности контроля. Поэтому актуальной является задача уменьшения роли человеческого фактора на основе автоматизированного анализа дефектов с помощью нейронных сетей.

Применение методов распознавания образов на основе нейронных сетей в оптическом контроле является одним из наиболее приемлемых методов для выявления дефектов ПП. Распознавание образов – это отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные, из общей массы несущественных данных [7]. Для наиболее наглядного представления возможности использования нейронных сетей была создана графическая нотация по методологии IDEF. Ниже представлена диаграмма IDEF0 и ее декомпозиция (рис. 1, 2, 3, 4).

Созданная нейронная сеть должна иметь возможность выявлять следующие типы дефектов печатных плат [8]: перемычка; раковина; заужение; выступ; трещина; разрыв проводников; расширение; вырыв.

Примеры данных дефектов представлены на рис. 5.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – математическая модель, и ее программная реализация, которая создана на основе функционирования живых нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма [9]. Данное понятие было открыто при изучении процессов, которые протекают в мозге живого ор-

ганизма. Далее были разработаны алгоритмы, моделирующие данные процессы. Разработав алгоритмы обучения, получаемые модели начали использовать в практических целях: в задачах управления, прогнозирования и для распознавания образов.

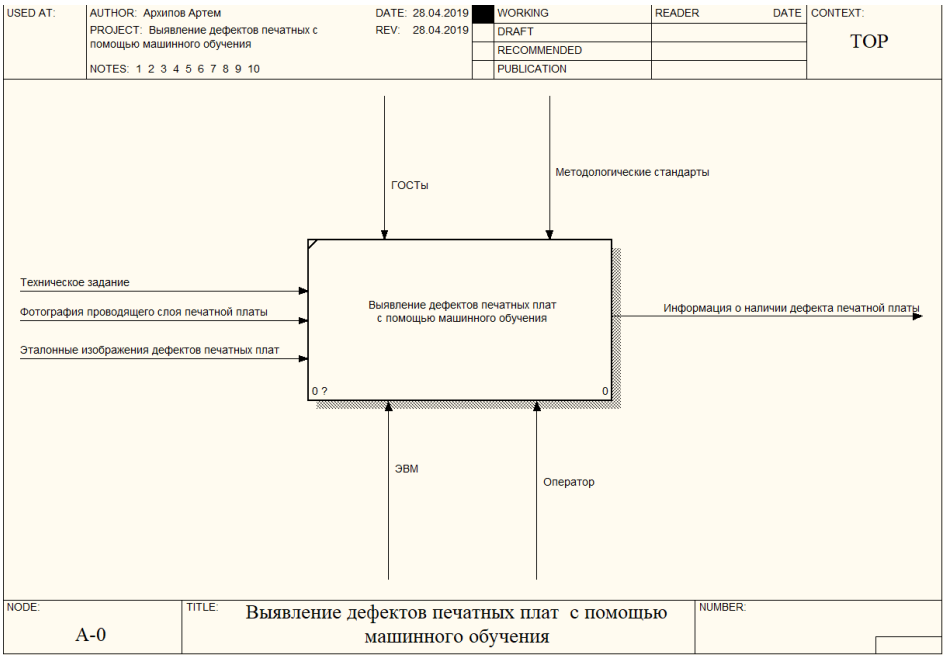


Рис. 1. Диаграмма IDEF A-0

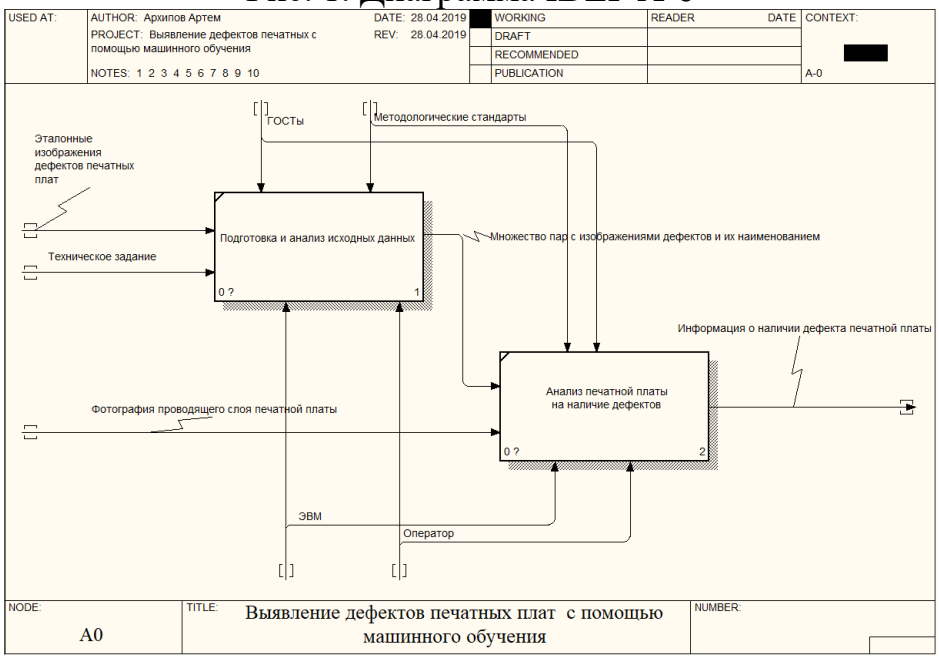


Рис. 2. Диаграмма IDEF AO

ИНС является системой простых процессоров, называемых искусственными нейронами, которые соединены и взаимодействуют между собой. Такие процессоры обычно очень просты (особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах). Каждый процессор данной сети периодически получает сигналы и отсылает сигналы другим процессорам. Но будучи соединенным в большую сеть с взаимодействием между нейронами способны выполнять очень сложные задачи. Одним из типов задач решаемых обучением нейронной сети является задача распознавания образов.

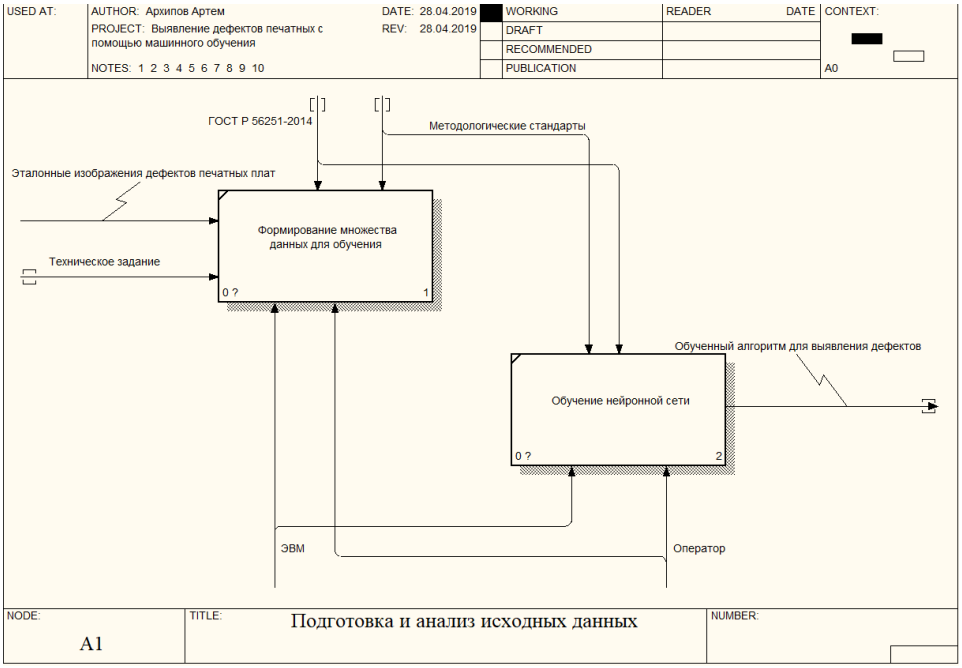


Рис. 3. Диаграмма IDEF A1

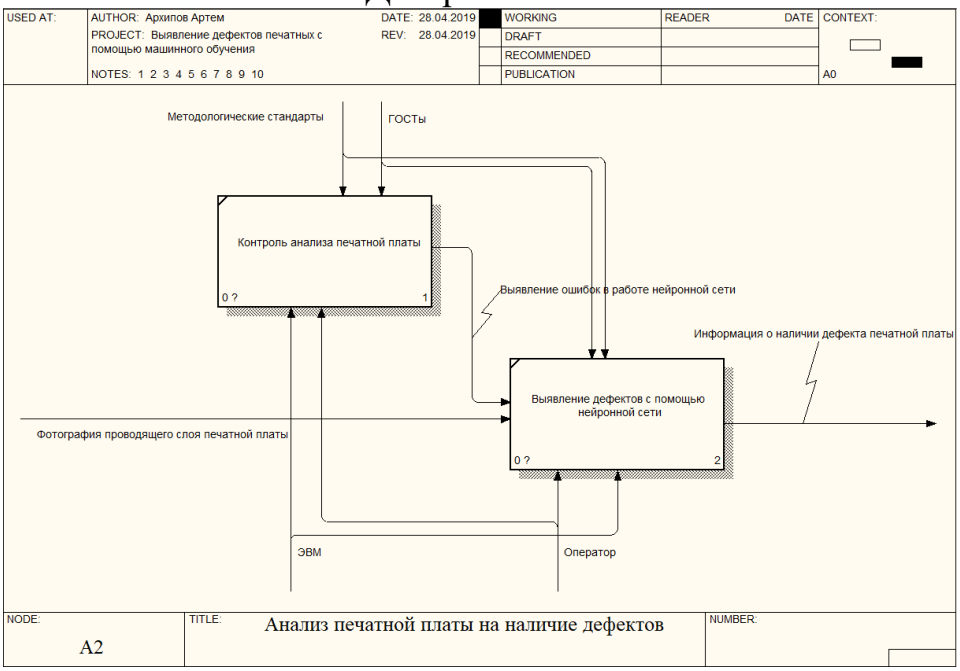


Рис. 4. Диаграмма IDEF A2



Рис.5. Виды дефектов ПП

Классическая постановка задачи распознавания образов с помощью нейронной сети: дано множество объектов. Проводится классификация относительно этих объектов. Множество состоит из подмножеств, которые именуют классами. Заданы: информация о классах, описание всего множества и описание информации об объекте, принадлежность которого к определенному классу неизвестна. Требуется по имеющейся информации о классах и описании объекта установить – к какому классу относится этот объект [10]. Исходными данными для обучения нейронной сети являются входные параметры x1, x2, …., xn, которыми являются изображениями дефектов проводящего слоя печатной платы и фотографиями печатных плат, на основе которых и будет обучаться нейронная сеть для последующего выявления дефектов. Результирующими данными является информация о наличии дефекта на ПП.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение нейронных сетей для выявления дефектов является отличным вариантом для снижения роли человеческого фактора при проектировании ПП.

Литература

1. Медведев А. Мир электроники. Технология производства печатных плат.– М.: Техносфера, 2005. – 323 с.

2. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. – №1-2. – С. 104-112.

3. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – №1-2. – С. 38-47.

4. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.

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 Р.М., Гизатуллин З.М. Помехоустойчивость и информационная безопасность вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания: монография. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 142 с.

7. Галушкин А. И. Синтез многослойных систем распознавания образов. - М.: Энергия, 1974. – 368 с.

8. ГОСТ Р 56251-2014. Платы печатные. Классификация дефектов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 103 с.

9. Калацкая Л. В., Новиков В. А., Садов В.С. Организация и обучение искусственных нейронных сетей. – Минск: Изд-во БГУ, 2003. – 72 с.

10. Бонгард М.М. Проблемы узнавания. – М.: Физматгиз, 1967. – 247 с.

А.О. Архипов

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ЭТАПЕ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Применение искусственного интеллекта в проектировании печатных плат (ПП) может стать новым этапом эволюции в данной сфере деятельности для инженеров-проектировщиков. Но хотя потенциал для машинного обучения в системах автоматизированного проектирования (САПР) существует, разработчики ПП не спешат внедрять данную технологию, которая в будущем будет автоматически размещать и автоматически трассировать платы. Большинство операций в проектировании на данный момент происходит вручную или под чутким контролем человека и является трудоемким и сложным процессом. Одной из таких операций является трассировка ПП.

Целью данной работы является анализ возможности применения искусственного интеллекта в задачах трассировки ПП для автоматизации данного процесса.

Разработка ПП с помощью САПР проходит в несколько этапов, где учитываются существующие стандарты, требования для тестирования и производства (табл. 1) [1].

Таблица 1

Основные этапы проектирования ПП

Этап	Операции, выполняемые на данном этапе
Сбор исходных данных	Получение минимальных данных для проектирования, таких как электрическая принципиальная схема, наименования элементов
Создание библиотеки компонентов	Формирование посадочных мест
Предварительная компоновка	Расположение элементов согласно требованиям, закрепление элементов, которые имеют жесткое расположение, выявление других требований(лишние разъемы и соединения)
Трассировка	Определение количества слоев, завершение компоновки элементов, оптимизация связей между ними, обозначение параметров цепей и правил трассировки, разводка трасс между собой
Моделирование	Анализ электромагнитной, тепловой совместимости, целостности сигнала.
Составление конструкторской документации	Оформление сборочного чертежа, спецификации, чертежа, сохранение файла проекта.

Как мы видим, трассировка является одним из главных этапов, выполняемых при проектировании ПП [2]. На этапе трассировки важным решением, которое должен принять проектировщик является определение количество слоев ПП. Количество слоев также влияет на помехоустойчивость и помехоэмиссию от ПП [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Задача оценки этого числа требует учета ряда факторов, таких как расположение различных компонентов, связи проводящего слоя и допустимый размер ПП, который ограничен размером целевого устройства. Это связано с тем, что количество слоев в ПП влияет на количество компонентов и количество связей проводящего слоя, что напрямую отражается на стоимости производства, а в некоторых случаях при неправильном определении приводит к полному изменению проекта печатной платы. По этой причине, высококвалифицированные проектировщики вычисляют количество слоев исходя из изначальных требований, выявленных на этапе сбора данных. Часто производят замену мест для различных элементов для оптимизации или посылают сигнал и оценивают количество слоев по показателям прохождения данного сигнала, но данный процесс может занять продолжительное времени [9]. Таким образом, задача оценки количества слоев в ПП является важной частью процесса проектирования печатных плат, и это трудная задача даже для опытных проектировщиков. Поэтому применение машинного обучения при оценке является хорошим вариантом для снижения человеческого фактора.

Есть возможность создать модель машинного обучения с учителем, которая оценивает количество слоев ПП на основе предыдущих данных успешно созданных ПП. Для обучения используется регрессия на методе опорных векторов [10]. Пусть некоторые объекты принадлежат к одному из двух классов. Задача состоит в том, чтобы определить, к какому классу будут принадлежать новые наблюдения. В случае метода опорных векторов точка в пространстве рассматривается как вектор размерности p. При этом в отличие от классического опорного метода, в методе регрессии классификация зависит только от подмножества данных для обучения. Пример классификации векторов методом опорных векторов представлен на рис. 1.

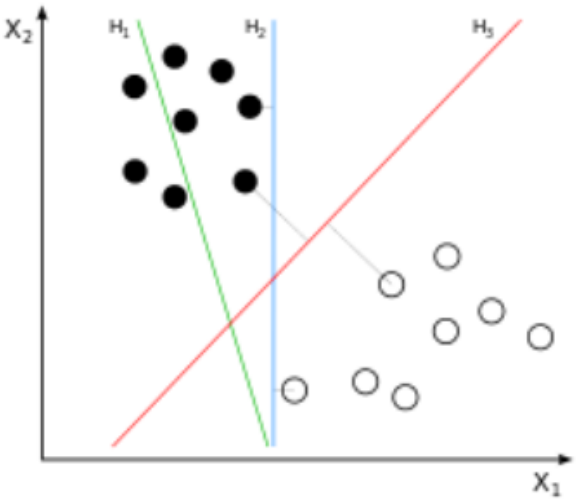


Рис. 1. Метод опорных векторов

Поскольку число слоев должно быть оценено до начала проектирования ПП, векторы признаков (числовые данные), которые вводятся в качестве обучающих данных для создания модели обучения, являются данными, которые получены только на этапе проектирования электрической принципиальной схемы. Данные для обучения должны выбираться приближенные к целевому продукту оценки, поэтому необходима сортировка успешно реализованных проектов по типу печатных плат. Такая сортировка повысит точность оценки количества слоев для определенной категории.

Тем самым можно сделать вывод, что машинное обучение является новым вектором в развитии систем автоматизированного проектирования и в проектировании ПП в целом.

Литература

1. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.
2. Бахтин Б.И. Автоматизация в проектировании и производстве печатных плат радиоэлектронной аппаратуры. – Ленинград: Энергия, 1979. – 120 с.
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., 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.
5. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.
6. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – №1-2. – С. 38-47.
7. Гизатуллин Р.М., Гизатуллин З.М. Помехоустойчивость и информационная безопасность вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания: монография. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 142 с.
8. 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.
9. Жигалов А.Т. Конструирование и технология печатных плат. Учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов. – М: Высшая школа, 1993. – 216 с.
10. Вьюгин В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования. – М.: МЦМНО, 2013. – 390 с.

Г.А. Альгашев, О.П. Солдатова

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПОРОЖДАЮЩИХ СОСТЯЗАТЕЛЬНЫХ СВЁРТОЧНЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

Одной из задач, которую решают с использованием нейронных сетей является задача восстановления изображений. Под восстановлением будем понимать повышение разрешения изображения, поступающего на вход нейронной сети.

Для решения этой задачи было решено использовать порождающие состязательные сети (GANs) [1]. Это гибридная концепция, которая объединяет дискриминативную и порождающую модель в единую систему. Сеть состоит из двух искусственных нейронных сетей, которые соперничают друг с другом:

1) Генератор (порождающая нейронная сеть) – модель, которая порождает новые данные, похожие на настоящие примеры;
2) Дискриминатор (дискриминативная нейронная сеть) – модель, которая отличает порожденные генератором данные от настоящих примеров из обучающей выборки. Иначе говоря, дискриминатор решает задачу бинарной классификации.

Схематически модель нейронной сети показана на рисунке 1.

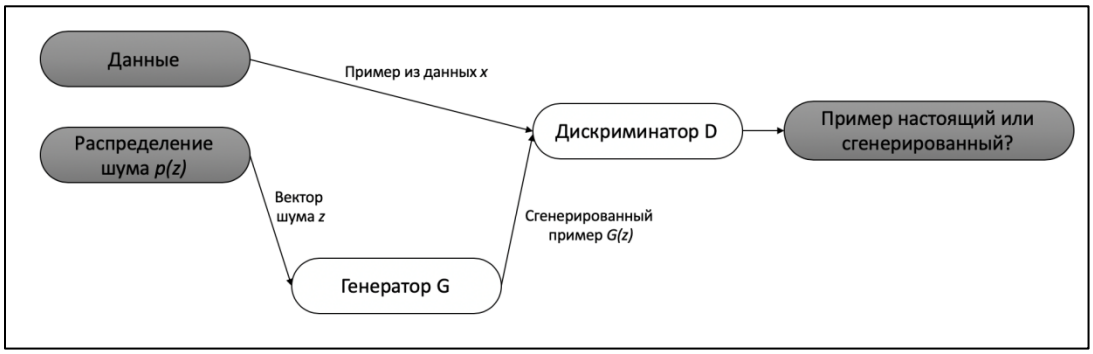


Рисунок 1 – Схема работы порождающей состязательной сети

Глубокие свёрточные порождающие состязательные сети (DCGAN) являются частным случаем обычных порождающих состязательных сетей [2]. Особенность сети заключается в том, что в качестве порождающей и дискриминативной модели выбираются свёрточные нейронные сети.

Выбранная архитектура дискриминативной модели представлена на рисунке 2. В ней используются два идущих подряд свёрточных слоя. Разница заключается в том, что первый слой сопровождается функцией активации LReLu, а во второй слой дополнительно добавлена батч-нормализация. Её отсутствие в первом слое объясняется тем, что это позволит сети запомнить, каковым было входное распределение данных. После свёрточных слоёв идёт два полносвязных слоя, которые заканчиваются сигмоидальной функцией активации.

Чтобы получить батч-нормализацию мини-выборки, необходимо вычесть среднее и поделить на дисперсию мини-выборки каждый элемент, получив распределение с центром 0 и дисперсией 1. Мини-выборка – это часть обучающей выборки фиксированного размера, которая подаётся на вход нейронной сети для обучения.

Функция ReLU – полулинейная функция активации, которая имеет следующую формулу $f(x) = \max(0, x)$ и реализует простой пороговый переход в нуле. Функция LRelu является модификацией функции ReLu, в ней отрицательные входы не превращаются в ноль, а принимают некоторые значения меньше нуля, которые по модулю растут намного медленнее, чем для положительных входов.

Архитектура порождающей модели показана на рисунке 3. На вход модели поступает шум, который представляет из себя вектор произвольной размерности. Этот шум нет смысла расчленять на признаки с помощью свёрточных слоёв, а требуется наоборот, преобразовать в результирующее изображение. Для выполнения этой задачи будут использоваться развёрточные слои, которые по факту являются обратными к свёрточным. Принцип их действия заключается в том, что они дополняют вход нулями до матрицы необходимого размера.



Рисунок 2 – Архитектура дискриминативной модели



Рисунок 3 – Архитектура порождающей модели

В качестве данных для обучения было решено взять набор рукописных цифр MNIST [3]. Набор состоит из 60000 монохромных изображений для обучения и 10 000 изображений для тестирования размером 28 на 28 пикселей.

В результате обучения модели нейронных сетей на наборе данных MNIST, порождающая сеть научилась генерировать изображения, показанные на рисунке 4. Анализируя результаты можно констатировать, что подавляющее

большинство изображений легко идентифицируемы, следовательно, можно сделать вывод, что модель обучена настолько, что генерируемые цифры схожи с настоящими.

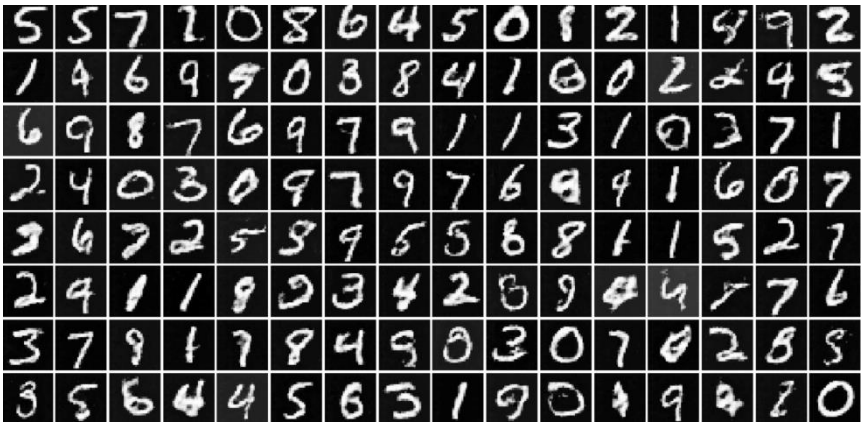


Рисунок 4 – Результаты порождающей состязательной сети

Для увеличения разрешения изображения на вход порождающей модели подаётся не случайный шум, как в классическом подходе генерации новых данных, а изображение низкого разрешения, которое необходимо будет увеличить [4]. Выходом модели будет являться изображение увеличенного разрешения. Дискриминативная модель продолжает работать без изменения.

Порождающая модель для обработки изображений должна претерпеть изменения. В неё перед развёрточными слоями добавляется пара свёрточных слоёв (рисунок 5), отвечающие за то, чтобы первоначальное исходное изображение декомпозировать на признаки, а затем уже благодаря последующим преобразованиям превратить полученные свойства в изображение большего разрешения. При этом структура дискриминативной модели остаётся неизменной.

После работы модели были получены результаты (рисунок 6), из которых видно, что увеличение разрешения изображений действительно произошло. При этом объекты остались идентифицируемы, т.е. объект, который находился на фотографии низкого качества, остался тем же объектом после обработки нейронной сетью. Также из результатов можно увидеть, что полученные изображения очень похожи по качеству на оригинальные изображения, из чего можно сделать вывод, что задача восстановления изображения была выполнена.

Использование данного подхода показало хороший визуальный результат, что делает его приемлемым для решения поставленной задачи.



Рисунок 5 – Архитектура порождающей модели для восстановления изображений

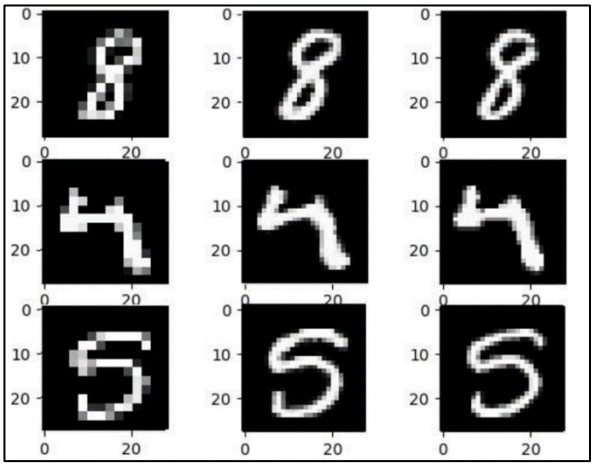


Рисунок 6 – Визуальное сравнение оригинального изображения (справа), изображения низкого разрешения (слева) и обработанного изображения (центр)

Литература

1. Generative Adversarial Nets [Электронный ресурс] // Neural Information Processing Systems (NIPS). – https://papers.nips.cc/paper/5423-generative-adversarial-nets.pdf (дата обращения: 03.04.2019).

2. Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks [Электронный ресурс] // arXiv.org. – https://arxiv.org/abs/1511.06434 (дата обращения: 07.04.2019).

3. The MNIST Databese [Электронный ресурс] // Yann LeCun Blog. – http://yann.lecun.com/exdb/mnist/ (дата обращения: 22.04.2019).

4. Semantically Decomposing the Latent Spaces of Generative Adversarial Networks [Электронный ресурс] // arXiv.org. – https://arxiv.org/pdf/1705.07904.pdf (дата обращения: 10.05.2019).

Р.Р. Бадрутдинов

ДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫЙ ПОИСК АРХИТЕКТУР СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

Поиск архитектур нейронных сетей (Neural Architecture Search, NAS) — процесс автоматического проектирования искусственных нейронных сетей. Подходы, разработанные в рамках этой парадигмы, показали результаты, не уступающие ручному подбору параметров моделей машинного обучения, а в

некоторых случаях даже лучшие. Методы NAS можно классифицировать по следующим признакам:

- Пространство поиска означает множество алгоритмов, среди которых производится поиск.
- Стратегия поиска определяет алгоритм поиска оптимальной архитектуры в пространстве поиска.
- Стратегии оценки производительности. Поскольку определение качества конкретной архитектуры требует обучения модели и последующей её валидации, вопрос объёма вычислений и, соответственно, времени поиска становится особенно важным.

Существует много подходов к поиску архитектур нейронных сетей, среди которых:

1. Дискретный поиск. Перебор таких параметров как количество слоёв и нейронов. Поскольку, в общем случае, множество архитектур счётно, требуется задать граничные условия перебора. Один из способов это сделать — применить ограничения, вычисленные в рамках теории Вапника-Червоненкиса [1].
2. Обучение с подкреплением [2]. В этом подходе каждая архитектура представляется программным агентом, который получает обратную связь посредством размера награды, которая часто связана с производительностью сети. Цель обучения — максимизация награды. Недостатком данного метода является высокая вычислительная сложность алгоритмов, поскольку на каждом шаге поиска осуществляется обучение и валидация модели-кандидата.
3. Эволюционные алгоритмы [3]. Мутациями здесь являются изменения архитектуры сети: добавление или удаление слоя, изменение типа слоя, изменение параметров слоя и т. д.
4. Методы непрерывной оптимизации архитектур нейронных сетей. Относительно новый подход, состоящий в построении отображения множества архитектур на непрерывное пространство с последующим поиском оптимальной архитектуры с применением градиентного алгоритма оптимизации в этом гладком пространстве. Показывает блестящие результаты при сравнительно небольшом объёме вычислений.

В данной работе рассмотрен один из наиболее современных методов поиска оптимальной архитектуры нейронных сетей в дифференцируемом пространстве — дифференцируемый метод поиска архитектур (Differetiable ARchiTecture Search, DARTS) [4]. Найденная архитектура протестирована на наборе данных MNIST [5]. Основная идея метода DARTS заключается в релаксации задачи дискретной оптимизации (поиска оптимальной архитектуры нейронной сети) — к непрерывной. Поиск в полученном гладком пространстве осуществляется посредством алгоритма градиентного спуска, при этом происходит минимизация количества ошибок на тестовой выборке.

Поиск параметров осуществляется для одной клетки сети. Клетка — ориентированный ациклический граф, состоящий из N последовательно соединён-

ных узлов. Полученная в результате клетка может быть соединена последовательно с другими клетками для получения свёрточной нейронной сети. Схема оптимизируемой клетки показана на рисунке 1.

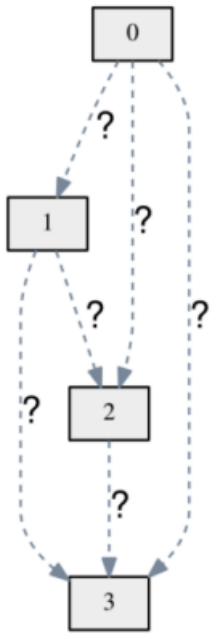


Рисунок 1 — Схема оптимизируемой клетки свёрточной нейронной сети

В оригинальной работе предлагается предположить, что каждая клетка имеет два входных узла и один выходной узел. Задача поиска оптимальной архитектуры, таким образом, заключается в поиске набора операций 0, соединяющих узлы в клетке.

Релаксация в линейном программировании — задача замены задачи дискретной оптимизации на задачу непрерывной оптимизации [6].

Для того, чтобы сделать пространство поиска непрерывным, категориальная задача поиска релаксируется к мягкому максимуму от всех возможных вариантов выбора в соответствии с формулой:

$$\bar{o}^{(i,j)} = \sum_{o} exp \frac{\left(\alpha_o^{i,j}\right)}{\sum_{\grave{o}} \alpha_{\grave{o}}^{(i,j)}} o(x)$$

Смесь операций для ребра (i,j) задаётся вектором $\alpha^{(i,j)}$. Операция поиска оптимальной операции сводится к нахождению 0. Для получения дискретной архитектуры достаточно каждую операцию $\bar{o}$заменить на $o^{(i,j)} = argmax_o \alpha^{(i,j)}$.

После релаксации задачу можно сформулировать как совместное обучение гиперпараметров α и параметров нейронной сети w посредством оптимизации функции погрешности на множестве тестирования.

Обозначим L_{train}и L_{val}функцию погрешности на обучающей выборке и выборке для тестирования, соответственно. Понятно, что они зависят не только от архитектуры α, но и от параметров сети w. Задачу поиска, таким образом, можно выразить как поиск $\alpha^* = argmin_\alpha L_{val}(\alpha, w^*)$,$w^* = argmin_w L_{train}(\alpha^*, w)$. Эту задачу можно записать как задачу двухуровневой оптимизации, где α- это внешняя переменная, а w- внутренняя:

$$min_{\alpha} L_{val}\left(w^{*}(\alpha), \alpha\right)$$
$$w^{*}(\alpha) = argmin_{\alpha} L_{train}(w, \alpha)$$

Выполнение градиентного спуска в пространстве архитектур накладно ввиду дорогой внутренней оптимизации параметров, поэтому была предложена следующая аппроксимация:

$$\nabla_{\alpha} L_{val}\left(w^{*}(\alpha), \alpha\right) \approx \nabla_{\alpha} L_{val}(w - \xi \nabla_{w} L_{train}(w, \alpha), \alpha)$$

Здесь w- веса на данном шаге, ξ- скорость обучения для шага внутренней оптимизации. Идея состоит в том, чтобы выполнять приближенно внутреннюю оптимизацию за 1 шаг и избежать тем самым дорогого обучения параметров сети. Так же легко видеть, что если wуже находится в локальном оптимуме, то это выражение принимает вид $\nabla_{\alpha} L_{val}(w, \alpha)$. Для формирования дискретной архитектуры для каждого узла выбираются k сильнейших операций среди всех ненулевых найденных операций от предыдущих узлов. Сила операции определяется выражением:

$$\frac{exp\left(\alpha_{o}^{(i,j)}\right)}{\sum_{\grave{o}} exp\left(\alpha_{\grave{o}}^{(i,j)}\right)}$$

В данной работе анализируется применимость DARTS к классическому набору MNIST. MNIST — это банк из 70000 изображений рукописных цифр, предложенный в 1998 году Яном Лекуном. Изображения разбиты на 10 классов.

Для проведения экспериментов была выбрана облачная платформа Google Compute Cloud с большим количеством оперативной памяти и графическим процессором для ускорения вычислений. Конфигурация виртуальной машины для проведения экспериментов приведена в таблице 1.

Таблица 1. Конфигурация облачной виртуальной машины

Параметр	Значение
Количество процессоров	2
Объём RAM	13 ГБ
Модель графического процессора	Nvidia Tesla K80
Объём памяти графического процессора	12 ГБ

В ходе экспериментов проверялась эффективность поиска оптимальной архитектуры для сетей с количеством слоёв 1, 2 и 3.

Для каждой сети производилась оптимизация архитектуры, обучение методом обратного распространения ошибки, построенном на стохастическом градиентном спуске. Обучение производилось в 2 эпохи, набор данных для обучения разбивался на мини-наборы по 50 примеров.

Валидация модели производилась на наборе данных для тестирования. Целевым показателем считалась доля верных ответов сети.

Результаты экспериментов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты экспериментов

Количество слоёв	Доля верных ответов на наборе для тестирования
1	0,9797
2	0,9903
3	0,9859

Литература

1. Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. Теория распознавания образов. [Текст]/ В.Н. Вапник, А.Я. Червоненкис: – М.: Наука, 1974.

2. Обучение с подкреплением // Википедия. [2008—2019]. Дата обновления: 31.03.2019. URL: https://ru.wikipedia.org/?oldid=98962763 (дата обращения: 01.05.2019).

3. Эволюционные алгоритмы // Википедия. [2008—2018]. Дата обновления: 24.10.2018. URL: https://ru.wikipedia.org/?oldid=95788219 (дата обращения: 01.05.2019).

4. Hanxiao Liu, Karen Simonyan, Yiming Yang DARTS: Differentiable Architecture Search [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2001. Дата обновления: 23.04.2019. URL: https://arxiv.org/abs/1806.09055 (дата обращения: 01.05.2019)

5. Y. LeCun, B. Boser, J. S. Denker, D. Henderson, R. E. Howard, W. Hubbard and L. D. Jackel, Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition, 1989

6. Linear programming relaxation // Википедия. [2006—2019]. Дата обновления: 09.02.2019. URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Linear_programming_relaxation&oldid=882528878 (дата обращения: 19.05.2019).

Н.М. Барсков, И.М. Куликовских

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С РЕКЛАМНЫМ СОДЕРЖИМЫМ ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦ

(Самарский университет)

В рамках данной работы был разработан и реализован алгоритм для прогнозирования взаимодействия пользователей с рекламными элементами интернет-страниц. Дана обзорная структура предложенного метода, оценки точности прогнозируемых величин.

Предложенный алгоритм представляет собой комбинацию метода наивного сезонного прогнозирования, модели прогнозирования Prophet и метода калибровки выборки.

В качестве исходных данных был использован набор данных, представляющий собой обфусцированную историю взаимодействия пользователей с рекламными элементами интернет-страниц.

Предложенный метод быть использован при ограничении вычислительных возможностей рабочей станции или в случае малых выборок.

Описание задачи

Целью данного исследования является построения алгоритма для прогнозирования взаимодействий пользователей с рекламными элементами интернет-страниц.

Основным источником данных о взаимодействиях пользователей с рекламными элементами элементами интернет-страниц (информация о пользовательском поведении) является протокол работы системы реализации рекламного содержимого. Протокол представляет собой файл или совокупность файлов, в котором содержатся хронологический порядок взаимодействий пользователей с рекламными элементами интернет-страниц и описание данных взаимодействий на основе информации, собранной интернет-обозревателем, информации, полученной из внешних источников, и набора технических данных, сгенерированных в процессе розыгрыша рекламного места. Пример формата данных, содержащихся в данном протоколе, описан в таблице 1.

Таблица 1 — Описание исходных данных протокола работы рекламной системы

Название поля	Описание	Множество допустимых значений
Идентификатор пользователя	Уникальный идентификатор пользователя	Строка, генерируемая системой алгоритмической рекламы
Идентификатор рекламного элемента	Уникальный идентификатор рекламного элемента, с которым пользователь взаимодействовал	Целое число, генерируемое системой алгоритмической рекламы
Время взаимодействия	Время взаимодействия пользователя с рекламным элементом	Целое число

Представим каждое взаимодействие пользователя с рекламными элементами в виде вектора $\mathbf{U}_i$, элементами u_{ij} которого являются признаки взаимодействия (данные, содержащиеся в журнале работы рекламной системы, например, как в таблице 1. Тогда следующее выражение содержит формализованное описание каждого взаимодействия

$$\mathbf{U}_i = (t_k, u_1, \ldots, u_n),\ i = \overline{1,M},\ n = \overline{1,N},\ k = \overline{1,K},\ u_n \in D_n.$$

Описание алгоритма

Для решения поставленной задачи был разработан алгоритм на основе комбинации метода прогнозирования Naive Seasonal Approach (наивное сезонное прогнозирование) и метода калибровки выборки.

Пусть дана выборка пользователей $\{\mathbf{U}\}$ за период времени $[T_0, T_1]$. Пусть u_i элемент вектора взаимодействия содержит значение идентификатора пользователя, совершившего взаимодействие, а u_j — идентификатор рекламного элемента, с которым взаимодействие было совершено, t_k — временной отсчет события взаимодействия

$$\text{Imps}\left(U, A, t_k, \{\mathbf{U}\}\right) = \begin{cases} 1, u_i = U \wedge u_j = A \\ 0, u_i \neq U \vee u_j \neq A \end{cases},\ \forall t_k \in [T_0, T_1]$$

.

определяет функцию взаимодействия пользователя U с рекламным элементом A в момент времени t_k.

$$\text{Distinct}\left(A, T_0, T_1, \{\mathbf{U}\}\right) = \begin{cases} \left|\{u_i\}\right|, u_j = A \\ 0, u_j \neq A \end{cases},\ \forall t_k \in [T_0, T_1]$$

определяет метрику количества уникальных пользователей, взаимодействующих с рекламным элементом.

На основе исходных наблюдений можно построить временные прогнозы метрик количества наблюдений и количества уникальных пользователей при помощи модели Prophet.

При построении многомерного временного прогноза используется метод наивного сезонного прогнозирования

$$\hat{\mathbf{U}}_{T+h|T} = \mathbf{U}_{T+h-(k+1)m}.$$

Решение задачи калибровки происходит при помощи решения следующей системы линейных алгебраических уравнений

$$\begin{pmatrix} \text{MIMPS}_{00} & \ldots & \text{MIMPS}_{0L} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{MIMPS}_{M0} & \ldots & \text{MIMPS}_{ML} \\ \text{MDSTN}_{00} & \ldots & \text{MDSTN}_{0L} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{MDSTN}_{M0} & \ldots & \text{MDSTN}_{ML} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{us}_0 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \text{us}_L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{IMPS}_0 \\ \vdots \\ \text{IMPS}_M \\ \text{DSNT}_0 \\ \vdots \\ \text{DSNT}_M \end{pmatrix}$$

где $\mathrm{MIMPS} = \mathrm{Imps}\left(U_i, A_j, T_k, T_{k+1}, \left\{\hat{\mathbf{U}}\right\}\right)$, $\mathrm{IMPS} = \mathrm{Imps}\left(A_j, T'_k, T'_{k+1}, \left\{\hat{\mathbf{U}}\right\}\right)$,

$$\mathrm{MDSTN} = \begin{cases} 1, \mathrm{Imps}\left(U_i, A_j, T_k, T_{k+1}, \left\{\hat{\mathbf{U}}\right\}\right) \neq 0 \\ 0, \mathrm{Imps}\left(U_i, A_j, T_k, T_{k+1}, \left\{\hat{\mathbf{U}}\right\}\right) = 0 \end{cases}, \quad \mathrm{DSTN} = \mathrm{Distinct}\left(A_j, T'_k, T'_{k+1}, \left\{\hat{\mathbf{U}}\right\}\right).$$

Выводы

Проведена разработка алгоритма прогнозирования взаимодействий пользователей с рекламными элементами интернет-страниц, формализована математическая модель.

В качестве дальнейшей работы автором будет производена детальная оценка качества предложенного алгоритма при различных случаях распределения значений временных рядов, производится улучшение метода построения одномерного прогноза, скорость его выполнения и его точность.

М.А. Борисов, Н.Г. Крупец

АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ДЕРЕВА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ

(Самарский университет)

В представленной работе рассматриваются методы построения правил классификации объектов, характеризуемых вектором признаков, измеренных в различных шкалах измерения.

Целью работы является исследование точностных характеристик алгоритмов составления дерева принятия решений, позволяющего решать задачи классификации на моделях кластеров обучающих и тестирующих последовательностей объектов.

Дерево принятия решений (также может называться деревом классификации или регрессионным деревом) - средство поддержки принятия решений, использующееся в машинном обучении, анализе данных и статистике [1]. Структура дерева представляет собой «листья» и «ветки». На рёбрах («ветках») дерева решения записаны атрибуты, от которых зависит целевая функция (функция классификации объектов), в «листьях» записаны значения целевой функции, в остальных узлах — атрибуты, по которым различаются случаи. Чтобы классифицировать новый случай, надо спуститься по дереву до листа и выдать соответствующее значение.

Подобные деревья решений широко используются в интеллектуальном анализе данных. Цель состоит в том, чтобы создать модель, которая предсказывает значение целевой переменной на основе нескольких переменных на входе.

Каждый лист представляет собой значение целевой переменной, измененной в ходе движения от корня по листу. Каждый внутренний узел соответствует одной из входных переменных.

Дерево может быть также «изучено» разделением исходных наборов переменных на подмножества, основанные на тестировании значений атрибутов. Этот процесс повторяется на каждом из полученных подмножеств. Рекурсия завершается тогда, когда подмножество в узле имеет те же значения целевой переменной, т.е. оно не добавляет ценности для предсказаний.

В представленной работе рассмотрено 3 алгоритма построения дерева; ID3, C4.5, CART.

Алгоритм ID3 — один из алгоритмов для построения дерева принятия решений, разработанный Джоном Р. Квинланом [2]. Алгоритмы ID3 предназначен для работы с атрибутами (признаками), измеренными в шкале наименований и порядка (с нечисловыми атрибутами).

Описание алгоритма ID3

Пусть мы имеем проверку X (в качестве проверки может быть выбран любой атрибут), которая принимает n значений A_1, A_2 ... A_n. Тогда разбиение T по проверке X даст нам подмножества T_1, T_2 ... T_n, при X равном соответственно A_1, A_2… A_n. Единственная доступная информация – это, каким образом классы распределены в множестве T и его подмножествах, получаемых при разбиении по X. Таким образом определение критерия для выбора атрибута будет следующим.

Пусть $freq(C_j, S)$– количество примеров из некоторого множества S, относящихся к одному и тому же классуC_j.

Согласно теории информации, количество содержащейся в сообщении информации, зависит от ее вероятности:

$$\log_2\left(\frac{1}{P}\right) \quad (1)$$

Поскольку мы используем логарифм с двоичным основанием, то выражение (1) дает количественную оценку содержащейся информации в битах.

$$Info(T) = -\sum_{j=1}^{k} \frac{freq(C_j,T)}{|T|} * \log_2 \frac{freq(C_j,T)}{|T|} \quad (2)$$

Выражение (2) дает оценку среднего количества информации, необходимого для определения класса примера из множества T. В терминологии теории информации выражение (2) называется энтропией множества T.

Ту же оценку, но только уже после разбиения множества T по X, дает следующее выражение:

$$Info_x(T) = \sum_{i=1}^{n} \frac{|T_i|}{|T|} * Info(T_i) \quad (3)$$

Тогда критерием для выбора атрибута будет являться следующая формула:

$$Gain(X) = Info(T) - Info_x(T) \quad (4)$$

Критерий (4) считается для всех атрибутов. Выбирается атрибут, максимизирующий данное выражение. Этот атрибут будет являться проверкой в текущем узле дерева, а затем по этому атрибуту производится дальнейшее по-

строение дерева. Т.е. в узле будет проверяться значение по этому атрибуту, и дальнейшее движение по дереву будет производиться в зависимости от полученного ответа.

Впоследствии автором была создана усовершенствованная версия алгоритма ID3 - алгоритм C4.5 [3]. В алгоритм C4.5 в сравнении с ID3 были добавлены отсечение ветвей (англ. pruning), возможность работы с числовыми атрибутами, а также возможность построения дерева из неполной обучающей выборки, в которой отсутствуют значения некоторых атрибутов.

Алгоритм разбиения по числовому атрибуту C4.5.

Следует выбрать некий порог, с которым должны сравниваться все значения атрибута. Пусть числовой атрибут имеет конечное число значений. Обозначим их $\{v_1, v_2 \dots v_n\}$. Предварительно отсортируем все значения. Тогда любое значение, лежащее между v_i и v_{i+1}, делит все примеры на два множества: те, которые лежат слева от этого значения $\{v_1, v_2 \dots v_i\}$, и те, что справа $\{v_{i+1}, v_{i+2} \dots v_n\}$. В качестве порога можно выбрать среднее между значениями v_i и v_{i+1}:

$$TH_i = \frac{v_i + v_{i+1}}{2} \quad (5)$$

Таким образом, существенно упрощается задача нахождения порога, и приводятся к рассмотрению всего n-1 потенциальных пороговых значений $TH_1, TH_2, \dots TH_{n-1}$.

Формулы (2), (3) и (4) последовательно применяются ко всем потенциальным пороговым значениям, и среди них выбирается то, которое дает максимальное значение по критерию (4). Далее это значение сравнивается со значениями критерия (4), подсчитанными для остальных атрибутов. Если выяснится, что среди всех атрибутов данный числовой атрибут имеет максимальное значение по критерию (4), то в качестве проверки выбирается именно он.

Следует отметить, что все числовые тесты являются бинарными, т.е. делят узел дерева на две ветви [4].

Алгоритм CART. Алгоритм предназначен для построения бинарного дерева решений. На каждом шаге построения дерева правило, формируемое в узле, делит заданное множество примеров на две части — часть, в которой выполняется правило (потомок — right) и часть, в которой правило не выполняется (потомок — left) [5].

Преимуществом алгоритма CART является определенная гарантия того, что если искомые детерминации существуют в исследуемой совокупности, то они будут выявлены. Кроме того, CART позволяет не «замыкаться» на единственном значении выходного признака, а искать все такие его значения, для которых можно найти соответствующее объясняющее выражение.

В алгоритме CART идея неопределенности формализована в индексе *Gini*. Если набор данныхT содержит данные n классов, тогда индекс *Gini* определяется следующим образом:

$$Gini(T) = 1 - \sum_{i=1}^{n} p_i^2 \quad (6)$$

где p_i — вероятность (относительная частота) класса i в T. Если набор T разбивается на две части *T1* и *T2* с числом примеров в каждом *N1* и *N2* соответственно, тогда показатель качества разбиения будет равен:

$$Gini_{split}(T) = \frac{N_1}{N} * Gini(T_1) + \frac{N_2}{N} * Gini(T_2) \quad (7)$$

Наилучшим считается то разбиение, для которого $Gini_{split}(T)$ минимально.

Данные алгоритмы были реализованы и протестированы в виде программ на языке Java в API Weka. В качестве обучающих последовательностей были использованы модели кластеров с нормальным законом распределения признаков, измеренных в шкале отношений в n-мерном пространстве.

Представленные алгоритмы тестировались на моделях кластеров, сгенерированных следующим образом. Первый кластер моделировался последовательностью нормально распределенных векторов с заданным вектором математических ожиданий и вектором дисперсий. Второй кластер формировался аналогичным образом с вектором математических ожиданий, отстоящих от вектора математических ожиданий первого класса на расстояние R и вектором дисперсий в δ раз больше. Далее значения признаков, смоделированных как измеренных в шкале отношений, преобразовывались в значения признаков, измеренных в шкале наименований или порядка, методом «попадания в пронумерованную прямоугольную коробку».

Для оценки точности построенного решающего правила была использована оценка вероятности правильной классификации суммарно по двум классам смоделированной тестовой последовательности объектов.

Результаты показали, что при длине обучающей выборки 300-500 экземпляров и размерности пространства 10-20 признаков, наибольший эффект по оценке вероятности правильной классификации на тестируемой последовательности объектов является алгоритм C4.5.

Литература

1 Дерево решений [Электронный ресурс] /. https://ru.wikipedia.org/wiki/Дерево_решений

2 ID3 [Электронный ресурс] /. https://ru.wikipedia.org/wiki/ID3_(алгоритм)

3 Quinlan *J. R.* Learning With Continuous Classes (англ.) // Proceedings of the 5th Australian Joint Conference on Artificial Intelligence. — 1992. — P. 343—348. — ISBN 98-9810-2125-06.

4 Quinlan *J. R.* C4.5: Programs for Machine Learning. — San Mateo: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993. — 302 p. — ISBN 1-5586-0238-0. (англ.)

5 Деревья решений - CART математический аппарат. [Электронный ресурс] /. http://www.basegroup.ru/trees/math_cart_part1.html

Е.А. Валяев, З.З. Мингалиев

НЕЙРОСЕТЕВОЙ КАСКАД НА ОСНОВЕ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ КАРТ КОХОНЕНА

(Казанский национальный исследовательский технический университет – КАИ им. А.Н. Туполева)

1 Введение

Люди всегда пытались классифицировать живые и неживые объекты, которые их окружают. Объединение объектов в группы является необходимым условием для их наименования. Это требует распознавание дискретных подмножеств в окружающей среде, которая чаще всего непрерывна.

Кластеризовать - это значит признать, что объекты достаточно похожи, чтобы быть помещенными в одну и ту же группу. Существуют различные критерии, которые могут использоваться, для определения того, являются ли объекты достаточно похожими для выделения в группу.

Кластеризация – это операция многомерного анализа, которая заключается в разбиении коллекции объектов (или дескрипторов) в исследовании. Классификация объектов (или дескрипторов) в результате кластеризации может включать одну секцию или несколько иерархически вложенных разделов объектов (или дескрипторов) в зависимости от выбранной модели кластеризации.

Кластеризация - важная часть экологических исследования и экологии в целом уже долгое время. Часто в результате получения результатов наблюдения и экспериментов мы ничего не знаем о внутренней структуре наблюдаемых явлений и все, что у нас есть это некоторая совокупность данных. В данном случае следует обнаружить такую структуру, которая соответствовала бы наблюдениям, т.е. найти «естественную группу», а также и подбор подходящего смысла для этого термина.

2 Постановка задачи

Создать вычислительный алгоритм для возможности кластеризации и представления получившихся кластеров в графическом виде с произвольной точностью.

3 Метод

Для получения наиболее точных результатов мы будем использовать модель нейросетевого каскада, который основан на использовании SOM-карт Кохонена. В отличие от стандартной нейронной сети Кохонена, каскад представляет собой последовательность нескольких кластеризующих нейронных сетей- слоев каскада. Каждый следующий слой осуществляет кластеризацию с более высокой степенью детализации, чем предыдущий. Необходимое число последовательных кластеризующих слоев определяется по

мере анализа результатов кластеризации предшествующим слоем.

На первом этапе происходит формирование SOM -карты для всего исходного набора данных. После кластеризации и анализа степени однородности данных в каждом получившимся кластере, мы можем сформировать следующий слой SOM применительно к той группе, чья однородность нас по каким-либо причинам не устроила. Процесс продолжается до тех пор, пока не будут получены приемлемые для нас результаты кластеризации по всем выделенным кластерам.

Основной целью карт самоорганизации (self-organizing map - SOM) является изменение входящих сигналов с произвольной размерностью в одно - или двухмерную дискретную карту. На рис.1 представлена двумерная решетка нейронов, которая используется в качестве дискретной карты. Все нейроны этой решетки осуществляют связь каждым узлом входного слоя.

Каждый входной слой состоит из локализованной области активности, размещаемой в относительно спокойной области. Расположение и природа такой области обычно варьируется в зависимости от конкретной реализации входного примера. Из этого следует, что для правильного развития процесса самоорганизации требуется, чтобы все нейроны сети были обеспечены достаточным количеством различных реализаций входных образов.

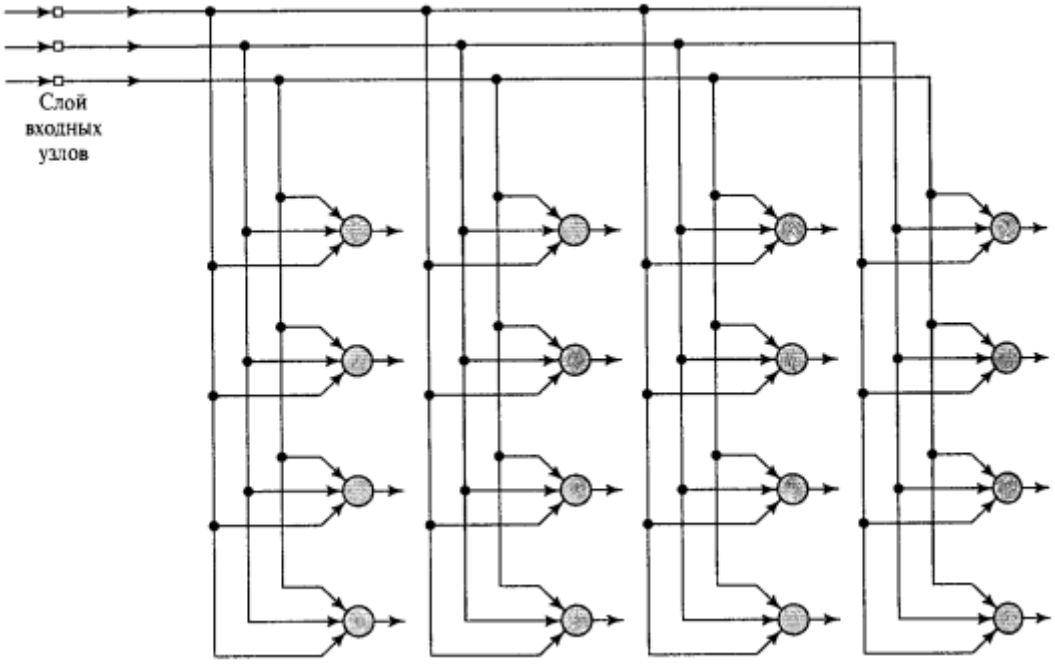


Рис. 1. Двумерная решетка нейронов

Алгоритм, формирующий карту самоорганизации, начинается с инициализации синаптических весов сети. Обычно это происходит с помощью назначения синаптическим весам малых значений, сформированных генератором случайных чисел. При таком формировании карта признаков изначально не имеет какого-либо порядка признаков. После корректной инициализации сети для формирования карты самоорганизации запускаются

три следующих основных процесса.

1. Конкуренция (competition). Для каждого входящего образа нейроны сети вычисляют относительные значения дискриминантной функции, тем самым осуществляя ту самую конкуренцию среди нейронов.

2. Кооперация (cooperation). Победивший нейрон формирует положение пространства топологической окрестности нейронов, таким образом между нейронами создается базис для кооперации.

3. Синаптическая адаптация (synaptic adaptation). Значения дискриминантных функций возбужденных нейронов увеличиваются относительно к входным образам с помощью корректировки синаптических весов. Изменения происходят так, чтобы отклик нейрона-победителя на последующее применение аналогичных примеров усиливался.

Идея алгортима Кохонена состоит в простом геометрическом вычислении свойств Хеббоподобного правила обучения и латеральных взаимодействий. Особенности данного алгоритма:

Непрерывное входное пространство образов активации, которые генерируются в соответствии с некоторым распределением вероятности.

Топология в форме решетки нейронов, которая определяет дискретное выходное пространство.

Функция окрестности $h_{j,i(x)}(n)$, определенная в окрестности нейрона-победителя $i(x)$ и зависящая от времени.

Параметр скорости обучения $\eta(n)$ с заданным начальным значением η_0, и который убывает во времени n, но при этом никогда не достигает нуля.

Для функции окрестности на этапе упорядочивания (т.е. приблизительно для первой тысячи итераций) можно использовать формулу

$$h_{j,i(x)}(n) = \exp\left(\frac{-d_{j,i}^2}{2\sigma^2(n)}\right), n = 0,1,2 \ldots,$$

где $\sigma(n) = \sigma_0 \exp\left(\frac{-n}{\tau_1}\right), n = 0,1,2 \ldots,$

где σ_0- начальное значение величины σв алгоритме SOM; τ_1 некоторая временная константа.

Для и параметра скорости обучения на этапе упорядочивания используем формулу

$$\eta(n) = \eta_0 \exp\left(\frac{-n}{\tau_2}\right), n = 0,1,2 \ldots,$$

где τ_2- временная константа алгоритма SOM.

Алгоритм проходит три основных шага: подвыборка (sampling), поиск максимального соответствия (similarity matching) и корректировка (updating).

Кратко описание всех шагов алгоритма:

1. Инициализация. Для исходных векторов синаптических весов $w_j(0)$выбираются случайные значения. Единственным требованием здесь является различие векторов для разных значений j =1,2,…,l, где l - общее количество нейронов в решетке. Еще одним способом инициализации алгоритма является случайный выбор множества весов $\{w_j(0)\}_{j=1}^{l}$из доступного

множества входных векторов $\{x_i\}_{i=1}^{N}$

2. Подвыборка. Осуществляется выбор вектора x из входного пространства с определенной вероятностью. Этот вектор x с размерностью т представляет собой возбуждение, которое применяется к решетке нейронов.

3. Поиск максимального подобия. Находится самый подходящий (победивший) нейрон $i(x)$на шаге n, используя критерий минимума Евклидова расстояния:

$$i(x) = arg\min_{j} \|x - w_j\|, j = 1,2, \dots, l.$$

4. Коррекция. Производим корректировку векторов синаптических весов всех нейронов, используя следующую формулу:

$$w_j(n+1) = w_j(n) + \eta(n)h_{j,i(x)}(n)(x - w_j(n)),$$

где $\eta(n) -$ параметр скорости обучения; $h_{j,i(x)}(n)$- функция окрестности с центром в победившем нейроне $i(x)$. Данные параметры во время обучения динамически изменяются для получения наилучшего результата.

5. Возврат к второму шагу и продолжение вычислений, пока в карте признаков не перестанут осуществляться значительные изменения.

После построения самоорганизующейся карты, для выделения кластеров мы используем метод k-средних. Преимущество данного метода заключается в том, что он легко реализуем на практике и имеет линейную сложность, т.е. быстр. Недостаток заключается в том, что для возможности использования этого метода необходимо иметь гипотезу о наиболее вероятном количестве кластеров.

4 Программная реализация.

Алгоритм реализован на высокоуровневом языке программирования Python.

В качестве исходных данных использован набор данных [1], в котором представлены измерения PM-2.5 (мелкодисперсных взвешенных частиц пыли в атмосферном воздухе), а также температуры, давления и др. в пяти разных китайских городах с 1 января 2014 года по 31 декабря 2015 года. Так как в некоторые дни по определенным измерениям нет данных, мы не включаем их в наше исследование. Таким образом, суммарное количество строк в наборе составило 100684.

Чтобы правильно отобразить карту с данными разных систем измерения, нужно масштабировать их относительно друг друга в единую систему счисления. Для этого мы используем метод MinMaxScaler из библиотеки Scikit-learn. После данного преобразования, значения всех признаков будут принадлежать отрезку от нуля до единицы.

Построение SOM производилось с помощью библиотеки Somoclu [2].

Размер SOM зависит от количества строк в исследуемом наборе данных. В статье "Anomaly Detection Using Self-Organizing Maps-Based K-Nearest Neighbor Algorithm" [3] эмпирическим путем была выведена закономерность

$$M \approx 5\sqrt{N}, \quad (1)$$

где M - количество нейронов, N - количество строк. Таким образом, мы рассчитали, что размер нашей карты будет 40x40 нейронов.

На этапе самоорганизации мы устанавливаем параметр скорости 0.1. Он будет экспоненциально убывать до 0.035. Функция окрестности должна охватывать почти все нейроны в сети (в нашем случае ее значение будет равно 38) и будет экспоненциально сужаться до 1. Количество итераций 1000. На выходе мы получаем карту (Рис.2), где цветом представлены значения нейронов.

На этапе сходимости количество итераций 15000, параметр скорости обучения будет меняться экспоненциально от 0.035 до 0.00 1, значение функции окрестности меняется экспоненциально от 1 до 0.000001.

Для выявления оптимального количества кластеров, мы используем Elbow method, который был импортирован из библиотеки Scikit-learn [4]. (Рис.3)

Проанализировав значения дисперсии для каждого набора кластеров, мы можем выбрать k=4, где k – количество кластеров, так как дальнейшее увеличение не даст существенного изменения дисперсии.

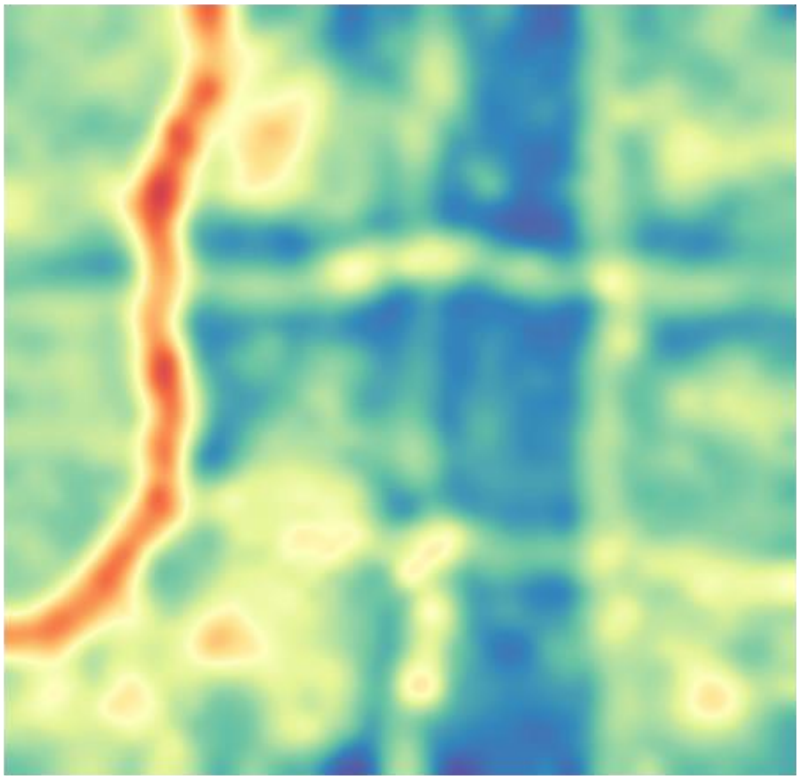


Рис. 2. SOM после этапа самоорганизации

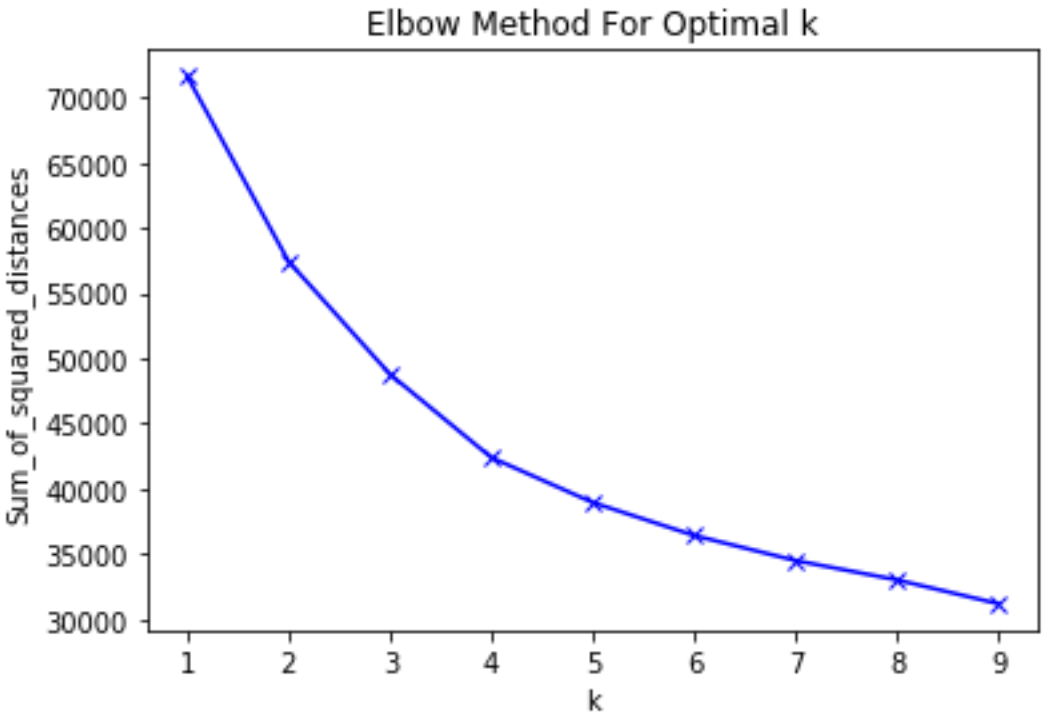


Рис. 3. Elbow method

Используем для кластеризации метод k-средних, который был импортирован из библиотеки Scikit-learn, указывая в параметрах найденное оптимальное количество кластеров и выводим получившийся результат на двумерной карте. (Рис.4)

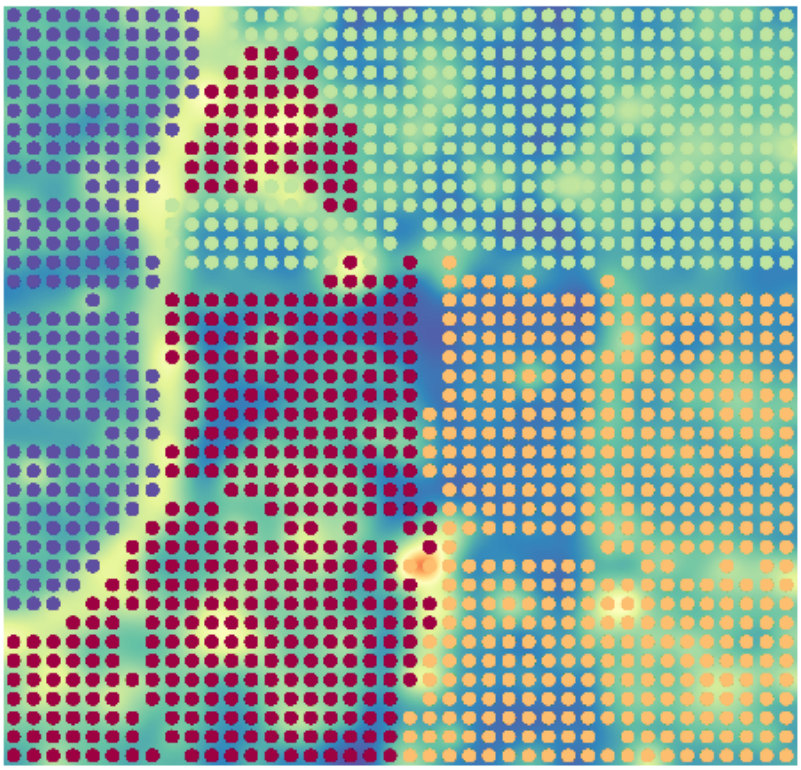


Рис. 4. SOM после этапа сходимости с 4 полученными кластерами

После кластеризации, мы можем выделить любую интересующую нас группу и повторить тот же алгоритм действий, т.е. определение количества нейронов согласно формуле (1), тренировку с двумя этапами, определение наиболее оптимального числа кластеров (Рис.5), а также кластеризацию и вывод полученных групп на карте (Рис. 6)

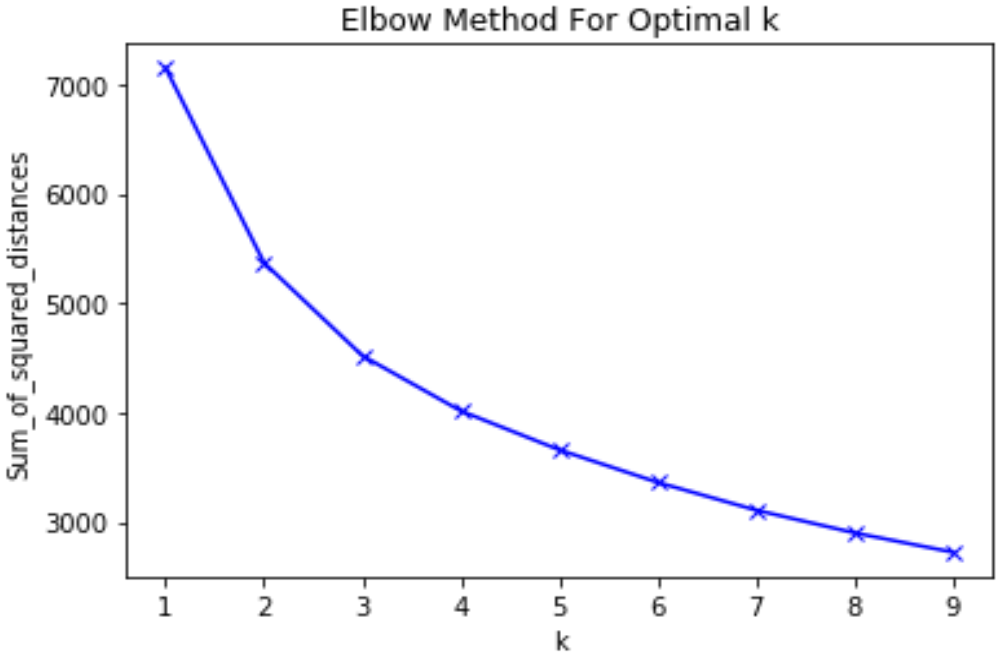


Рис. 5. Elbow method на примере данных нулевого кластера

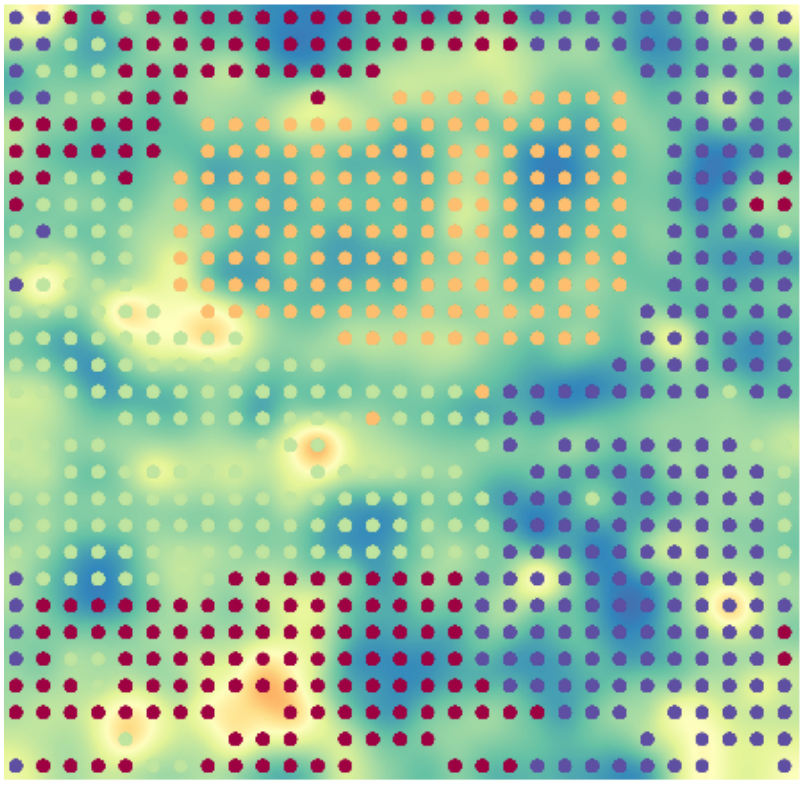


Рис. 6. SOM после этапа сходимости с 4 полученными кластерами на примере данных нулевого кластера

5 Заключение

В результате применения нейросетевого каскада, основанного на SOM с применением k-means в качестве метода кластеризации быстро и успешно могут решаться задачи представления и кластеризации большого объема данных.

Литература

1. Kaggle [Электронный ресурс] URL: https://www.kaggle.com/uciml/pm25-data-for-five-chinese-cities. (дата обращения 23.01.2019)
2. Github [Электронный ресурс] URL: https://github.com/peterwittek/somoclu (дата обращения 27.01.2019)
3. Jing Tian, Michael H. Azarian, and Michael Pecht. Anomaly Detection Using Self-Organizing Maps-Based K-Nearest Neighbor Algorithm. – Center for Advanced Life Cycle Engineering (CALCE), University of Maryland, College Park, MD, 20742, U.S.A. -9 c.
4. Scikit-learn [Электронный ресурс] URL: https://scikit-learn.org/0.20/ (дата обращения 03.02.2019)
5. Саймон Хайкин. Neural Networks: A Comprehensive Foundation, 2-е издание. М: Вильямс, 2018, - 1104 с

О.К. Головнин, А.В. Маркелов

НЕЙРОАССИСТЕНТ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНА ТРЕНИРОВОК

(Самарский университет)

Ведение здорового образа жизни неразрывно связано с систематическими физическими нагрузками и правильным питанием. Выбор эффективных и безопасных планов тренировок и питания может быть осуществлен при поддержке различных мобильных приложений, например [1-3]. Большинство мобильных приложений основываются на выборке из уже существующих библиотек планов тренировок, поэтому могут быть неэффективны и недостаточно гибки вследствие конечности возможных вариантов.

Развитие искусственных нейронных сетей и их интеграция с мобильными устройствами позволили сформироваться рынку нейроассистентов – мобильных приложений, оснащенных искусственным интеллектом и расширенными возможностями по взаимодействию с пользователем и анализу его действий и предпочтений. Таким образом, цель работы – разработка нейроассистента, главной функцией которого является составление индивидуального плана тренировок и питания.

Виртуальный нейроассистент за счет обученной нейросети подбирает оптимальные упражнения, которые будут интересны пользователю и

позволительны со стороны его состояния здоровья. На основе подобранных упражнений составляется тренировочная программа и план диеты. Если упражнение перестает быть интересным, то пользователь всегда может сменить его на упражнение с похожим эффектом, но уже другим вариантом исполнения. То же самое относится и к диете: если пользователю надоедает то или иное блюдо, он может поменять его на другое с аналогичными свойствами. Таким образом, пользователь становится менее подвержен потери интереса к физической программе, а значит вероятность того, что он полностью пройдет курс и добьется желаемых результатов, значительно возрастает. Также для упрощения взаимодействия с мобильным приложением и уменьшения времени на ввод контрольных данных (например, количество воды и калорий, употребленных в сутки), предусмотрена автоматизация процессов взаимодействия за счет использования нейросетей и технологий на их основе, способных распознавать изображения и разговорную речь.

Нейроассистент анализирует следующие данные о пользователе: рост, вес и другие размерные данные (обхват талии, обхват бицепса), пол, ограничения по здоровью (травмы, болезни, аллергии и т.п.), количество воды и калорий, употребляемых в день. Для составления оптимального плана тренировок учитываются: свободное время, интересы пользователя, его увлечения и активность за последнее время (год/месяц/неделя). На основе этих данных нейросеть подбирает оптимальный вариант плана тренировок, который не будет противопоказан пользователю по здоровью, будет безопасен, интересен и эффективен.

Нейроассистент встраивает программу тренировок и питания в расписание с указанием времени начала занятия и приблизительного времени окончания. В самом приложении доступны: список упражнений, выполняемых на тренировке, к которым также предлагается инструкция; краткое описание и количество балов, получаемых за выполнение того или иного упражнения; место проведения (например, улица/дом/спортзал); некоторые рекомендации по тренировке (можно ли есть и пить перед тренировкой, в каких количествах). Содержащаяся информация о питании в плане тренировок будет информировать пользователя о времени приема пищи, количестве приемов и меню, предлагаемое к тому или иному приему пищи. В качестве дополнительной информации будет выступать рецепт к каждому блюду из меню.

Нейроассистент разрабатывается как кроссплатформенное мобильное приложение с использованием Angular2+, Xamarin, Cloud и Hibernate.

Нейроассистент предназначен для пользователей, которые имеют желание вести здоровый образ жизни и достичь нужные им физические показатели: вес, гибкость, ловкость, физическая форма. Нейроассистент генерирует план тренировок и диету, контролирует, придерживается ли пользователь составленного плана, что реализуется через механизм напоминаний, систему поощрений, встроенные элементы геймификации с соревновательной частью [4]. Ожидается, что использование нейроассистента

позволит избежать условий, при которых пользователи не проходят курс до конца из-за потери интереса к программе тренировок и питания (наскучивают упражнения, менее заметные результаты и т.д.).

Литература

1 Мобильное приложение Nike Traning Club [Электронный ресурс]. – Режим доступа: itunes.apple.com/ru/app/nike-training-club/id301521403?mt=8 (дата обращения: 19.05.2019).

2 Мобильное приложение Fabulous [Электронный ресурс]. – Режим доступа: itunes.apple.com/ru/app/fabulous-self-care/id1203637303?mt=8 (дата обращения: 19.05.2019).

3 Мобильное приложение Myfitnesspal [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://itunes.apple.com/ru/app/myfitnesspal/id341232718 (дата обращения: 19.05.2019).

4 Головнин, О.К. Формирование требований к обучающей системе: некоторые аспекты геймификации [Текст] / О.К. Головнин, Д.Е. Егоров // ИТ & Транспорт : сб. науч. статей. – Самара : Интелтранс, 2017. – Т. 8. – С. 32-39.

А.А. Громова, Д.Н. Франтасов, В.А. Фатеев

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ВИРТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО ПОМОЩНИКА-ПРОДАВЦА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Использование технологий искусственного интеллекта в настоящее время является очень актуальной темой. Методы искусственного интеллекта позволяют решать самые разнообразные задачи, в том числе и задачи распознавания, прогнозирования, оптимизации и синтеза. Практически все отрасли народного хозяйства стремятся использовать интеллектуальные системы.

Одним из интересных и актуальных направлений в сфере технологий искусственного интеллекта является использование роботов или виртуальных цифровых помощников (от англ. Virtual — виртуальный, Digital — цифровой, Assistant — помощник, сокращенно VDA) для распознавания речи и общения с человеком. В современном мире разработаны VDA для работы в бизнес-среде - в местах повышенного скопления людей (в т.ч. в банковской сфере, сфере образования, общественного питания, может использоваться на вокзалах и в аэропортах), где выполняет функции живого сотрудника. Такие VDA могут отвечать на вопросы о продуктах компании и выполнять специфические бизнес-задачи, а также поддерживать интеграцию с внешними устройствами и системами.

Реализация подобных VDA включает в себя WEB-сервер и приложение, работающее с постоянно пополняемой лингвистической базой (базой знаний).

База знаний VDA обновляется на сайте, отправляется на сервер, откуда VDA берет её при перезапуске.

Основная проблема заключается в том, чтобы постоянно пополнять и редактировать эту лингвистическую базу, так как процесс обучения VDA является процессом постоянным и трудоемким.

Цель моей работы – найти программное решение проблемы для упрощенного обучения VDA и сокращения временных затрат на данный процесс.

К достижению данной цели ведут два пути. Первый направлен на упрощение и ускорение заполнения лингвистической базы, второй – представляет собой иной механизм работы VDA со своей логикой и структурой.

Лингвистическая база является распределенной системой, управляющая часть находится на удаленном сервере, а сами файлы с ответами находятся на VDA. Такой подход позволяет с легкостью управлять ответами и организовать постоянное пополнение базы данных. При каждом включении VDA проверяет обновления на сервере и выгружает их к себе. Таким образом, выгрузка актуальной лингвистической базы на VDA происходит в два этапа:

1. На сервере формируются файлы для VDA.
2. VDA скачивает актуальные правила с сервера.

Лингвистическая база состоит из набора отдельных фраз, взаимодействующих между собой с помощью якорей на вход и якорей на выход:

1. Якорь на вход - предназначен для того, чтобы соединить текущую реплику с предыдущей.

2. Якорь на выход - предназначен для того, чтобы соединить текущую реплику со следующей.

На данный момент, заполнение лингвистической базы происходит в несколько этапов:

1. Составление блок-схемы скрипта общения человека и VDA. Это важная составляющая для демонстрации выполненной работы заказчику, т.к. обладает свойством наглядности.

2. Заполнение лингвистической базы. В настоящее время (для личного удобства) первичная база ведется в MicrosoftExel.

3. Перенос данных из MicrosoftExel на сайт, откуда VDA и берет новые знания.

Проблема заключается в том, что эти процессы никак не синхронизированы. Это значит, что при внесении изменений в блок-схему диалога, приходится обращаться к базе данных и также вручную вносить изменения. Получается так, что лингвистическая база пишется в 2-3 раза дольше, чем когда она была бы синхронизирована с блок-схемами.

Опишем первый путь к достижению цели работы. Для минимизации временных затрат на создание лингвистической базы, упростив этот процесс за счет синхронизации данных в блоках блок – схемы и ячейках базы данных, может быть применено несколько вариантов:

1. Метод «блок-ячейка». Заключается в том, что все используемые в схеме блоки по умолчанию имеют свои поля в базе.

2. Шаблонный метод. Создавая схемы общения VDA и человека, было замечено, что многие схемы повторяются, а меняется только текстовое содержимое блока. Поэтому, на текущий момент приходится работать методом «копировать – вставить», но при этом время уходит на то, чтобы удалить весь ранее занесенный текст и вставить новый. Решение проблемы заключается в том, что создатель лингвистической базы ищет закономерности, по которым строятся диалоги в данной области, будь то рестораны, гостиницы, автосервисы и др. Каждая отрасль преследует свои цели ведения диалога VDA с человеком, поэтому шаблоны будут разные. Далее шаблоны просто соединяются между собой и вносятся минимальные изменения.

3. Объединение методов «блок-ячейка» и шаблонного метода. Дело в том, что не всё и везде можно подвести под шаблоны, поэтому можно предположить, что логичнее всего воспользоваться объединением первого и второго методов. Шаблонный метод поможет существенно сэкономить время, т.к. не нужно будет устанавливать одни и те же связи между теми же блоками, а взять уже готовую конструкцию. А метод «блок-ячейка» позволит брать единичные блоки и соединять их с шаблонами.

Что получаем в результате реализации первого пути достижения поставленной цели? Создание лингвобазы сводится исключительно к работе с блок-схемами с причинно-следственными связями в вопрос-ответной форме, т.к. настроенная синхронизация с базой данных позволяет отказаться от прямого внесения изменений в неё. Процесс работы дружелюбен к специалисту, экономит его время и денежные средства заказчика. Визуально данный путь представлен на рисунке 1.

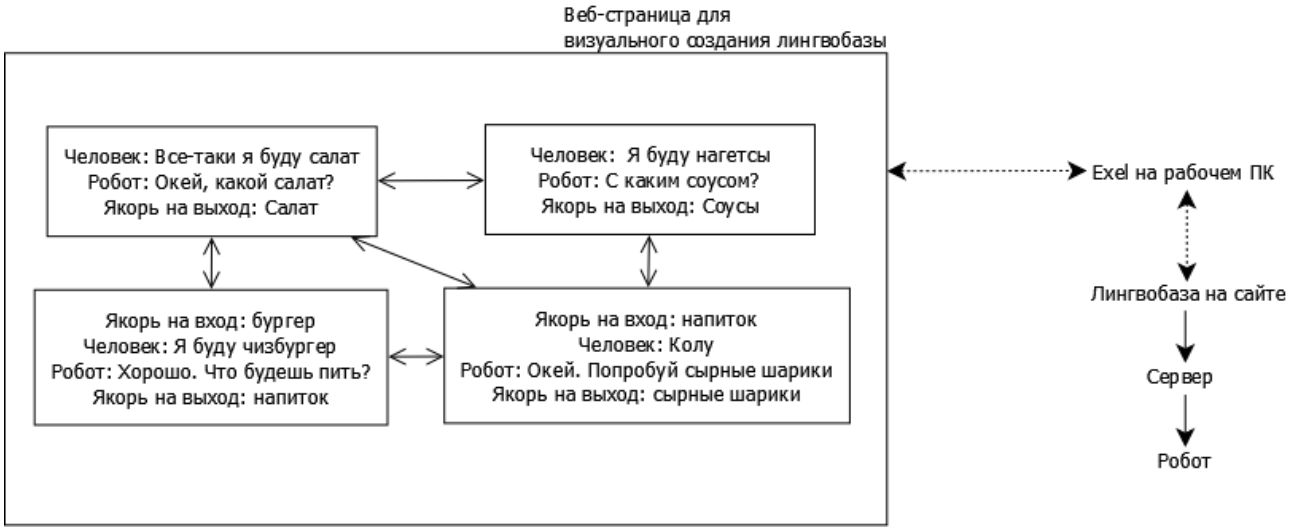


Рис. 12. Схема №1 взаимодействия составляющих частей системы

Опишем второй путь к достижению цели работы. Он заключается в разработке информационной системы, встраиваемого в VDA, работающего на основе разрабатываемого сложного алгоритма общения с человеком и восприятии живой человеческой речи. Разрабатываемый алгоритм содержит несколько тегов, которые «ждут» произнесения человеком ключевых фраз из того или иного

списка, чтобы соответствующим образом отреагировать. После внесения изменений данные отправляются на сервер, где хранятся до нового запроса на обновление данных. Такой подход позволяет с легкостью управлять ответами и организовать постоянное пополнение базы данных.

Если в предыдущем пути решения проблемы каждая фраза лингвобазы представляла собой «блоки» с несколькими полями для заполнения, то в данном случае предлагается вариант общения VDA не с помощью заранее зафиксированных фраз, а общение по определенному алгоритму с причинно-следственными связями в вопрос-ответной форме, использующему вышеупомянутые теги со списками. Вопросно-ответная система VDA представляет из себя набор правил реакции VDA на ту или иную реплику собеседника.

На рисунке 2 представлена схема взаимодействия составляющих частей системы после модернизации. Т.е. здесь мы избавляемся от необходимости ручной работы практически полностью. Это значит, что лингвистическая база не будет содержать в себе логику общения VDA и человека через якори на вход и выход. Логика будет прописана заранее составленным алгоритмом, а фразы VDA и названия каких-либо элементов, постоянно входящих и необходимых для полноценного общения VDA с человеком (к примеру, блюда, цены, количество), будут находиться в списках, из которых программа будет «вытаскивать» их в нужный момент, прописанный заранее.



Рис. 13. Схема №2 взаимодействия составляющих частей системы

Таким образом, при разработке описанной выше информационной системы, достаточно будет составить только списки, которыми будет оперировать VDA в работе с клиентами.

При этом, для нового заказчика на VDA -продавца, алгоритм также будет актуален, необходимо обновить только списки. Это может занять от 1 дня до 1 месяца в зависимости от масштабов и запросов заказчика. Стоит отметить, что база знаний состоит из списков, интуитивно-понятных для заполнения персоналом заведения.

Нельзя не сказать, что второй вариант создания VDA -продавца экономит средства заказчика в размере суммы, выплачиваемой специалисту по заполнению лингвистической базы за несколько месяцев. Несомненным плюсом является также многократное сокращение времени на обслуживание и сопровождение системы.

Литература

1. Статья в журнале (2 автора): Громова, А.А. Автоматизация создания лингвистической базы виртуального цифрового помощника / Громова А.А., Фатеев В.А. // Наука и образование транспорту. – 2018. – №2. – с. 31-33.

2. Как робот общается [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://promo-bot.ru/information/speech/

3. Владимир Рафалович «Data Mining. Или интеллектуальный анализ данных для занятых» – М.: СмартБук, 2014. – 96 с.

А.П. Долгинцев, А.С. Мананков, Д.Н. Франтасов

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО МАРШРУТИЗАЦИИ ОБРАЩЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В АСУ ЕСПП

(Самарский государственный университет путей сообщений)

Для обеспечения безопасности, бесперебойного функционирования, а также построения отчетности и учета средств и материалов в ОАО «РЖД» используется большое количество информационных систем (далее – ИС). Основная часть ИС находится на техническом и технологическом сопровождении в информационно-вычислительных центрах железных дорог (далее – ИВЦ). С целью минимизации непроизводственных потерь, прозрачности и унификации учёта работ и трудозатрат, повышения производительности труда в ОАО «РЖД» была разработана и внедрена в промышленную эксплуатацию автоматизированная система управления – единая система поддержки пользователей (далее – АСУ ЕСПП).

При возникновении затруднительных ситуаций у пользователя есть возможность обратиться за помощью к специалистам первой линии поддержки посредством формирования обращения на портале АСУ ЕСПП.

После формирования обращения выполняется автоматическая эскалация (маршрутизация) обращения в рабочую группу специалистов технической или технологической поддержки. Специалисты рабочих групп поддержки логически объединены по функциональному принципу сопровождения в унифицированные рабочие группы (далее – УРГ) [1].

Направление обращения в конкретную УРГ и в причастную рабочую группу является первичной классификацией обращений. Специалисты первой линии поддержки анализируют поступившие обращения, структурируют их по своим критериям и, в случае ошибочной/неверной маршрутизации (например, при неверном выборе шаблона обращения пользователем или ошибки другого специалиста поддержки), перенаправляют их в соответствующие рабочие группы. В таких случаях увеличивается затрачиваемое время для решения обращений пользователей. На рисунке 1 схематически отображены потоки обращений между пользователями и УРГ, а также между рабочими группами внутри самих УРГ [1].

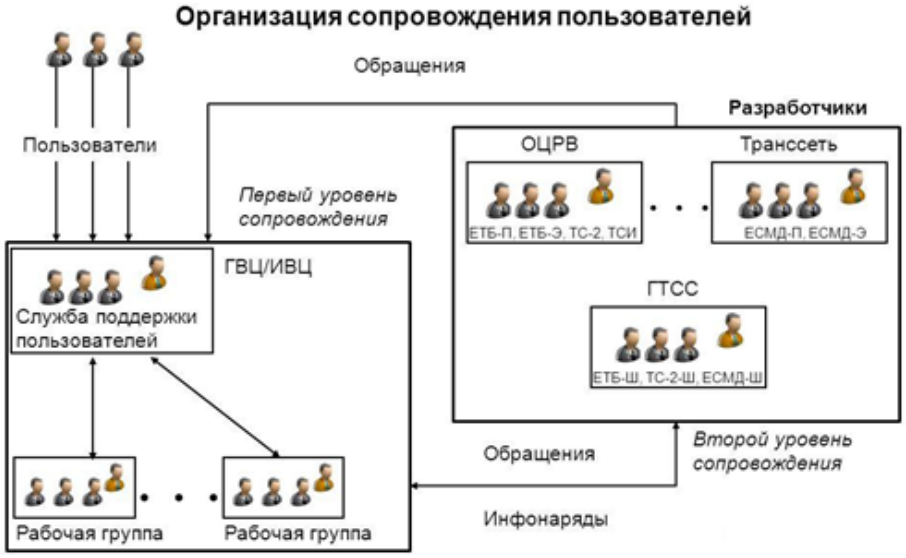


Рисунок 14 – Условная схема взаимодействия между УРГ, пользователями и внешними организациями

Цель исследовательской работы – разработать прототип интеллектуальной системыподдержки принятия решений по маршрутизации обращений пользователей в АСУ ЕСПП.Актуальность данной разработки подтверждается следующей статистика:

Таблица 2 – Недельная статистика (сентябрь) по группе АДМ-Логистика

Выполнено запросов	321
Переназначено запросов	151 (47%)
1 переназначение	120
2 переназначения	22
3 переназначения	5
4 переназначения	2
5 переназначений	2

Исходя из этих данных, большая часть обращений имеет 1 переназначение. Из этого можно сделать вывод о неправильном выборе шаблона пользователем на портале АСУ ЕСПП.

2 перенаправления – пограничный случай, связанный как с формулировкой пользователем своей проблемы, так и компетентности самого специалиста поддержки.

3 и более переназначений уже должны изучаться детально, т.к. имеет место наличие недостаточных знаний специалиста поддержки, либо действительно сложных обращений, требующих привлечение экспертов.

Одним из вариантов решения данной проблемы является разработка прототипа модуля интеллектуальной системы принятия решений по автоматической маршрутизации обращений пользователей в АСУ ЕСПП.

При формировании обращения, пользователь пользуется определёнными, устойчивыми словосочетаниями, благодаря которым можно с достаточно высокой долей вероятности автоматически определить рабочую группу, в которой решается данный вопрос. При этом интеллектуальный модуль позволит упростить саму процедуру регистрации и оформления обращения пользователя, в случае если заложить в него функции прямого диалога с регистратором на этапе создания обращения [2, 3].

На базе данного модуля, при условии его интеграции с системой АСУ ЕСПП, возможно создать систему мониторинга входящего потока обращений, которая позволит оперативно реагировать на все отклонения и изменения в процессе обработки обращений.

При реализации прототипа, возможно, потребуется привлечение дополнительных ресурсов, а именно:

1. в случае успешного тестирования прототипа потребуется доступ к данным АСУ ЕСПП по обращениям пользователей, передача этих данных напрямую в прототип, без экспорта в файл;
2. контакты с разработчиками АСУ ЕСПП для поиска оптимальных решений по взаимодействию прототипа и самой АСУ ЕСПП;
3. при необходимости – привлечение сотрудников ИВЦ и диспетчеров ЕСПП для дополнительного анализа работы прототипа.

Начальная реализация прототипа (первая фаза) будет представлять собой систему поддержки принятия решений по маршрутизации обращений для специалистов поддержки.

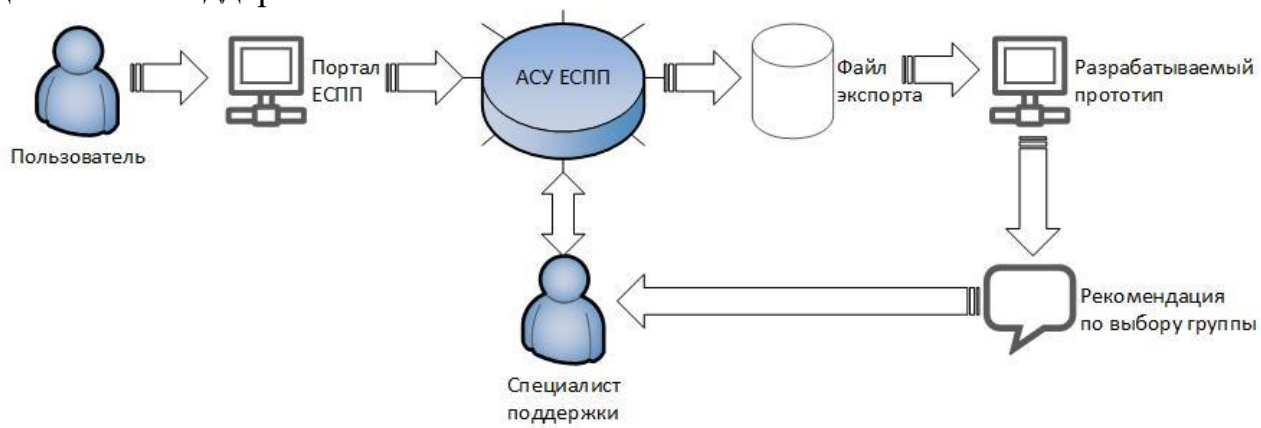


Рисунок 15 – Первая фаза прототипа системы

Анализ обращений будет проходить на основе сравнения текста пользователя с ключевыми словами базы знаний, которые соответствуют конкретным рабочим группам. Дополнительно продуман процесс автоматизации наполнения базы знаний (так называемое «обучение системы») посредством создания аналитического модуля поиска совпадений и фильтрации ключевых слов для их последующего занесения в базу знаний [4, 5].

В случае успешной интеграции с АСУ ЕСПП и последующей доработки прототипа (во вторую фазу), его работа (в случае корректного анализа) будет переквалифицирована на автоматическую маршрутизацию и выдачу рекомендаций самому пользователю.

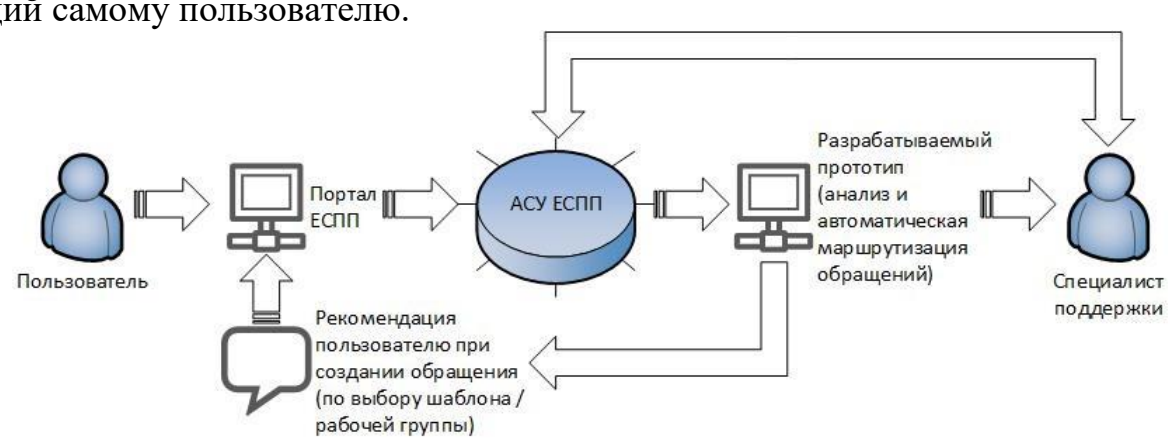


Рисунок 16 – Вторая фаза прототипа системы

Конечным результатом успешной разработки прототипа первой фазы являются:

1. Техническое задание на разработку прототипа системы (первая фаза).
2. Методика формирования базы знаний прототипа системы.
3. Руководство по использованию прототипа системы принятия решений по маршрутизации обращений пользователя в ЕСПП.
4. Прототип системы принятия решений по маршрутизации обращений пользователя в ЕСПП.

Литература

1. Мананков А.С., Франтасов Д.Н. «Разработка методики оценивания взаимодействия между унифицированными рабочими группами центра технологического сопровождения ERP-систем» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=36932570, свободный. – (дата обращения: 11.05.2019).
2. РЖД | Управление обращениями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://digdes.ru/project/rzhd-upravlenie-obrashhenijami, свободный. – (дата обращения: 13.04.2019).
3. Андрейчинков А.В., Андрейчинкова О.Н. «Интеллектуальные информационные системы» – М.: Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
4. Владимир Рафалович «DataMining. Или интеллектуальный анализ данных для занятых» – М.: СмартБук, 2014. – 96 с.
5. NLP – это весело! Обработка естественного языка на Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://proglib.io/p/fun-nlp/, свободный. – (дата обращения: 20.04.2019).

Р.М. Дунин, У.А. Савилова

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АГЕНТОВ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

(Тамбовский государственный технический университет)

Аннотация: В настоящее время применение беспилотных летательных аппаратов является перспективным направлением в авиации. Использование группы беспилотных летательных аппаратов оправдано для ряда задач, а применение мультиагентной системы способствует их решению. В статье предложен алгоритм взаимодействия подсистем беспилотного летательного аппарата на основе архитектуры *Touring Machine*.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, мультиагентная система, архитектура *Touring Machine*.

Abstract: *Currently, the use of unmanned aerial vehicles is a promising direction in aviation. The use of a group of unmanned aerial vehicles is justified for a number of tasks, and the use of a multiagent system contributes to their solution. The article proposes an algorithm for the interaction of subsystems of an unmanned aerial vehicle based on the architecture of the Touring Machine.*

Keywords: *unmanned aerial vehicle, multiagent system, Touring Machine Architecture.*

В настоящее время развивается тенденция использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в военной авиации. Это связано тем, что пилотируемые летательные аппараты (ПЛА) теряют эффективность из-за усталости пилота, а также имеют сравнительно высокую стоимость создания и обслуживания, как самих ЛА, так и подготовки летчиков. БПЛА не обладают данными недостатками и имеют такие преимущества, как более лёгкий вес и меньшее потребление топлива по сравнению с аналогичными ПЛА.

Одними из основных задач БПЛА являются [1]:

- сбор информации;
- наблюдение;
- целеуказание и координация огня.

Использование группы (роя) БПЛА для достижения поставленных задач может повысить как точность, так и время их выполнения. В то же время такие задачи, как бомбометание и разведка, требуют от БПЛА способности к адаптации к изменяющимся условиям, автономной работе и обучению, благодаря чему использование мультиагентной системы в рое оправдано.

Обычно в рое БПЛА выделяют одного ведущего, остальные – ведомые. Архитектура *Touring Machine* [2] является наиболее простой, но при этом эффективность сопоставима с другими архитектурами.

Глобальная целью любого субъекта вооруженного конфликта является выживание, это касается и роя БПЛА. Локальной целью роя БПЛА может быть:

- достижение определённой позиции;

– сопровождение союзника;
– уничтожение противника;
– другие цели.

После оценки обстановки ведущий в соответствии с текущей локальной целью отдаёт команды ведомым, а также сам принимает решение, как действовать дальше. На каждом БПЛА ведётся история команд (включая условия, при которых они были отданы). Если цепочка отданных команд приводит к выполнению локальной цели, то БПЛА запоминает её и старается в будущем действовать схожим образом при примерно тех же условиях. Цепочка команд может не быть оптимальной при резкой и частой смене обстановки.

Если ведомый не может выполнить команду, отданную ведущим, то сообщает ему об этом. В таком случае ведущий корректирует команду, а ведомый до получения новой команды действует самостоятельно (рациональным образом).

Если ведущий выходит из строя (например, уничтожен или связь с ним потеряна), то БПЛА выбирают нового ведущего на основе наименьшего *GUID* [3] – глобально уникального идентификатора, который назначается каждому БПЛА перед вылетом.

Алгоритм взаимодействия подсистем БПЛА (рисунок 1).

1. Принять данные (условия) с «Подсистемы восприятия» на «Управляющий блок».
2. Передать их на блок «Управляющих правил, активируемых контекстом».
3. Блок «Управляющих правил, активируемых контекстом» выполняет поиск таких же или похожих условий и выдаёт команду (или последовательность команд) «Управляющему блоку» или сигнализирует о неуспехе (команда «*NULL*»).
4. Если на «Управляющий блок» пришла команда «*NULL*», то данные, принятые на шаге 1, передаются на «Уровень планирования», иначе шаг 7.
5. «Уровень планирования» вырабатывает план действий, оптимальный с точки зрения принятых условий, и передаёт его на «Уровень реакции».
6. «Уровень реакции» представляет план действий в виде последовательности команд, которые затем передаёт «Управляющему блоку».
7. «Управляющий блок» передаёт команду или последовательность команд в «Подсистему действий».
8. «Подсистема действий» реализует принятые команды в виде действий.
9. Данные, принятые на шаге 1, и последовательность действий, принятая на шаге 6, сохраняется в «Истории команд».
10. Если последовательность команд, принятая на шаге 6, при условиях, принятых на шаге 1, привела к достижению цели, то она сохраняется вместе с условиями в блоке «Управляющих правил, активируемых контекстом».

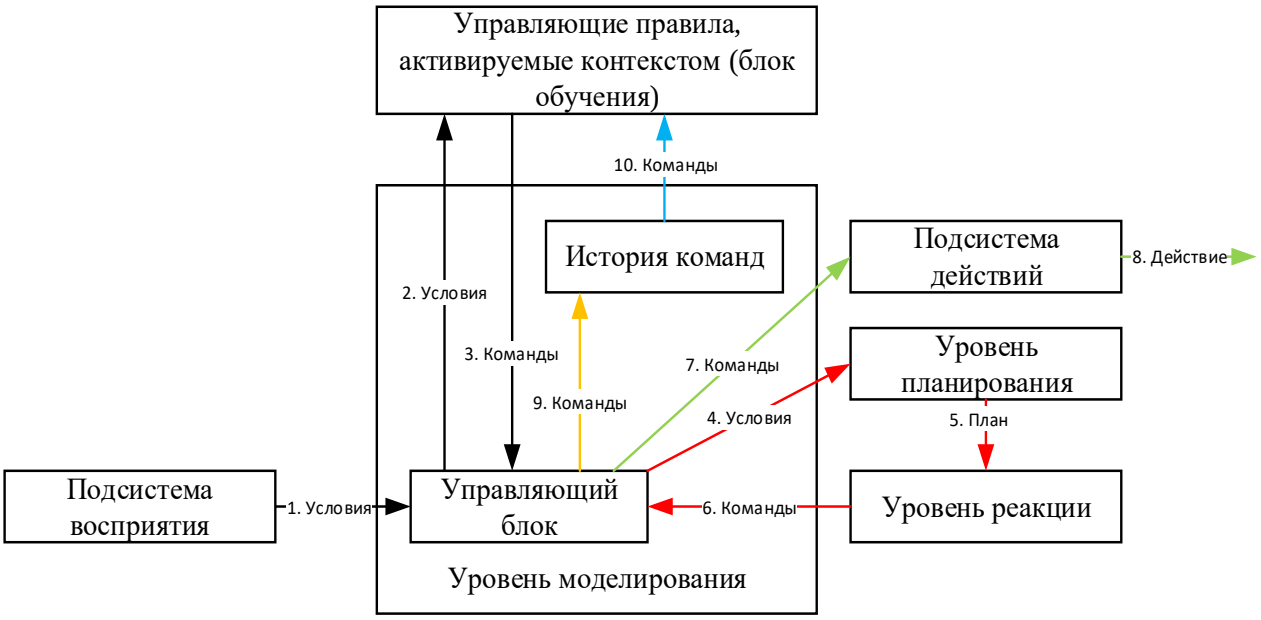


Рисунок 1 – Взаимодействие подсистем БПЛА

В случае смены роли БПЛА с ведомого на ведущего на блок «Управляющих правил, активируемых контекстом» может резко возрасти нагрузка в зависимости от количества БПЛА в рое и сложности обстановки. Для снижения нагрузки при большом количестве БПЛА ведущий может дать команду на разбиение роя на звенья по три-четыре БПЛА, назначив в каждом из них по ведущему.

Литература

1. Беспилотный летательный аппарат [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4087725 (22.02.2019).

2. Система Touring Machine [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://dl.acm.org/citation.cfm?id=151239 (22.02.2019).

3. Руководство по GUID. Часть 1 [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://blogs.msdn.microsoft.com/ruericlippert/2012/07/31/guid-1 (22.02.2019).

Р.М. Дунин, Д.А. Яковлева

МОДЕЛИ ЗАЩИЩЁННОЙ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА

(Тамбовский государственный технический университет)

Аннотация: Многоагентные системы широко применяются в различных сферах. Компрометация хотя бы одного агента может подорвать к ней доверие и привести к значительным финансовым потерям. В статье описана модель защищённой мультиагентной системы и модель интеллектуального агента для такой системы.

Ключевые слова: защищённая мультиагентная система, интеллектуальный агент, конфликт, доверие, репутация.

Abstract: *Multi-agent systems are widely used in various fields. Discrediting at least one agent can undermine its credibility and lead to significant financial losses. The article describes a model of a secure multi-agent system and an intelligent agent model for such a system.*

Keywords: *protected multi-agent system, intelligent agent, conflict, trust, reputation.*

Многоагентные системы нашли широкое применение в различных сферах деятельности: транспорте, логистике, робототехнике, компьютерных играх, фильмах [1] и многих других. Увеличение числа агентов способствует увеличению эффективности принятия решений [2] и сокращению времени промежуточных вычислений. Компрометация или взлом хотя бы одного из них снижает доверие к мультиагентной системе и может способствовать к последующему отказу от неё в пользу другой, что приводит к значительным финансовым потерям, поэтому разработка защищённой мультиагентной системы является актуальной задачей.

Мультиагентная система должна быть защищена как от внешних, так и от внутренних источников угроз целостности, доступности и конфиденциальности. Модель такой системы может быть описана как $MAS = \{AG, ST, ENV, SEC, SAF\}$ – защищённая мультиагентная система, где:

– $AG = \{ag_i | i = 2, \dots, n\}$ – непустое конечное множество интеллектуальных агентов, n – количество агентов;

– $ST = \{st_j | j = 1, \dots, m\}$ – непустое конечное множество состояний внешней среды, m – количество состояний внешней среды;

– $ENV: ST \times A_{ag_i} \times \dots \times A_{ag_n} \to 2^{ST}$ – функция, описывающая возможную реакцию внешней среды на действия всех агентов системы, A – непустое конечное множество действий агента;

– $SEC: R(T_{IN}^{EXT}, T_{AV}^{EXT}, T_{CON}^{EXT}) \to 0$ – функция, описывающая защищённость мультиагентной системы, где R – риск, вероятность реализации внешних угроз целостности, доступности и конфиденциальности;

– $SAF: R(T_{IN}^{INT}, T_{AV}^{INT}, T_{CON}^{INT}) \to 0$ – функция, описывающая безопасность мультиагентной системы, где R – риск, вероятность реализации внутренних угроз целостности, доступности и конфиденциальности.

Под защищённостью понимается способность мультиагентной системы противостоять несанкционированному доступу к данным, а также их случайному искажению или разрушению. Под безопасностью понимается способность мультиагентной системы сохраняться при разрушающих воздействиях.

$IN = \{IN_{TRD}, IN_{STD}, IN_{AG}\}$ – целостность данных, где:

– $IN_{TRD} = \{ES, TCP\}$ – целостность передаваемых данных, которая обеспечивается путём использования электронной подписи и протокола управления передачей TCP;

– $IN_{STD} = \{H\}$ – целостность хранимых данных достигается благодаря хешированию;

– $IN_{AG} = \{H, OB\}$ – целостность агента достигается путём хеширования и проверки перед запуском ПО, а также обфускацией кода.

$AV = \{AV_{TRD}, AV_{STD}\}$ – доступность данных, где:

– $AV_{TRD} = \{RT, DUP\}$ – доступность передаваемых данных, обеспечиваемая таблицей маршрутизации и дублированием информации (передачей информации от агента i (при необходимости) на главный узел, если агент j недоступен);

– $AV_{STD} = \{BKP, REP\}$ – доступность хранимых данных благодаря резервному копированию и репликации баз данных.

$CON = \{CON_{TRD}, CON_{STD}\}$ – конфиденциальность данных, где:

– $CON_{TRD} = \{EN_D\}$ – конфиденциальность передаваемых данных обеспечивается использованием шифрования данных;

– $CON_{STD} = \{EN_D, EN_{F/DIR}\}$ – конфиденциальность хранимых данных обеспечивается шифрованием данных и файла/директории.

В мультиагентной системе находятся несколько агентов (от 2 до n). У каждого агента есть глобальная цель W (например, задание, взятое из доски объявлений), которая может совпадать с глобальными целями других агентов, и одна или несколько локальных (которые ведут к осуществлению глобальной цели) W_i.

Цели $W, W_1, W_2, \dots, W_n$ измеримы и существуют вещественные функции (функции полезности) $q(ag), q_1(ag), q_2(ag), \dots, q_n(ag)$ такие, что если $ag_i \succ^W ag_j$ ($\succ^W$ – лучше в смысле W), то $q(ag_i) > q(ag_j)$ для всех $i, j = 1, \dots, n$ $(i \neq j)$. Соответственно, $ag_i \succ^{W_k} ag_j$, если $q_k(ag_i) > q_k(ag_j)$ $(k = 1, \dots, n)$ [3].

Если у нескольких агентов совпадают глобальные цели и функция полезности при взаимодействии агентов:

– уменьшается $(q(ag_1, ag_2, \dots ag_n) < q(ag_1) + q(ag_2) + \dots + q(ag_n))$, то агенты конфликтуют ($ag_i > \boldsymbol{I}\, ag_j$, где ag_i – множество агентов, функция полезности которых больше нуля, ag_j – множество агентов, функция полезности которых меньше нуля, причём $S_i \cap S_j = \emptyset$ (противоположная ситуация – $> \bar{\boldsymbol{I}}$));

– не изменяется $(q(ag_1, ag_2, \dots ag_n) = q(ag_1) + q(ag_2) + \dots + q(ag_n))$, то агенты нейтральны друг к другу, то есть не оказывают никакого взаимодействия друг на друга ($ag_i > \bar{\boldsymbol{I}}_{\text{н}}\, ag_j$);

– увеличивается $(q(ag_1, ag_2, \dots ag_n) > q(ag_1) + q(ag_2) + \dots + q(ag_n))$, то агенты сотрудничают ($ag_i > \bar{\boldsymbol{I}}_{\text{с}}\, ag_j$ (ag_i – множество агентов с высокой функцией полезности, ag_j – с низкой)).

Устранение конфликта связано с изменением окружения, с формированием (генерированием) условий $\{U\}$ ($\{U\}$ – структурные, функциональные, параметрические и другие преобразования), позволяющих обеспечить выполнение

$U(ag_i > \boldsymbol{I}\, ag_j) = ag_i > \bar{\boldsymbol{I}}\, ag_j$, где ag_i и ag_j – конфликтующие агенты, например:

– путём воздействия на оба агента ($U(ag_i) > \bar{\boldsymbol{I}}\, U(ag_j)$);

– на одного из них ($U(ag_i) > \bar{\boldsymbol{I}}\, ag_j$ или $ag_i > \bar{\boldsymbol{I}}\, U(ag_j)$).

Примером разрешения конфликта может быть назначение других агентов для решения задачи, с которой не справились конфликтующие агенты, или исключение какого-либо агента (или группы агентов).

Легитимные агенты могут конфликтовать, сотрудничать или быть нейтральными. Нелегитимные агенты конфликтуют с легитимными или нейтральны к ним (например, если нет связи между ними по какой-либо причине).

Агент ag_i на основании информации о состоянии каждого агента и их текущих действиях вырабатывает текущее действие, при котором значение ΔW максимально, и посылает информацию об этом другим агентам. Если агент ag_k ($k \neq i$) в результате проверки получил положительное заключение, он подаёт положительный голос за ag_i и сообщает об этом остальным агентам. Каждый агент, получив сведения о результатах проверки агента другими агентами, подсчитывают количество положительных и отрицательных голосов, поданных за него, вычисляет доверие к ag_i. Доверие – мера, характеризующая готовность агента ag_i взаимодействовать с агентом ag_j ($i \neq j$) в данной ситуации [4].

Ситуация, когда внедряется группа нелегитимных агентов, оценивающих друг друга положительно, а легитимных агентов отрицательно, ведёт к компрометации легитимных агентов. Для решения этой проблемы используется репутация – сформировавшееся во времени общественное мнение об агенте. При подсчёте голосов будет учитываться репутация голосующих агентов путём взвешенного суммирования их оценок. Значение репутации зависит от истории взаимодействия и от времени пребывания в нём.

Примером решения конфликта может быть следующее решение. Если репутация какого-то агента ниже определённого порога, то взаимодействие других агентов с ним прекращается, такой агент заносится в «чёрный список».

Модель интеллектуального агента для защищённой мультиагентной системы выглядит как $AG = \{ST, A, ENV, I, REF, ACT\}$ – интеллектуальный агент, где:

– $ST = \{st_j | j = 1, \dots, m\}$ – непустое конечное множество состояний внешней среды, m – количество состояний внешней среды;

– $A = \{a_k | k = 1, \dots, q\}$ – непустое конечное множество действий агента;

– $ENV: S \times A \to 2^S$ – функция поведения внешней среды, сопоставляющая текущему состоянию внешней среды и выбранному агентом действию непустое конечное множество возможных следующих состояний внешней среды (то есть действия агента могут влиять на окружающую среду, но не контролировать её полностью);

– $I = \{COM, RCT, PCT, DI, PI\}$ – непустое конечное множество внутренних состояний агента:

– $COM: I \times W \to I'$ (W – цель, которую агент стремится достичь) – свойство коммуникативности;

– $RCT: I \times ENV \to A$ – свойство реактивности;

– $PCT: I \times ST \times W \to A$ – свойство проактивности;

– $DI = \{DI_{self}, DI_{env}, DI_{ag}\}$ – декларативная информация;

– $PI = \{PI_{self}, PI_{env}, PI_{ag}\}$ – процедурная информация;

– $REF: I \times S \to I'$ – функция обновления состояния, сопоставляющая предыдущему внутреннему состоянию и новому состоянию внешней среды новое внутреннее состояние агента;

– $ACT: I \times S \times A \to A'$ – функция принятия решения, сопоставляющая текущему внутреннему состоянию агента некоторое действие.

Литература

1. Massive Software [Электронный ресурс] – Режим доступа: *URL*: *http://web.archive.org/web/20080415081617/http://www.massivesoftware.com/showcase/film/* (23.02.2019).

2. Информационные мультиагентные технологии в экономике [Электронный ресурс] – Режим доступа: *URL*: *https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-multiagentnye-tehnologii-v-ekonomike* (дата обращения: 23.02.2019).

3. Сысоев, В.В. Формирование конфликта в структурном представлении систем // Информационные технологии и системы. – Воронеж: Воронеж, отд. Междун. акад. информатизации, 1996 г. – 30 с.

4. Зикратов, И.А. Построение модели доверия и репутации к объектам мультиагентных робототехнических систем с децентрализованным управлением. / И.А. Зикратов, Т.В. Зикратова, И.С. Лебедев, А.В. Гуртов. – Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2014 г. – 9 с.

И.С. Казанцева, О.П. Солдатова

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ КАСКАДНЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ

(Самарский университет)

Целью данной работы является решение задачи детектирования изображения с помощью каскадного классификатора Хаара и каскадного классификатора LBP применительно к детектированию оптимальных мест для измерения толщины комплекса интим-медиа артериальной стенки сонной артерии.

Каскадные алгоритмы, известные так же, как классификаторы со скользящим окном, получили широкое распространение. Паул Виола и Майкл Джонс первыми предложили метод для обнаружения лиц на фотографиях. Для реше-

ния этой задачи были применены признаки Хаара – прямоугольные особенности, подобные вейвлетам Хаара. Позже актуальным стало применять признаки LBP, являющиеся описанием окрестности пикселя изображения в двоичном представлении, по причине их более быстрого счёта. Обнаружение объектов каскадными методами основано на этих признаках – вычисляя свёртку признака с изображением, детектор анализирует содержимое [1]. Под свёрткой подразумевается S = X – Y, где Y — сумма элементов изображения в тёмной области, а X — сумма элементов изображения в светлой области. Так же возможен вариант устойчивой при изменении масштаба свёртки - S = X/Y. Свёртки подчёркивают структурную информацию объекта [2].

Вейвлет – математическая функция, позволяющая анализировать различные частотные компоненты данных. Вейвлет Хаа́ра — один из первых и наиболее простых вейвлетов. Он основан на ортогональной системе функций, предложенной венгерским математиком Альфредом Хааром в 1909 году [3]. Признаки Хаара – двоичная аппроксимация вейвлета Хаара, каждый из которых является двоичной маской, т.е. черно-белым изображением. Примеры признаков Хаара представлены на рисунке 1.

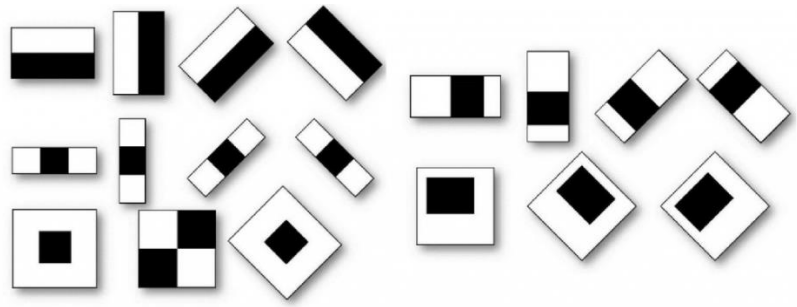


Рисунок 1– Признаки Хаара

Локальный бинарный шаблон (Local Binary Pattern, LBP) – это определенный вид признака, используемый для классификации в компьютерном зрении. Он был предложен Тимом Оджалой в 1996 году. Локальный бинарный шаблон представляет собой эффективный оператор, который представляет каждый пиксель изображения в виде двоичного числа, зависящего от интенсивности соседних пикселей изображения.

Локальный бинарный шаблон (LBP) представляет собой описание окрестности пикселя изображения в двоичном представлении. Базовый оператор использует восемь пикселей окрестности, принимая значение интенсивности центрального пикселя в качестве порога (рисунок 2). Пиксели со значением интенсивности большим или равным значению интенсивности центрального пикселя принимают значения равные «1», остальные - «0». Результатом применения базового оператора LBP к пикселю изображения является восьмиразрядный бинарный код, описывающий окрестность этого пикселя [4].

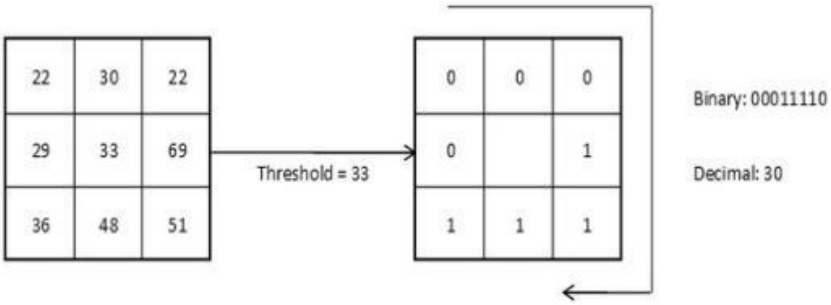


Рисунок 2– Базовый оператор LBP

В основе формирования каскада классификаторов лежит алгоритм adaptive boosting'a (адаптивного усиления), или сокращенно AdaBoost (мета-алгоритм, предложенный Йоавом Фройндом и Робертом Шапиро. Этот алгоритм может использоваться в сочетании с несколькими алгоритмами классификации для улучшения их эффективности. AdaBoost чувствителен к шуму в данных и выбросам. Однако он менее подвержен переобучению по сравнению с другими алгоритмами машинного обучения.

Рассмотрим методику AdaBoost на примере. Пусть нам дан набор эталонных объектов – точек на плоскости, т.е. значение и класс, к которому принадлежит точка (+1 – синяя точка, -1 – красная точка). Существует множество горизонтальных и вертикальных прямых, которые разделяют плоскость на две части с наименьшей ошибкой – простые классификаторы. На рисунке 3 показано, что при определенной комбинации простых классификаторов мы можем достигнуть лучшего результата классификации. Адаптивность алгоритма заключается в том, что при обучении и составлении итогового классификатора, обучение базируется на распознавании более сложных объектов, на которых классификатор выдает большую погрешность.

Для обучения каскадных классификаторов используются 129 положительных изображений и 466 отрицательных. Для тестирования используются 75 УЗИ снимков с размеченными допустимыми местами для измерения толщины комплекса интим-медиа артериальной стенки сонной артерии.

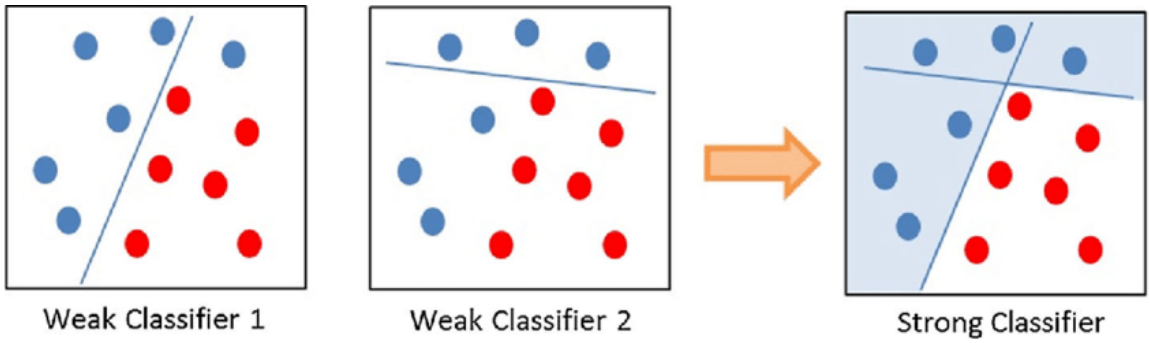


Рисунок 3 – Пример комбинации слабых классификаторов

Для определения качества детектирования будем считать отношение количества промахов классификации к общему числу векторов.

$К = \frac{I_{пром}}{I_{общ}}$, где Lпром - количество промахов детектирования, Lобщ - общее количество изображений.

Для того, чтобы определить достоверность детектирования, на эталонном и итоговом изображения находятся координаты выделенных областей. Координаты областей итогового изображения поочередно сравниваются с координатами области эталонного изображения. В случае, если области накладываются друг на друга – детектирование считается успешным.

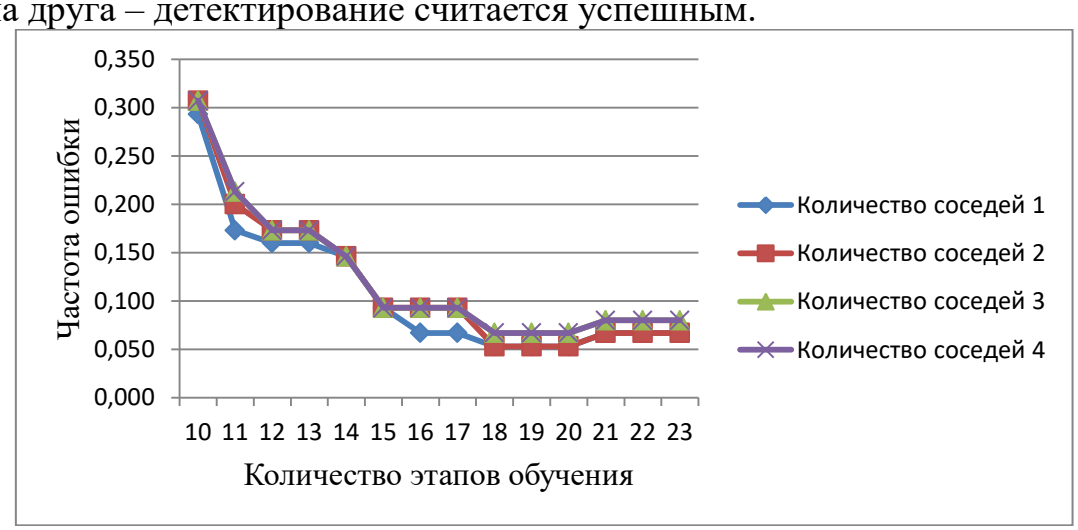


Рисунок 4 – Зависимость частоты ошибки каскадного классификатора Хаара от количества этапов обучения

На рисунке 4 показано, что при увеличении показателя количества соседей уменьшается количество ложных срабатываний, а также уменьшается и количество правильных детектирований. Минимальная частота ошибки достигается при использовании каскадного классификатора Хаара с 18 этапами обучения.

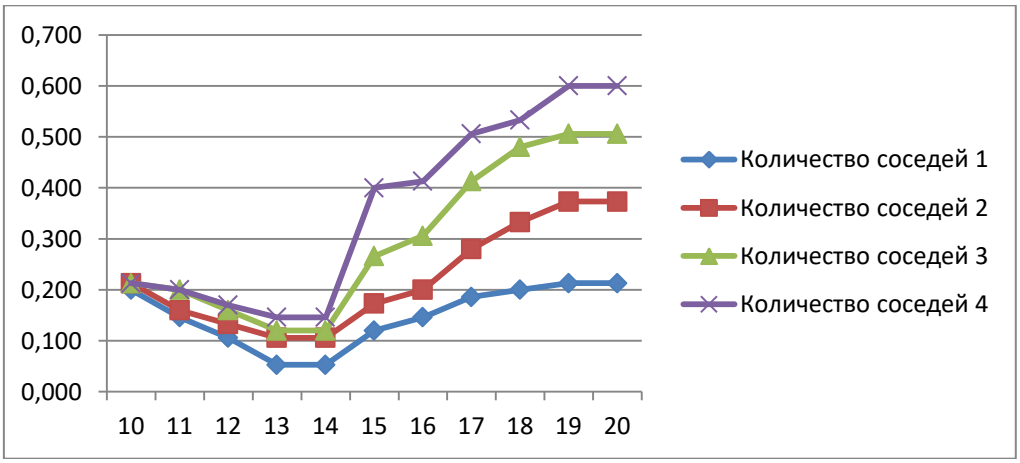


Рисунок 5 – Зависимость частоты ошибки каскадного классификатора LBP от количества этапов обучения

Обобщая представленные диаграммы, можно сделать вывод, что с задачей детектирования оптимальных участков измерения толщины комплекса интима-медиа общей сонной артерии, на данной обучающей выборке лучше справился

каскадный классификатор Хаара, поскольку он имеет более низкую среднюю частоту ошибки.

Литература

1. A general framework detection [Электронный ресурс] – URL: https://pdfs.semanticscholar.org/76f5/60991d56ad689ec32f9e9d13291e0193f4cf.pdf (дата обращения: 19.05.2019).

2. Использование каскада Хаара для сравнения изображений [Электронный ресурс] – URL: https://habr.com/ru/post/198338/ (дата обращения: 10.05.2019).

3. Zur Theorie der orthogonalen Function systeme [Электронный ресурс] – URL: http://rcin.org.pl/Content/67971/WA35_17124_5579_Zur_Theorie.pdf (дата обращения: 19.05.2019).

4. The Local Binary Pattern Approach to Texture Analysis [Электронный ресурс] – URL: http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514270762.pdf (дата обращения: 19.05.2019).

А.Г. Карамзина, И.Ф. Хабибуллина

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ КОМПЕТЕНЦИЯМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Экономические показатели и конкурентоспособность любой организации во многом зависит от эффективности работы персонала. В связи с этим, предприятия уделяют особую роль к отбору наиболее подготовленного и подходящего для конкретной должности сотрудника из большого числа соискателей.

В процессе отбора исследуются качества кандидата и принимается решение о соответствии его компетенций к конкретному виду деятельности.

Для эффективного подбора персонала необходима детальная оценка уровня подготовки кандидатов по профессиональным компетенциям для замещения вакантной должности. Четкие представления о требуемых профессиональных компетенциях кандидата, подходящего на определенную должность, помогут сосредоточиться на ключевых компетенциях и не тратить время на анализ второстепенных качеств соискателей.

При подборе персонала необходимо анализировать большой объем информации. В связи с этим, встает вопрос об оптимизации и автоматизации работы лиц, занимающихся этим процессом. Использование систем поддержки принятия решений облегчит работу лица принимающего решение при анализе информации и позволит принять наиболее оптимальный вариант решения.

Для реализации системы поддержки принятия решений подбора персонала можно использовать разные математические модели, в том числе и методы *Data Mining*, к числу которых относится кластеризация. Данный метод позволя-

ет находить разбиение некоторого множества объектов на заданное число компактных кластеров [1, 2].

Для проведения кластерного анализа необходима выборка, при этом выходом является множество кластеров, включающих схожие характеристики. Требуется разбить выборку на кластеры на основе схожести признаков объектов для одного кластера и различия признаков объектов разных кластеров [3].

В качестве исходной информации для решения рассматриваемой задачи задано множество соискателей X. Каждому соискателю соответствует определенный уровень сформированности профессиональных компетенций, который определяется оценкой решения контрольно-измерительных материалов.

Для исходной выборки были построены три главные компоненты и выполнен компонентный анализ. Первые две главные компоненты описывают 56% дисперсии исходных данных. Третья главная компонента добавляет еще 20% дисперсии, в сумме получается 76%, что достаточно для анализа пространственного распределения объектов.

В качестве переменных были выбраны уровни сформированности профессиональных компетенций соискателей, претендующих на должности укрупненной группы 27.00.00 «Управление в технических системах», на основании которых работодатель принимает решение о приеме на работу. Были выделены десять профессиональных компетенций (ПК1-ПК10). Количество объектов (соискателей) равно двадцати.

Веса признаков в главных компонентах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Веса признаков

№	*Component 1*	*Component 2*	*Component 3*
ПК1	0,280307	-0,157445	0,421515
ПК2	0,388336	-0,145124	0,214338
ПК3	0,399443	-0,247334	0,068261
ПК4	-0,398008	-0,175808	0,230465
ПК5	-0,379541	-0,172024	0,222254
ПК6	-0,351217	-0,285496	-0,0561268
ПК7	0,0181447	-0,0958433	-0,585506
ПК8	0,189239	0,327641	-0,400452
ПК9	0,102708	0,412961	0,377884
ПК10	0,0303186	0,537451	0,119429

Первая главная компонента в наибольшей степени зависит от признаков ПК3, ПК4, ПК2, ПК5, ПК6. Вторая главная компонента – от признаков ПК10, ПК9, ПК8. Третья главная компонента – от признаков ПК7, ПК1, ПК8.

Проекция множества объектов на пространство трех ГК представлена на рисунке 1.

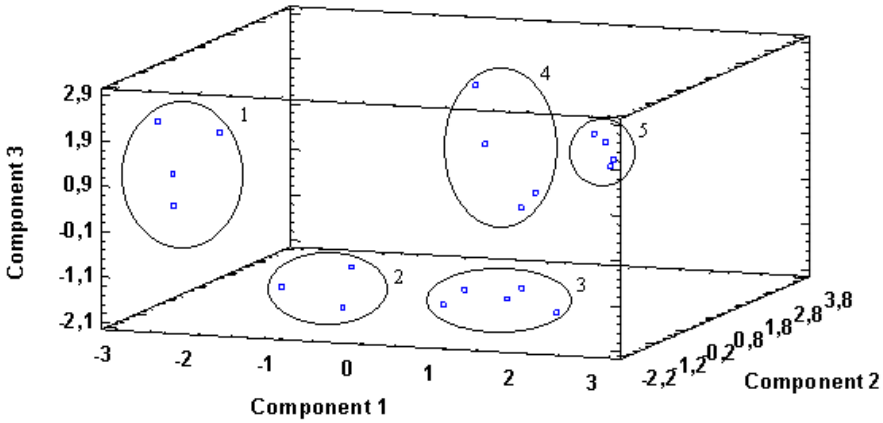


Рисунок 1 – Проекция множества объектов на пространство трех ГК

Все множество объектов разделилось на пять классов. Были получены характеристики классов относительно признаков.

Таким образом, соискатели вошедшие в первый класс могут претендовать на должность системного аналитика, так как у них высокий уровень сформированности следующих компетенций:

- ПК1 – способность разрабатывать технические задания по проектам на основе системно-аналитических исследований сложных объектов управления с использованием технологий синтеза и управления;
- ПК2 – способность проводить анализ и принимать решения на основе методов системного анализа и теории управления; осуществлять постановку целей и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности;
- ПК3 – способность разрабатывать модели систем; использовать программные инструменты для системного анализа и синтеза сложных систем.

Соискатели вошедшие во второй класс претендуют на должность программиста АСУ ТП, так как у них высокий уровень сформированности компетенций ПК6, ПК7, ПК8.

Соискатели вошедшие в третий класс претендуют на должность инженера по качеству, так как у них высокий уровень сформированности компетенций ПК4, ПК5, ПК6.

Соискатели вошедшие в четвертый класс претендуют на должность метролога, так как у них высокий уровень сформированности компетенций ПК8, ПК9, ПК10.

Соискатели вошедшие в пятый класс претендуют на должность менеджера по инноватике, так как у них высокий уровень сформированности компетенций ПК3, ПК7, ПК8.

Дендрограмма полученная методом Варда для пяти кластеров (классов) представлена на рисунке 2.

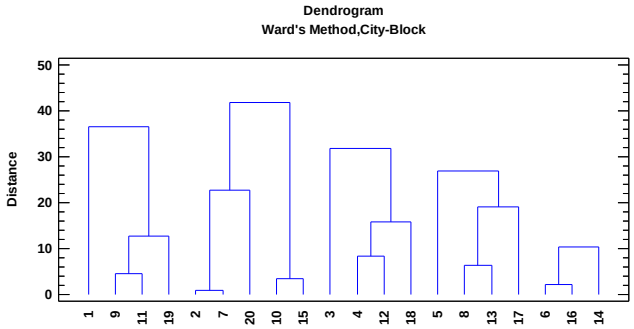


Рисунок 2 – Дендограмма

Информация по координатам центроидов представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Информация по координатам центроидов

Cluster	ПК1	ПК2	ПК3	ПК4	ПК5	ПК6	ПК7	ПК8	ПК9	ПК10
1	2,5	3,0	3,0	1,25	1,25	1,5	1,25	1,75	1,75	1,25
2	1,0	1,6	1,4	1,4	1,2	2,6	2,8	2,8	1,0	1,4
3	1,25	1,25	1,5	2,75	2,75	2,75	1,25	1,25	1,25	1,25
4	1,25	1,5	1,5	1,25	1,25	1,0	1,25	2,75	2,75	2,75
5	1,0	1,33333	2,66667	1,0	1,33333	1,0	2,66667	3,0	1,0	1,0



Рисунок 3 – Карта компетенций системного аналитика различных уровней

На основании информации о координатах центроидов выделенных кластеров были сформулированы следующие правила классификации:

- если ПК1=высокий, ПК2=высокий, ПК3=высокий, то Кластер 1;
- если ПК6=высокий, ПК7=высокий, ПК8=высокий, то Кластер 2;
- если ПК4=высокий, ПК5=высокий, ПК6=высокий, то Кластер 3;
- если ПК8=высокий, ПК9= высокий, ПК10= высокий, то Кластер 4;
- если ПК3=высокий, ПК7=высокий, ПК8=высокий, то Кластер 5.

Результаты компонентного и кластерного анализов совпали.

На основании выявленного списка компетенций и критериев их оценки была сформирована карта компетенций системного аналитика различный уровней (рисунок 3), которая отражает требуемый уровень знаний на указанных должностных позициях.

Таким образом, карта компетенций показывает характеристику сотрудника, его способности к выполнению тех или иных трудовых функций.

Литература

1. Гузаиров М.Б. Информационное, математическое и программное обеспечение поддержки принятия решений при отборе претендентов / Гузаиров М.Б., Сметанина О.Н., Сафиуллина Д.Ф., Маркушева А.М. // Вестник уфимского государственного авиационного университета. – 2014. – №5(66). – С. 185-191.

2. Ильясов Б.Г. Интеллектуальная информационная система поддержки процедур управления воспроизводственным процессом / Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Павлова А.Н. // Программные продукты и системы. – 2010. – №1. – С. 88-90.

3. Тархов С.В. Информационная система отбора претендентов на вакантные рабочие места / Тархов С.В., Минасова Н.С., Шагиева Ю.Р. // Вестник башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – №4(24). – С. 88-92.

Н.Г. Крупец, С.В. Федоров

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РАЗНОТИПНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

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

Введение

В представленной работе рассматриваются методы построения логических решающих правил классификации объектов, характеризуемых вектором признаков, измеренных в шкале наименований.

Постановка задачи

Разработать систему – сайт для исследования методов построения классификаторов в пространстве разнотипных признаков. Под разнотипным признаками понимают данные, измеренные в разных шкалах, например, в шкале наименований.

Шкала наименований это - качественная шкала, она не содержит количественную информацию, в ней нет нуля и единиц измерений. Элементы этих шкал характеризуются только соотношениями эквивалентности (равенства) и сходства конкретных качественных проявлений свойств. Примером

может служить атлас цветов (шкала цветов). Процесс измерения заключается в визуальном сравнении окрашенного предмета с образцами цветов (эталонными образцами атласа) [1].

Методы построения классификаторов

Существуют разные методы построения классификаторов [2]:

- метод, основанный на алгоритме DW (реализует направленную процедуру поиска в виде дерева и дает локально-оптимальное решение);
- метод, основанный на алгоритме ND (реализует решающее правило на основе набора деревьев);
- метод, основанный на алгоритме CORAL (реализует направленную процедуру поиска закономерностей).

Остановимся на методе построения классификаторов на основе алгоритма CORAL, так как он обладает наибольшим быстродействием, что очень важно при работе с выборкой большого объема.

Этот алгоритм реализует направленную процедуру поиска закономерностей, характеризующих образ w, и дает локально-оптимальное решение. Работа алгоритма состоит из нескольких этапов.

Этап 1. В начале поиска путем перебора всевозможных элементарных высказываний T^*_j определяется наилучшее высказывание по некоторому выбранному критерию y.

Этап 2. Рассматриваются все высказывания длины два типа $s=T^*_j/\backslash T_i$. Выбирается то высказывание $s^* = T^*_j/\backslash T^*_i$, для которого значение y максимально и т.д. Перебор заканчивается в том случае, если найдена закономерность или когда число элементарных высказываний, входящих в s*, превысило некоторое m_0. Если закономерность не найдена, критерий b, которые представляет собой процент экземпляров необучающей выборки, которые могут подойти логическому решающему правило увеличивается уменьшается и перебор повторяется

Этап 3. После нахождения первой закономерности s^w_1 исключаются объекты образа w, на которых выполнилось s^w_1 и процедура поиска закономерностей для оставшихся объектов продолжается до тех пор, пока не будет получено покрытие множества A^w.

Этап 4. Для остальных образов процедура поиска закономерностей аналогична [2].

После исключения признаков, вошедших в выбранные закономерности, можно на оставшихся признаках получить новый набор закономерностей и т.д. Критерий y, по которому оцениваются различные высказывания во время перебора, был выбран не случайно. Он подбирается таким образом, чтобы логическое решающее правило отбирало как можно больше своих высказываний и как можно меньше чужих. Интуитивно ясно, что чем больше для высказывания s величина Psw , которая представляет собой процент высказываний из образа w, которые подходят логическому решающему правилу, и меньше величина Prsw, представляющая собой процент высказываний не образе w, которые подошли логическому решающему правилу, тем предпочти-

тельнее его оставлять для дальнейшего перебора. Критерий должен быть таким, чтобы на начальных этапах перебора предпочтение отдавалось сочетанию, которое выполняется на большем числе реализаций образа w. Однако если ориентироваться в основном на величину Psw, то закономерность можно не получить.

Поэтому вес реализации образа w возрастает по мере увеличения номера этапа. С учетом изложенного в качестве критерия y была использована величина y=Psw - m/2* Prsw, где m – номер этапа перебора.

Данный алгоритм реализован на языке программирования Java. Выбор языка Java обусловлен общими нестрогими положениями: он наиболее адаптированный для программирования в различных операционных системах, в том числе и для программирования мобильных приложений.

Алгоритм моделирования кластеров

Пусть наш кластер состоит из n объектов, измеренных в m наименованиях, который могут принимать s значений признаков. Например, объект мальчик имеет признак «цвет глаз», который может принимать значение только «зеленый», «карий» и «голубой». Чтобы создать первый кластер, мы прибегаем к автозаполнению посредством распределения вероятности случайных величин, где каждый из s признаков в равной степени может быть выбран признаком объекта. Таким образом, если наш признак измерен в 4-х наименованиях, то вероятность выпадения каждого из наименований будет 25%.

Для моделирования второго кластера мы у i-го признака изменяем распределение вероятности. Например, пусть у i-го признака, который измерен в 3 наименованиях вероятность выпадения первого наименования будет 80%, второго – 10% и третьего, соответственно, 10%.

Для третьего и последующих кластеров алгоритм моделирования аналогичен.

Результаты обучения

В программе мы моделируем два кластера, задавая им параметры: количество элементов, количество характеристик и номера характеристик, которые будут отличаться по распределению вероятности от остальных параметров кластера.

После создания кластеров для первого кластера строится логическое решающее правило таким образом, чтобы логическое решающее правило подходило всем элементам обучающей выборки, но наименьшему количеству элементов второго кластера.

Чтобы проверить работоспособность программы необходимо проверить работу логического решающего правила на тестирующей выборки, в которой мы заранее знаем элементы и однозначно можем определить должно сработать логическое решающее правило на этом элементе или нет. На основе работы логического решающего правила на тестирующей выборке мы можем определить процент ошибки нашего правила.

Далее приведены таблицы зависимости ошибки от количество экземпляров обучающей выборки, количества параметров, вероятность распределения которых изменена и количества возможных значений в каждом из кластеров для количества параметров равное 20(табл.1), 50(табл.2) и 70 (табл.3).

Таблица 1 – количество ошибок в процентах от общего числа при 20 параметрах для каждого экземпляра обучающей выборки

Количество экземпляров в выборке	200		500		1000		2000		10000	
Количество возможных значений в каждом из столбцов	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
1	13,50%	15%	8,80%	13,60%	14,50%	7,70%	10,55%	16,20%	10,21%	7,38%
2	12,50%	16,50%	7,80%	11,80%	15,60%	7,70%	11,15%	16,10%	10,55%	7,52%
5	11,50%	16%	9%	10,80%	14%	8,20%	10,10%	16,80%	10,25%	7,23%

Таблица 2 – количество ошибок в процентах от общего числа при 50 параметрах для каждого экземпляра обучающей выборки

Количество экземпляров в выборке	200		500		1000		2000		10000	
Количество возможных значений в каждом из столбцов	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
1	13,40%	15%	8,85%	13,65%	14,75%	7,73%	10,85%	16,75%	10,19%	7,33%
2	12,60%	16,45%	7,70%	11,50%	15,46%	7,50%	11,25%	16,15%	10,57%	7,52%
5	11,45%	16%	9%	10,30%	15%	8,30%	10,10%	16,80%	10,21%	7,29%

Таблица 3 – количество ошибок в процентах от общего числа при 70 параметрах для каждого экземпляра обучающей выборки

Количество экземпляров в выборке	200		500		1000		2000		10000	
Количество возможных значений в каждом из столбцов	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
1	13,60%	16%	8,65%	13,25%	14,20%	7,90%	10,95%	16,55%	10,22%	7,34%
2	12,60%	16,40%	7,45%	11,65%	15,35%	7,65%	11,75%	16,45%	10,52%	7,57%
5	11,45%	16%	9%	10,35%	15%	8,60%	10,15%	16,25%	10,24%	7,35%

Как видно из таблиц, процент ошибки не сильно меняется при росте количества параметров для каждого экземпляра обучающей выборки. Объясняется это тем, что для построения логического правила однозначно определяющего принадлежность элемента к кластеру достаточно 10-15 параметров.

Также можно заключить, что чем больше элементов в обучающей выборке, тем меньше процент ошибок на тестирующей выборке. При возрастании количества возможных значений каждого из параметров также наблюдается уменьшения процента ошибок. Это происходит из-за того, что логическое решающее правило становится более уникальным и, соответственно, лучше классифицирует элементы тестирующей выборки.

Также при увеличении количества параметров с неравномерным распределением вероятности значений на «альтернативной» выборке наблюдается, как правило, уменьшение ошибки, так как логическое решающее правило становится более уникальным.

Литература

1. Антамошкин А.Н., Масич И.С. Выбор логических закономерностей для построения решающего правила распознавания. 2014. 5 с.
2. Лбов Г.С. Методы обработки разнотипных экспериментальных данных, 1981. 413 с.

Т.О. Куцаева

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВ ПО ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКЕ

(Самарский университет)

Задача классификации текстов - одна из самых важных в компьютерной лингвистике. Она позволяет решать задачи определения эмоциональной окраски высказывания, жанра текста и многие другие [1].

В ходе данной работы разработаны интеллектуальные системы распознавания эмоциональной окраски текста на основе логистической регрессии и многослойного персептрона с одним скрытым слоем. Логистическая регрессия обучается с помощью метода наименьших квадратов, для персептрона же использован алгоритм ADAM [2]. Обучение происходило в 5 эпох, размер каждой пачки — 32 примера.

Логистической регрессией называют статистическую модель, предназначенную для предсказания вероятности возникновения какого-то события с помощью подгонки данных к логистической кривой, представленной на рисунке 1 [3].

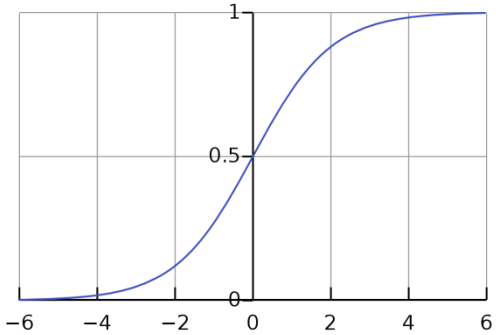


Рисунок 1 - Логистическая кривая, относительно которой делаются прогнозирования

Персептрон — это математическая или компьютерная модель восприятия информации мозгом. Появившись в конце 50-х - начале 60-х гг. XX века, он стал одним из самых первых моделей нейронных сетей [4]. На рисунке 2 представлена схема многослойного персептрона с одним скрытым слоем.

В данной работе в качестве набора данных используется Twitter — набор из 1,6 млн случайно выбранных уникальных сообщений социальной сети

Twitter на английском языке. Перед использованием в данной работе набор прошел процедуру нормализации — очищение от чисел, знаков пунктуации, все символы приведены к нижнему регистру.

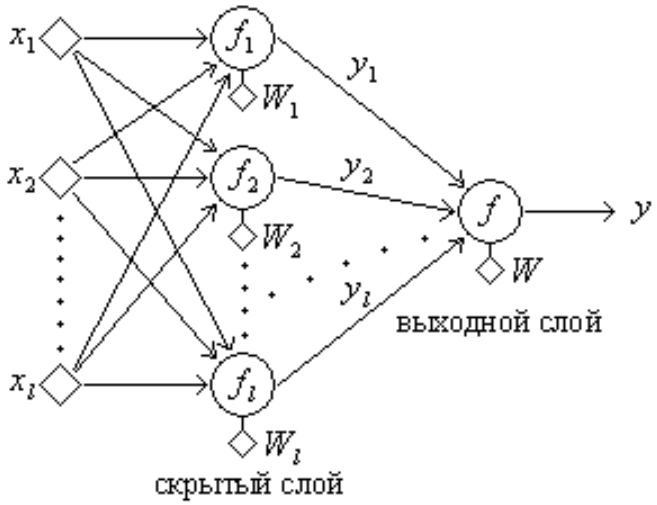


Рисунок 2 - Многослойный персептрон с одним скрытым слоем

Для проведения экспериментов использовалась платформа Google Compute Cloud с характеристиками, приведенными в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики облачной виртуальной машины, используемой в экспериментах

Количество процессоров	2
Объем оперативной памяти	10Гб
Графический процессор	Nvidia Tesla T4
Объем памяти графического процессора	16 Гб

Таблица 2. Сравнительная характеристика работы логистической регрессии и многослойного персептрона

	Логистическая регрессия	Многослойный персептрон
Доля верных ответов	84.08%	87.49%

Литература

1. Сайт КиберЛенинка [Электронный ресурс] - https://cyberleninka.ru/article/n/metody-avtomaticheskoy-klassifikatsii-tekstov.

2. Сайт Хабрахабр [Электронный ресурс] - https://habr.com/ru/post/318970/.

3. Логистическая регрессия // Википедия. [2008—2019]. Дата обновления: 20.12.2018.URL: https://ru.wikipedia.org/?oldid=96953962 (дата обращения: 19.05.2019).

4. Перцептрон // Википедия. [2007—2019]. Дата обновления: 19.05.2019. URL: https://ru.wikipedia.org/?oldid=99877448 (дата обращения: 19.05.2019).

С.А. Ляшева, Р.М. Шакирзянов,
А.А. Шакирзянова, М.П. Шлеймович

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЦЕНТОВ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДИАЛЬНОЙ СИММЕТРИИ

(Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А. Н. Туполева - КАИ)

В настоящее время широко применяются технологии компьютерного зрения, которые основаны на методах обработки изображений. При этом часто используются методы обнаружения объектов. [1, 2.].

Методы обнаружения объектов на изображении можно разделить на две группы. К первой относятся те методы, которые основаны на цветовых характеристиках искомого объекта, ко второй – методы, использующие информацию о его форме. Каждый из подходов имеет свои преимущества и недостатки. Например, при работе с цветом сложность заключается в том, что объекты изначально одного цвета могут иметь различные цветовые характеристики в зависимости от их состояний и условий формирования изображений, а при работе с формой сложность заключается в наложении объектов и в неоднозначности их восприятия при различном размещении из-за перспективных искажений. Чтобы компенсировать недостатки указанных подходов, зачастую используют их комбинацию.

Как правило, общая схема обнаружения объектов на изображении состоит из трёх этапов: сегментация; поиск особенностей; описание.

Чаще всего на этапе сегментации сначала производится анализ изображения на основе цвета, а затем применяется анализ формы объектов. Но в некоторых работах предложено этот порядок действий изменить на обратный, например, в статье [3].

Впоследствии на основе метода радиальной симметрии для определения окружности Лой и Барнес предложили метод для поиска правильных многоугольников и применили его для поиска прямоугольных дорожных знаков [4]. Впоследствии он был адаптирован для поиска регулярных полигонов (Regular Polygon Detector, RPD) [5, 6]. Системы распознавания дорожных знаков на основе данного подхода описаны в работах [7, 8].

Идея метода быстрой радиальной симметрии (Fast Radial Symmetry, FRS может быть распространена на решение задач детектирования различных классов объектов путём разработки формальной математической модели поиска их центров. Главным преимуществом метода определения радиальной симметрии является его сравнительно невысокая вычислительная сложность, что позволит

использовать его в мобильных системах с ограниченными вычислительными ресурсами. При этом имеется возможность распараллеливания алгоритма, что позволяет ускорить выполнение обработки данных на многопоточных вычислительных системах [9].

Преобразование быстрой радиальной симметрии (Fast Radial Symmetry Transform) заключается в формировании весового изображения. В данном весовом изображении с каждым пикселем будет ассоциировано значение, отражающее его вес в качестве центра радиальной симметрии.

Весовое изображение формируется следующим образом. Сначала для каждого пикселя $\mathbf{p} = (x, y)$ исходного изображения I вычисляется значение градиента $g(\mathbf{p})$:

$$g(\mathbf{p}) = \sqrt{g_x^2(\mathbf{p}) + g_y^2(\mathbf{p})}, \quad (1)$$

где $g_x(\mathbf{p})$, $g_y(\mathbf{p})$ – значения горизонтального и вертикального градиентов в точке $\mathbf{p}$ соответственно, полученные, например, с помощью операторов Собеля.

Затем для каждого значения $n \in \mathbf{N}$, где $\mathbf{N}$ – множество значений радиусов симметрии, формируются O_n и M_n – изображения проекций направлений и модулей градиентов:

$$O_n(\mathbf{p}_+(\mathbf{p})) = O_n(\mathbf{p}_+(\mathbf{p})) + 1, \quad (2)$$

$$O_n(\mathbf{p}_-(\mathbf{p})) = O_n(\mathbf{p}_-(\mathbf{p})) - 1, \quad (3)$$

$$M_n(\mathbf{p}_+(\mathbf{p})) = M_n(\mathbf{p}_+(\mathbf{p})) + \| g(\mathbf{p}) \|, \quad (4)$$

$$M_n(\mathbf{p}_-(\mathbf{p})) = M_n(\mathbf{p}_-(\mathbf{p})) - \| g(\mathbf{p}) \|, \quad (5)$$

где $\mathbf{p}_+(\mathbf{p})$ и $\mathbf{p}_-(\mathbf{p})$ – точки, расположенные на расстоянии n по направлению градиента и против направления градиента в точке $\mathbf{p}$ (Рис. 1):

$$\mathbf{p}_+(\mathbf{p}) = \mathbf{p} + \operatorname{round}\left(\frac{g(\mathbf{p})}{\|g(\mathbf{p})\|} n \right), \quad (6)$$

$$\mathbf{p}_-(\mathbf{p}) = \mathbf{p} - \operatorname{round}\left(\frac{g(\mathbf{p})}{\|g(\mathbf{p})\|} n \right). \quad (7)$$

Точки $\mathbf{p}_+(\mathbf{p})$ и $\mathbf{p}_-(\mathbf{p})$ называют положительно-отраженные и отрицательно-отраженные пиксели соответственно.

Далее для каждого значения n выполняется свертка:

$$S_n = F_n * G_n, \quad (8)$$

где

$$F_n(\mathbf{p}) = \left(\tilde{O}_n(\mathbf{p})\right)^{\alpha} \tilde{M}_n(\mathbf{p}), \quad (9)$$

$$\tilde{O}_n(\mathbf{p}) = \frac{|O_n(\mathbf{p})|}{\max_{\mathbf{p}} \{|O_n(\mathbf{p})|\}}, \quad (10)$$

$$\tilde{M}_n(\mathbf{p}) = \frac{|M_n(\mathbf{p})|}{\max_{\mathbf{p}} \{|M_n(\mathbf{p})|\}}, \quad (11)$$

α – параметр радиальной жесткости; G_n – низкочастотный гауссов фильтр.

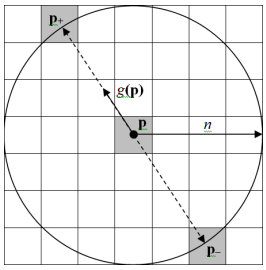


Рис. 1. Положительно-отраженные и отрицательно-отраженные пиксели

Одной из задач, для решения которых может быть применено преобразование быстрой радиальной симметрии, является детектирование центров радиально-симметричных объектов на изображении.

Базовый алгоритм для решения указанной задачи имеет следующий вид:

1. преобразовать изображение в полутоновую форму;
2. выполнить однонаправленное преобразование быстрой радиальной симметрии по второму варианту;
3. выполнить бинаризацию;
4. детектировать контуры;
5. вычислить центры масс точек контуров.

В заключение отметим, что быстрое преобразование радиальной симметрии может быть эффективно применено для построения процедур обработки и анализа изображений в системах на основе компьютерного зрения, в том числе системах управления технологическими процессами, системах контроля и управления доступом на охраняемые территории, системах промышленного контроля, системах управления транспортными средствами и др.

Литература

1. S.A. Lyasheva, M.V. Medvedev, and M.P. Shleimovich, "Terrain object recognition in unmanned aerial vehicle control system," Russian Aeronautics, vol. 57 (3), pp. 303-306, 2014.

2. M.P. Shleymovich, M.V. Medvedev, and S.A. Lyasheva, "Object detection in the images in industrial process control systems based on salient points of wavelet transform analysis," 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016, 7911633, 2016.

3. Møgelmose, M.M. Trivedi, and T.B. Moeslund, "Vision-Based Traffic Sign Detection and Analysis for Intelligent Driver Assistance Systems: Perspectives and Survey", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 13 (4), pp. 1-17, December 2012.

4. G. Loy and N. Barnes, "Fast shape-based road sign detection for a driver assistance system," 2004 IEEE/RSJ Intelligent Robots and Systems, vol. 1, pp. 70-75, 2004.

5. N. Barnes, G. Loy, and D. Shaw, "The regular polygon detector," Pattern Recognition, vol 43 (3), pp. 592-602, March 2010.

6. N. Barnes, G. Loy, D. Shaw, and A. Robles-Kelly, “Regular polygon detection,” 2005 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), vol. 1, pp. 778-785, 2005.

7. M.A. Souki, L Boussaid, and M Abid, “An embedded system for real-time traffic sign recognizing," 3rd International Design and Test Workshop, pp. 273-276, December 2008.

8. C.G. Keller, C. Sprunk, C. Bahlmann, J. Giebel, and G. Baratoff, “Real-time recognition of US speed signs,” 2008 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 518-523, June 2008.

9. V. Glavtchev, P. Muyan-Ozcelik, J.M. Ota, and J.D. Owens, “Feature-based speed limit sign detection using a graphics processing unit,” 2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 195-200, June 2011.

М.Г. Лысиков, Г.А. Довгерд

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ ТИПА АВТОБЛОКИРОВКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ

(Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ), АО «НИИАС»)

Целью данного доклада является иллюстрация процесса создания инструмента и методики выбора рационального варианта оснащения проектируемых железнодорожных линий устройствами ЖАТ, исходя из особенностей эксплуатации будущих линий.

Железнодорожные линии в настоящее время характеризуются тем, что их топология претерпела существенные изменения, а именно: демонтаж инфраструктуры в 1990-2000-х гг. и фаза резкого роста нагрузки в пределах городских агломераций в начале 2010-х гг. вследствие сосредоточения населения вокруг Москвы, Санкт-Петербурга и других крупных городов. В результате на ряде станций, таких как Москва Октябрьская, Москва Ярославская, Санкт-Петербург Московский и др. возник существенный дефицит пропускной способности применительно к сочетанию высокоскоростного и возрастающего пригородного движения.

Поэтому остро встал вопрос инфраструктурного развития таких линий. Для того, чтобы выбрать наилучший вариант выбора устройств сигнализации, централизации и блокировки, обеспечивающий, с одной стороны, достаточный объем пропускной способности, а с другой - не создающий избыточных ее резервов, потребовалось начать работы по созданию новой методики выбора рационального варианта оснащения проектируемых или реконструируемых линий.

В традиционной технико-экономической литературе принят следующий подход.

В связи с тем, что объем грузовых и пассажирских перевозок, как правило, изменяется плавно, а уровень наличной пропускной и провозной способности линии можно увеличить скачкообразно, то наиболее эффективным является поэтапное осуществление мероприятий.

Чтобы оценить наиболее выгодную схему перевооружения линии, разрабатывается экономическая модель развития систем автоблокировки, включая интервальное регулирование, и выполнения перспективных потребных объемов перевозок.

Присвоим каждому из возможных мероприятий по развитию СЦБ порядковый номер *1,2,…, n*. Осуществление того или иного мероприятия означает изменение соответствующего ему технического показателя линии. Например, это может быть сокращение межпоездного интервала на величину *dI*.

Обозначим соответствующие мероприятиям параметры i_1, i_2, i_k, i_n.

Каждое мероприятие, и, следовательно, изменение каждого параметра будут осуществлены на линии один раз в срок t_k.

Таким образом, мы будем работать с элементами вектора параметров линии $I = (i_1, i_2, i_k, \dots, i_n)$ и вектором сроков их изменения $t = (t_1, t_2, t_k, \dots, t_n)$.

Сокращение интервалов в процессе реализации мероприятий требует капитальных вложений, описываемых функцией *K=K(I)*.

Приведенные к годовым суммарные затраты на линии, изменяющиеся в результате роста перевозок и усиления пропускной способности, зависят от значений параметров, характеризующих устройства СЦБ, и от срока эксплуатации линии, т.е. $E = E(I, t)$.

Итоговые затраты, связанны с проведением всех мероприятий за весь период прогноза составят:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \frac{K_i(I)}{(1+r)^i} + \sum_{i=1}^{n} \frac{E_i(I,t)}{(1+r)^i}, \quad (1)$$

где *r* – коэффициент эффективности, который может принимать значение ставки дисконтирования, коэффициента WACC, коэффициента отраслевой эффективности или т.п.

Рациональным вариантом развития СЦБ на линии является такой, при котором на каждом этапе наличная провозная способность должна быть выше или равна потребной.

Для проведения детальных расчетов необходимо установить зависимость перевозочных затрат от показателей СЦБ линии.

До тех пор, пока такая зависимость не установлена, следует решать задачу выбора потребного СЦБ путем расчета вариантов и выбора из них такого, при котором отношение совершенных затрат к величине избыточного резерва провозной способности минимально при выполнении требований к рациональному варианту.

С позиции эксплуатации железных дорог [1], на двухпутных участках, оборудованных автоблокировкой, применяют пакетный график. Время занятия поездом ограничивающего перегона в данном случае равно интервалу в пакете I, а пропускная способность в каждом направлении

$$N = \frac{1440 - t_{\text{техн}}}{I} \alpha_{\text{н}}, \quad (2)$$

где I – интервал между поездами данного направления, определяемый как наибольший по условиям пропуска поездов по перегонам и станциям, мин.

«Формула (2) справедлива лишь при интервалах автоблокировки 8 мин и более. При меньшем интервале начинает сказываться несинхронность движения поездов. Кроме того, при расчёте перегонного времени хода принимается среднее значения сопротивления движению (фактически оно может отклоняться на ± 35%). Стандарты на характеристики локомотивов также допускают отклонение силы тяги от номинальной на 4%. Всё это приводит к колебаниям ходовой скорости движения, и в результате поезда на участке не могут соблюдать заданный интервал. Чрезмерное сближение поездов приводит к необходимости их движения под жёлтый сигнал светофора, что вызывает торможение и уже существенное увеличение интервала» [1].

В связи с вышеизложенным классическая методика не может применяться в настоящее время, особенно с учетом появления таких технических решений, как виртуальная сцепка, интервальное регулирование и т.п., при которых величина межпоездного интервала достигает 3 минут.

В 2015 г. Андерс Лифдфилд в своей докторской диссертации «Анализ пропускной способности железных дорог – Методы моделирования и оценки расписаний, задержки и инфраструктуры» [2] использовал метод имитационного анализа работы двухпутной линии.

Такой анализ заключается в сравнении результатов нескольких смоделированных сценариев, в которых изменяются свойства инфраструктуры, расписание или возмущения. Каждый сценарий требует нового моделирования, в котором должны быть выполнены, по крайней мере, некоторые из вышеуказанных шагов, что может занять много времени, если количество сценариев слишком велико. Тем не менее, такой подход позволяет учесть различные комбинации категорий поездов (высокоскоростных, грузовых, пригородных и др.), технических средств и иных факторов, не учтенных в классическом понимании. В алгоритме планирования расписания с различной плотностью движения создаются путем изменения направления движения между поездами, начинающимися в начале маршрута. Затем поезда планируются как можно быстрее от места отправления до места назначения. Возмущения включают в себя три различных типа задержек, задержки входа, продления времени работы и продления времени пребывания.

В зависимости от степени неоднородности поездопотока на линии и интенсивности движения поездов строится кривая общих эксплуатационных расходов по данному варианту. Путем отыскания минимума общих затрат выбирается наилучшее решение по организации движения поездов.

Данный метод может быть модернизирован и адаптирован к решению нашей задачи.

В этом случае при проектировании новой железнодорожной линии, как и в традиционном варианте, задаются объемы перевозок и строится базовый вариант организации движения поездов.

Затем, в зависимости от применяемых технических средств (например, полуавтоблокировка, двухсторонняя автоблокировка, АБТЦ МШ, управление по радиоканалу с подвижным блок-участком, виртуальная сцепка и др.) выбирается величина межпоездного интервала, которая напрямую влияет на интенсивность движения поездов в час.

Далее, имитационная модель новой линии, полученная при выполнении раздела «Организация движения» [3], регулируется на оценку величины загруженности линии и тем самым выбирается вариант с наименьшим, но достаточным резервом пропускной способности.

При выборе критерия выбора рационального варианта в том или ином виде вводится функция затрат (денежных либо условно-натуральных). Данная функция должна отвечать следующим требованиям:

1. Иметь одну точку минимума
2. Состоять из двух слагаемых, первое из которых монотонно уменьшается с ростом интенсивности движения поездов, а второе, наоборот, возрастает.

Примеры таких функций приведены в [2] и являются производными от знаменитой формулы Вилсона в логистике.

Таким образом, экономическая оценка, выполняемая по классическим методикам, дополняется эксплуатационной оценкой. Кроме того, вместо имитационной модели [3] допустимо использовать программный продукт, предложенный в работе [2].

Подводя итог, можно сказать, что разработанная модель принятия решений, во-первых, учитывает как эксплуатационные, так и стоимостные характеристики; во-вторых, базируется на применении верифицированных программных продуктов для железнодорожного моделирования; в-третьих, обладает удобством при работе с различными параметрами оснащения и работы линии, а также базируется на строгих критериях оптимальности.

Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ 17-20-01065 «Разработка теории нейросетевого управления железнодорожными транспортными системами».

Литература

1. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов/П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, А. М. Макарочкин и др.; Под ред. П.С. Грунтова. – М.: Транспорт, 1994 г.

2. Лифдфилд А. «Анализ пропускной способности железных дорог – Методы моделирования и оценки расписаний, задержки и инфраструктуры» – Стокгольм, 2015. – 41 с. – ISBN 978-91-87353-65-9.

3. Лысиков М. Г. Применение имитационного моделирования для системного анализа функционирования транспортно-пересадочных узлов //Системы компьютерной математики и их приложения. – 2017. – №. 18. – С. 25-27.

З.З. Мингалиев, И.М. Кычкин

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТИПА «МНОГОСЛОЙНЫЙ ПЕРСПЕТРОН» ДЛЯ РЕШЕНИЯ МНОГОМЕРНЫХ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ)

Обратные задачи – это класс задач, когда известна некоторая прямая зависимость «вход-выход», опираясь на которую требуется рассчитать значения «выход-вход» [1]. При построении прямой модели на основе экспериментальных данных (регрессионная модель), могут возникать трудности с построением адекватных прямых регрессионных зависимостей, особенно для нелинейных моделей с несколькими выходами. Для таких задач может оказаться эффективным использование в качестве прямой модели нейронных сетей.

Нейронные сети типа «многослойный персептрон» хорошо зарекомендовали себя в решении регрессионных задач, когда сеть моделирует собой сложную самообучающуюся нелинейную регрессионную функцию [2].

Построим математическую модель, представляющую собой нейронную сеть типа «многослойный персептрон».

Существует табличная связь некоторого выходного вектора $Y=(y_1,y_2,...,y_m)$ от входного $X=(x_1,x_2,...,x_m)$. Допустим, существует зависимость между содержанием тяжелых металлов, таких как цинк, медь, свинец и хром, в крови и волосах человека и содержания тяжелых металлов в снеге и подвижном слое почвы.

Обозначим входные вектора следующим образом:

x_1 – содержание тяжелых металлов в крови;

x_2 – содержание тяжелых металлов в волосах;

и выходные вектора:

y_1 – уровень тяжелых металлов в снеге;

y_2 – уровень тяжелых металлов в подвижном слое почвы;

Для содержания тяжелых металлов в снеге и почве существуют предельно допустимые нормы, которые принято считать безопасными для человека. Обозначим эти значения как y^*_1, y^*_2 соответственно.

Необходимо определить концентрацию металлов в крови и волосах человека, которые будут получены, если в снеге и подвижном слое почвы присутствует максимально допустимая концентрация этих металлов.

Решение поставленной задачи разделим на два этапа.

Первый этап – это построение математической модели, которая описывает прямую зависимость Y от X:

$$(y_1, y_2, ..., y_m) = f(x_1, x_2, ..., x_n) \quad (1)$$

Соотношение (1) представляет собой задачу многомерной регрессии.

Стандартные регрессионные методы позволяют строить формальные зависимости (функции регрессии) для одной выходной переменной y. Для расчета коэффициентов нелинейной функции применяется метод наименьших квадратов - это математический метод, который основан на минимизации суммы квадратов отклонений значений функции регрессии от известных экспериментальных значений выходных переменных [3].

Однако классические методы регрессионного анализа не применимы для решения исходной задачи, так как в нашем случае выходных переменных несколько (y_1 - уровень тяжелого металла в снеге, y_2 - уровень тяжелого металла в подвижном слое почвы).

Альтернативой в качестве математической модели целесообразно выбрать нейронную сеть типа «многослойный персептрон». В нашем случае у сети будет два входа (x_1 - уровень тяжелого металла в крови и x_2 - уровень тяжелого металла в волосах) и два выхода (y_1 - уровень тяжелого металла в снеге, y_2 - уровень тяжелого металла в подвижном слое почвы).

В результате было построено и обучено четыре нейронных сети, показавших следующие результаты:

Таблица 1. Точность нейросетевых моделей с двумя выходами.

Входы	**Выход нейронной сети**	**Средняя ошибка**
Уровень цинка в крови + волосах	Уровень цинка в снеге + почве	$1.74 * 10^{-6}$
Уровень меди в крови + волосах	Уровень меди в снеге + почве	$6.02 * 10^{-2}$
Уровень свинца в крови + волосах	Уровень свинца в снеге + почве	$6.02 * 10^{-2}$
Уровень хрома в крови + волосах	Уровень хрома в снеге + почве	$6.74 * 10^{-2}$

Результаты были признаны неудовлетворительными – приемлемая ошибка была достигнута только для модели по содержанию цинка. Для выяснения причин низкой точности моделей был проведен корреляционный анализ выходных векторов, показавший практическое отсутствие зависимости меду содержанием металлов в снеге и подвижном слое почвы. В связи с этим для увеличения точности было принято решение построить отдельные нейросетевые модели для каждого металла и каждой внешней среды.

После обучение самостоятельных нейронных сетей по каждому тяжелому металлу в отдельности средние ошибки при обучении составили (см. Таблицу 2).

Таблица 2. Точность нейросетевых моделей с одним выходом.

Входы	**Выход нейронной сети**	**Средняя ошибка**

Входы	Выход нейронной сети	Средняя ошибка
Уровень цинка в крови + волосах	Уровень цинка в снеге	$8.35 * 10^{-7}$
Уровень цинка в крови + волосах	Уровень цинка в почве	$8.59 * 10^{-7}$
Уровень меди в крови + волосах	Уровень меди в снеге	$1.65 * 10^{-5}$
Уровень меди в крови + волосах	Уровень меди в почве	$7.61 * 10^{-7}$
Уровень свинца в крови + волосах	Уровень свинца в снеге	$1.65 * 10^{-5}$
Уровень свинца в крови + волосах	Уровень свинца в почве	$7.61 * 10^{-7}$
Уровень хрома в крови + волосах	Уровень хрома в снеге	$6.24 * 10^{-3}$
Уровень хрома в крови + волосах	Уровень хрома в почве	$2.26 * 10^{-3}$

Сравнительный анализ данных Таблиц 1 и 2 показывает, что погрешность обучения при одном выходе значительно уменьшилась.

Таким образом для решения поставленной задачи мы выбираем модель с одним выходом.

Спроектированная в результате нейронная сеть имеет один скрытый слой и 300 нейронов в нем с сигмоидальной функцией активации.

Сеть обучается по имеющимся исходным данным зависимости содержания металлов в биосредах и окружающей среде по методу градиентного спуска с адаптивным обучением.

На втором этапе строится обратная задача. Необходимо задать значения выходных переменных, то есть $y_i\left(i=\overline{1,2}\right)$, и по ним вычислить значения входных переменных $x_i\left(i=\overline{1,2}\right)$. y_i будут равны предельно допустимым нормативам содержания металлов в крови и волосах: y^*_1 и y^*_2. Для решения обратной задачи поиска соответствующих значений x_i необходимо построить оптимизационные задачи следующего вида:

$$F(x_1,x_2)=\left[f(x_1,x_2)-\left(y_1^*\right)\right]^2\to\min \quad (2)$$

$$F(x_1,x_2)=\left[f(x_1,x_2)-\left(y_2^*\right)\right]^2\to\min \quad (3)$$

Здесь $f(x_1,x_2)$ - ответ нейронной сети, построенной и обученной на первом этапе, на поданный входной вектор (x_1,x_2), y^*_1 и y^*_2 – заданные постоянные значения.

Функция $F(x_1,x_2)$ квадратичная, то есть достигает минимума в нуле. Очевидно, что равенство нулю $F(x_1,x_2)$ эквивалентно условиям: $f(x_1,x_2)=(y_1^*)$ или $f(x_1,x_2)=(y_2^*)$, что нам и требуется.

Задачи минимизации (2) и (3) возможно решить только численным методом, так как аналитически записать нейросетевую модель затруднительно.

Для решения поставленной задачи можно использовать любой численный оптимизационный метод. Будем применять прямые методы из-за сложности вычисления градиента функции $F(x_1,x_2)$. В частности для практической реализации был выбран метод Зейделя, который заключается в последовательной минимизации целевой функции $F(x_1,x_2)$ с выбором «наилучшего» шага [4].

Для реализации программного вычислительного комплекса использовался инструмент NNTool пакета прикладных программ MATLAB для построения, обучения и использования искусственных нейронных сетей [5]. Был разработан программный скрипт, реализующий оптимизационный метод Зейделя.

Для каждого из тяжелых металлов для выхода нейронной сети с данными о содержании металлов в снеге и подвижном слое почвы получены оптимальные концентрации металлов в крови и волосах. Результаты работы программы представлены в таблице 3.

Таблица 3. Оптимальные концентрации металлов в крови и волосах

Выход нейронной сети	k	X1MIN	X2MIN	FMIN
Цинк_снег	54	81.7500	2.15	0.0349
Цинк_почва	65	80.8500	2.4550	0.4047
Свинец_снег	11	0.55	0.266	0.1511
Свинец_почва	49	0.256	0.014	1.1182
Медь_снег	24	4.88	1.14	2.2531
Медь_почва	26	5.58	0.084	0.3986
Хром_снег	73	0.0937	0.0214	0.7150
Хром_почва	111	0.0937	0.0241	0.0317

Здесь k – номер итерации, при котором достигнута заданная точность $\varepsilon = 0.05$ при нахождении точек глобального минимума, X1MIN и X2MIN – искомые значения концентрации металлов в крови и волосах человека.

Таким образом, для каждого металла получено два условно безопасных значения по содержанию в крови и волосах. В качестве безопасного следует принимать минимальное из них.

В результате применения искусственных нейронных сетей типа «многослойный персептрон» в качестве прямой модели расчета, и последующей минимизации квадратичной функции ошибки методом Зейделя, с успехом могут решаться обратные задачи для сложных нелинейных зависимостей с произвольным числом выходов модели.

Литература

1. Костин В.А., Снегуренко А.П. Теория и практика решения обратных задач прочности летательных аппаратов. Казань: Издательство Казанского государственного технического университета, 2004.

2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. / Пер. с польского И.Д. Рудинского: М. Финансы и статистика, - 2002, - 344с. с ил.

3. Норман Дрейпер, Гарри Смит Прикладной регрессионный анализ, 3-е издание. М: Вильямс, 2007, - 912 с.

4. Мурга О.К., Еремеева А.А. Методы оптимизации: учебное пособие / О.К. Мурга, А.А.Еремеева. – М.: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2013. – 189 с.

5. В.Медведев, В.Потемкин. Нейронные сети. MATLAB 6. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. - 630 с.

З.З. Мингалиев

РАСПОЗНАВАНИЕ БИНАРНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ХЭММИНГА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ)

За последние годы в различных отраслях науки и техники отмечается тенденция к возрастанию интереса к искусственным нейронным сетям. Их популярность объясняется тем, что они позволяют эффективно решать задачи, которые плохо решаются классическими «аналитическими» методами.

По истечении многих лет забвения интерес к интеллектуальным системам быстро вырос за последнее время. Специалисты из несмежных областей (логистика, экология, физиология, архитектура, психология и другие) заинтригованы возможностями, предоставляемыми этой технологией, и ищут приложения им внутри своих дисциплин [1].

Искусственные нейронные сети сегодня находят применение в различных предметных областях: экономике, бизнесе, медицине, связи, интернете, вводе и обработка информации, безопасность и охранные системы, авионике и других.

Необходимо разработать программный комплекс, который будет выполнять задачу распознавания состояния окружающей среды. Входные данные: значения вероятностных рисков отдельных составляющих окружающей среды (воздуха, снега, почвы и биосреды). Выходные данные – номер одного из запомненных ранее состояний окружающей среды.

Распознаватель должен основываться на парадигме нейронной сети Хэмминга.

Алгоритм работы сети базируется на определении Хэммингово расстояния. Хэммингово расстояния – это количество отличающихся позиций в бинарных векторах. Результатом работы сети является нахождение образа с наименьшим расстоянием.

Отсутствие сигнала кодируется как (-1), наличие (1). Сеть состоит всего из 2-х слоев. Структура нейронной сети представлена на Рис. 1.

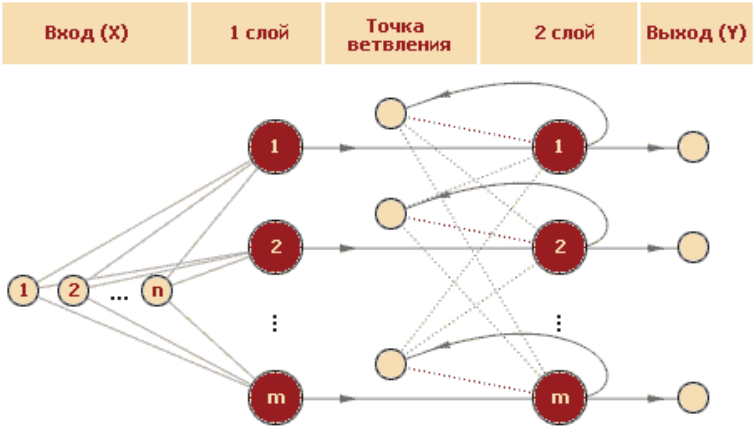


Рис. 1. Структурная схема сети Хэмминга

Нейронная сеть Хэмминга имеет следующий алгоритм работы:

1. На входы сети подается неизвестный вектор

$$X = \{x_i | i = 0, \dots n\}, \quad (1)$$

исходя из которого рассчитываются состояния нейронов первого слоя (верхний индекс в скобках указывает номер слоя):

$$y_j^{(1)} = s_j^{(1)} = \sum_{i=0}^{n-1} w_{ij} x_i + T_j, \quad j = 0, \dots, m-1. \quad (2)$$

После этого полученными значениями инициализируются значения аксонов второго слоя:

$$y_j^{(2)} = y_j^{(1)}, \qquad j = 0, \dots, m-1. \quad (3)$$

2. Вычислить новые состояния нейронов второго слоя:

$$s_j^{(2)}(p+1) = y_j(p) - \varepsilon \sum_{k=0}^{m-1} y_k^{(2)}(p), \quad k \neq j, \quad j = 0, \dots, m-1 \quad (4)$$

и значения их аксонов:

$$y_j^{(2)}(p+1) = f\left[s_j^{(2)}(p+1)\right], \quad j = 0, \dots, m-1. \quad (5)$$

Активационная функция f имеет вид порога, причем величина F должна быть достаточно большой, чтобы любые возможные значения аргумента не приводили к насыщению. На практике F обычно берется равным количеству примеров.

3. Проверить, изменились ли выходы нейронов второго слоя за последнюю итерацию. Если да – перейти к шагу 2. Иначе – конец [2].

Исходными данными задачи классификации является набор вероятностных рисков возникновения отрицательных изменений в отдельных природных сферах и в окружающей среде в целом. Часть таблицы вероятностных рисков, использованная при моделировании сети, представлена в таблице 1. Вероятностный риск представляет собой число от 0 до 1.

Таблица 3. Исходные данные задачи классификации

$P_{возд}$	$P_{снег}$	$P_{почв}$	$P_{биоср}$	$P_{общ}$	Класс состояния окружающей среды
0,3880	0,0680	0,2440	0,0550	0,3810	хорошее
0,3880	0,0680	0,2440	0,3000	0,3810	хорошее
…	…	…	…	…	…
0,7550	0,0680	0,2440	0,7500	0,8500	критическое
0,5230	0,0680	0,3670	0,0550	0,6460	плохое

Каждый набор можно представить в виде бинарных сигналов и обрабатывать по аналогии с обработкой изображений. Результатом обработки должно являться наименование класса состояния окружающей среды.

При распознавании изображений каждый пиксель представляет собой бинарный сигнал, где отсутствие сигнала (белый пиксель в черно-белом изображении) кодируется как -1, наличие сигнала (черный пиксель) как 1.

Для перевода вероятностного риска в двоичное представление будет использована функция хеширования. Значение вероятностного риска, умноженное на 10000, в виде числовой строки передаем на вход функции хеширования, а на выходе получаем хеш, содержащий 128 бит. Функция хеширования работает по алгоритму MD5.

В программном комплексе для реализации хеширования используется специальная криптографическая библиотека, интегрированная в среду разработки.

Был реализован программный комплекс на высокоуровневом языке программирования C#, реализациющий сети Хэмминга. Были проведены вычислительные эксперименты с различными вероятностными рисками. Результаты работы программы представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ полученных данных

№ экс-та	P воздуха	P снега	P почвы	P биосреды	Полученный ответ сети	Ожидаемый результат	Отметка о совпадении
1	0.9495	0.8654	0.7891	0.8765	Критическое	Критическое	+
2	0.4800	0.1040	0.2510	0.4790	Среднее	Среднее	+
3	0.1200	0.3300	0.4220	0.4830	Плохое	Плохое	+
4	0.0700	0.3800	0.1020	0.0300	Среднее	Хорошее	-
5	0.7700	0.1800	0.3560	0.4090	Критическое	Критическое	+

При классификации состояний окружающей среды нейронная сеть Хэмминга правильно распознала состояние среды только в 80 % случаев, причем доля успешных распознаваний сильно зависит от способа представления экологических показателей в виде бинарных сигналов.

Нейронная сеть Хэмминга требует дополнительных исследований для более успешного решения задачи классификации состояний окружающей среды.

Литература

1. Каширина, И.Л. Нейросетевые технологии: учебно-методическое пособие для вузов / И.Л. Каширина. – Воронеж: ИПЦВГУ, 2008. – 72 с.
2. Короткий, С. Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга / С. Короткий. – 69 с.

U.S. Otajonov

DATA MINING METHODS

(Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi)

Data mining is information processing and identifying trends in it, which helps to make decisions. There are many different methods of data mining, modeling requests for processing and collecting information.

Intelligent analysis + data is one of the most relevant topics in the modern world. And this is not an exaggeration: business analysis + is only a small part of the scope of this powerful tool.

The principles of data mining have been known for a long time, but with the advent of big data, they have become even more widespread. When working with large data sets, relatively simple and straightforward statistics are no longer enough. Having about a million detailed records, you need to know not only the information about the location of several thousand records, but you also need to understand whether this category of records belongs to a specific group.

These requirements have created a complex data mining process. To solve problems, an analysis + data is required, in which a model is built to describe the information, and also a final report is created.

Big data combines three dimensions: volume, speed, and diversity.

Volume: when enterprises are overflowed with data of all types, the volume of which is growing and can easily reach terabytes and even petabytes.

Speed: sometimes 2 minutes is too long. In time-sensitive processes such as fraud detection, big data should be used as they enter the organization in order to maximize their value.

Diversity: big data can be of any structured or unstructured type, consisting of text data from sensors, sound, video recording, lists of visited web pages, protocol files and other data. When all these data of different types are analyzed, new ideas are born.

Intelligent analysis + data can be performed with relatively modest database systems and simple tools including creating your own or using ready-made software packages. Sophisticated data mining + is based on past experience and algorithms defined using existing software and packages, and various specialized tools are associated with various methods.

Working with big data sets, as well as their processing allows you to create complex generalizations of the results of data mining by groups and data comparisons. New systems and tools are now available, such as combined storage and processing systems. SQL databases strictly regulate the structure and strictly adhere to the schema, which simplifies queries to them and analysis + data with a known format and structure.

Consider some key data mining techniques.

Association (or relation) is the most famous method of data mining. This method consists in comparing two or more elements most often of the same type.

The classification method is used in describing several attributes to identify a particular class, as well as input to other methods. Decision trees are used to define the classification. Each class has certain properties that characterize its objects. A good example is the task of finding out the creditworthiness of a client. A bank employee thus operates with two classes known to him - “creditworthy” and “non-creditworthy”.

So, the task of classification is to determine to which class certain data belong; however, the set of classes to one of which can later be attributed to the object under study is known in advance.

Clustering allows the use of common attributes of various classifications in order to identify clusters. By examining one or more attributes, you can group the individual data elements together to get a structured conclusion. At a simple level, clustering uses one or more attributes as the basis for determining a cluster of similar results. Clustering is useful in defining various information because it is correlated with other examples, so you can see where the similarities and ranges agree with each other.

Clustering is a task at first glance very similar to the classification method. This method, also called cluster analysis, is a logical continuation or, if you wish, a generalized case of the classification problem when the set of classes is not known in advance.

Prediction methods use the values of some variables to predict unknown (target) values of variables. In combination with other data mining methods, forecasting involves analyzing + trends classification, comparison with the model and relationships.

The decision tree associated with most other methods is used within the framework of the selection criteria as well to support the selection of certain data within the overall structure. A decision tree begins with a simple question that has two answers (but perhaps more). Each answer leads to the next question helping to classify and identify data or make predictions.

Some of these processes can be automated. For example, building a predictive model to detect credit card fraud is reduced to determining the probabilities that can be used for the current transaction and then updating this model when adding new (confirmed) transactions. Then this information is recorded so that the next time the decision can be made faster.

Intelligent analysis + data is based on the construction of a suitable model and structure that can be used to process the identification and creation of the necessary information. Regardless of the form and structure of the data source, the information is structured and organized according to a format that allows you to perform intelligent analysis + data with the most efficient model.

Intelligent data analysis + is not only the execution of some complex data queries stored in the database. Regardless of whether you are using document-based SQL databases, simple, unstructured files need to work with the data to format or restructure them. It is required to determine the format of the information on which your method and analysis + will be based. Then, when the information is in the right format, you can apply various methods (individually or in combination) independent of the desired basic data structure or data set.

References

1. Parr-Rud O. Data Mining Cookbook Modeling Data for Marketing, Risk, and Customer Relationship Management, 2001

2. Gideon Dror, Marc Boulle, Isabelle Guyon, Vincent Lemaire, David Vogel The 2009 Knowledge Discovery in Data Competition (KDD Cup 2009) Challenges in Machine Learning, Volume 3.

А.М. Ольшанский, И.А. Довгерд

О ПРИМЕНЕНИИ PID-РЕГУЛЯТОРА К УПРАВЛЕНИЮ ИНС С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ СИГНАЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СХЕМЫ ПОСТОБУЧЕНИЯ

(Самарский государственный университет путей сообщения, АО «НИИАС»)

Помимо существования широкого класса искусственных нейронных сетей с известной архитектурой, таких как сети Хопфилда, сети Кохонена, многослойные персептроны и др., существуют отдельные виды сетей, которые специализированы для решения отдельных задач, таких как, например, составления расписания процессов.

Такие сети отличаются тем, что, являясь системами нелинейными, не всегда могут быть описаны эволюционным уравнением для сети в целом или для каждого нейрона. С позиций теории автоматического регулирования такие сети не являются наблюдаемыми, а также являются частично управляемыми (по выходу) [1].

В этих условиях применить аналитическое решение по управлению сети невозможно, кроме того, значительные трудности представляет собой запись динамики состояния каждого веса. Для реализации управления ошибкой при наличии такой постановки задачи возможно применить идею реализации синтеза ПИД-управления [2] с последующей трансляцией сигнала управления на вход обучающих алгоритмов сети.

ПИД-управление сигналом ошибки ИНС реализуется согласно следующей формуле:

$$G(s) = K_1 + \frac{K_2}{s} + K_3 s, \quad (1)$$

где s – аргумент передаточной функции, K_1 – коэффициент пропорционального регулирования, K_2 – коэффициент интегрального регулирования, K_3 – коэффициент дифференциального регулирования.

Алгоритм ПИД-регулятора реализован на языке программирования R в среде «RStudio».

В качестве уставки задается аппроксимация сигнала ошибки сети экспоненциальной функцией вида Ae^{-kt}, где t – номер эпохи работы сети, A – начальное значение ошибки сети, с которой стартует обучение, k – коэффициент степени затухания ошибки. Выбор подобной функции уставки обусловлен тем, что она соответствует наиболее часто встречающейся форме снижения ошибки при обучении традиционных нейронных сетей.

Для ИНС, состоящей из 27 слоев и 1920 нейронов в каждом слое и при 175 расписаний в качестве нагрузки, сигнал ошибки без управления менялся согласно рис.1.

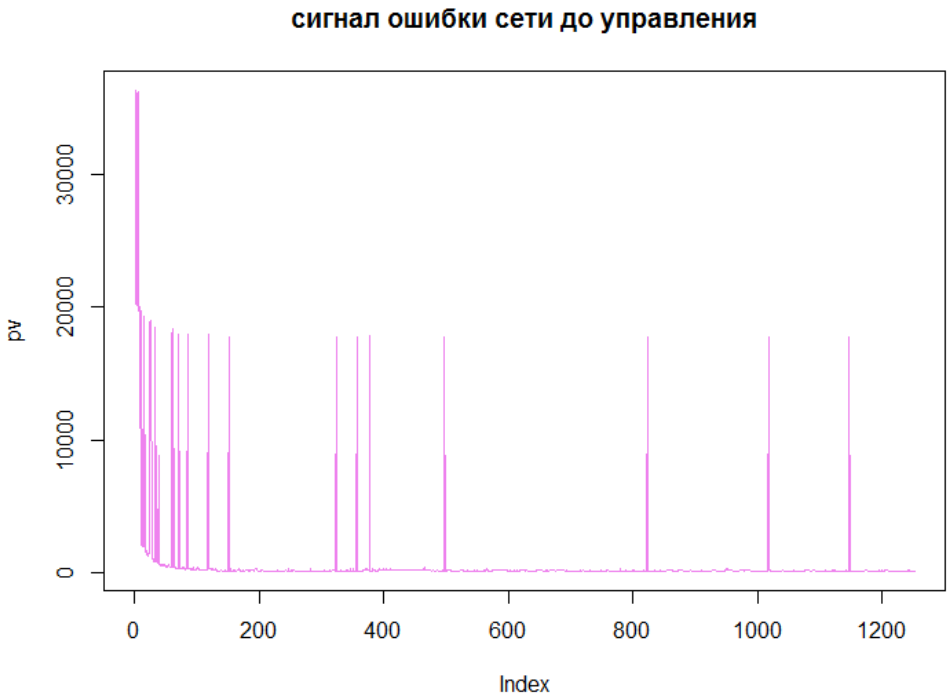


Рис. 1. Сигнал ошибки сети

Желаемый сигнал изменения ошибки представлен на рис. 2.

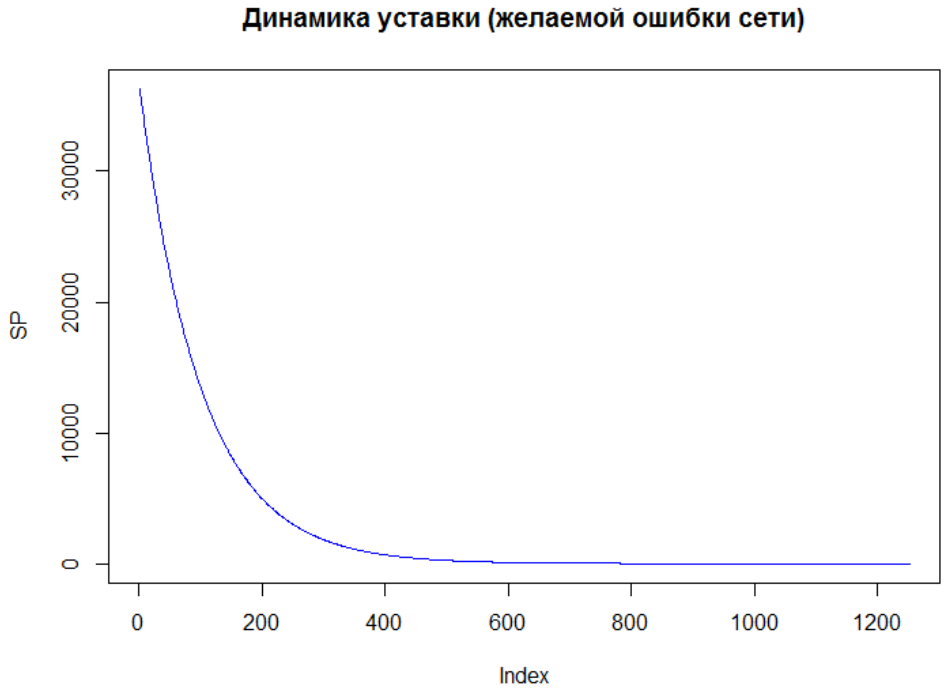


Рис. 2. Изменение уставки

Применение ПИД-регулятора к сигналу ошибки с параметрами $K_1 = 10$, $K_2 = 1$, $K_3 = 0.01$ показало, что управляющая кривая для сигнала ошибки сети должна выглядеть следующим образом (рис.3):

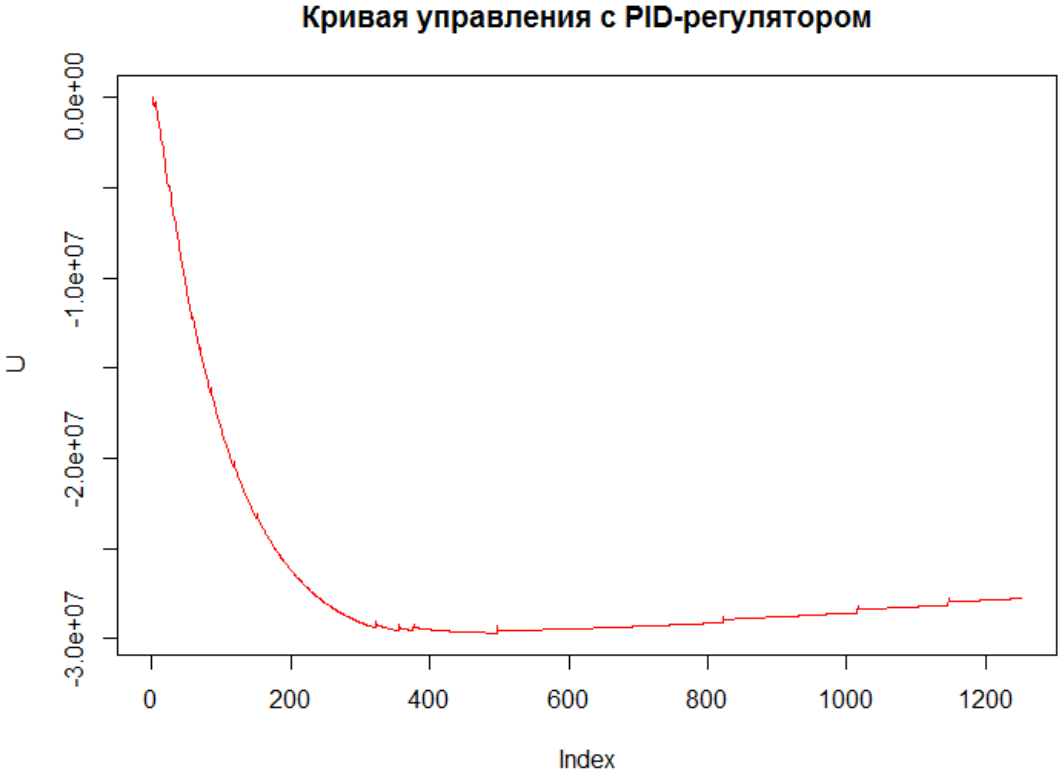


Рис. 3. Управляющая кривая для заданной сети

Алгоритмическая реализация такого управления осуществляется с помощью встроенных в ИНС приемов и специальных техник, включая постобучение и др.

Анализ рис.3 показывает, что найденное управление является вполне адекватным сложившемуся поведению ошибки ИНС.

Перспективным развитием такого управления является введение процедуры разложения и прогнозирования сигнала ошибки в реальном времени в сочетании с примененным ПИД-регулятором.

Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ 17-20-01065 «Разработка теории нейросетевого управления железнодорожными транспортными системами».

Литература

1.Игнатенков, А. В., Ольшанский, А.М. О решении задачи управления искусственной нейронной сетью при квазипериодическом поведении сигнала ошибки / А. В. Игнатенков, А. М. Ольшанский // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016) : тр. Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. С. А. Прохорова. – Самара : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2016. – С. 635–638.

2. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления: пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с. - ISBN 5-932-8-119-8.

А.М. Ольшанский

О ХАРАКТЕРЕ ПОВЕДЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ ИНС С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ СИГНАЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СХЕМЫ ПОСТОБУЧЕНИЯ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Цель настоящего доклада заключается в сравнительном исследовании поведения многослойных искусственных нейронных сетей при различных способах их обучения, в том числе для выработки приемов, используемых для управления такими сетями.

В работе [1] была введена искусственная нейронная сеть, которая способна решать задачи построения расписаний на железнодорожном транспорте.

В разработанной сети каждый слой отображает выбранную железнодорожную станцию, нейроны имеют номер по числу минут в сутках или более. Из каждого нейрона *i*-го слоя идут связи к каждому нейрону слоя с номером $i - 1$. Каждый нейрон слоя связан с несколькими нейронами слева (т.е. с нейронами с меньшим номером) и справа (с нейронами с большим номером). Веса связей первоначально задаются случайным образом вещественными числами от нуля до единицы. В дальнейшем они изменяются в процессе обучения нейронной се-

ти. Прохождение сигнала по связи между нейронами отображает процесс движения поезда между станциями.

В статье [2] было показано, что, несмотря на невозможность непосредственного управляющего воздействия на связь каждого нейронов разработанной сети, обеспечивается квазиустойчивость решений за счет алгоритмов обучения. Кроме того, «изменение величины весов связей нейронов такой сети свидетельствует о том, что поведение весов отличается пространственной неоднородностью: существуют нейроны, связи которых не меняют свой вес во времени, а также нейроны, связи которых изменяются» скачкообразно на протяжении хода эпох обучения.

Для описанного случая сигнал ошибки сети изменяется согласно рис. 1.

В работе [3] было показано, что «наблюдается стохастический характер поведения функции ошибок для двухпутной сети, включающий трендовую компоненту (в случае, если сеть сходится) и не включающий трендовую компоненту, если сеть не сходится к удовлетворительному решению» [3].

Такое поведение подтверждается автокорреляционной функцией сигнала ошибки сети (рис.2).

На рис.2 видно, что четко выраженной периодичности нет, однако прослеживается трендовый характер поведения сети.



Рис. 1. Сигнал ошибки обычной многослойной ИНС

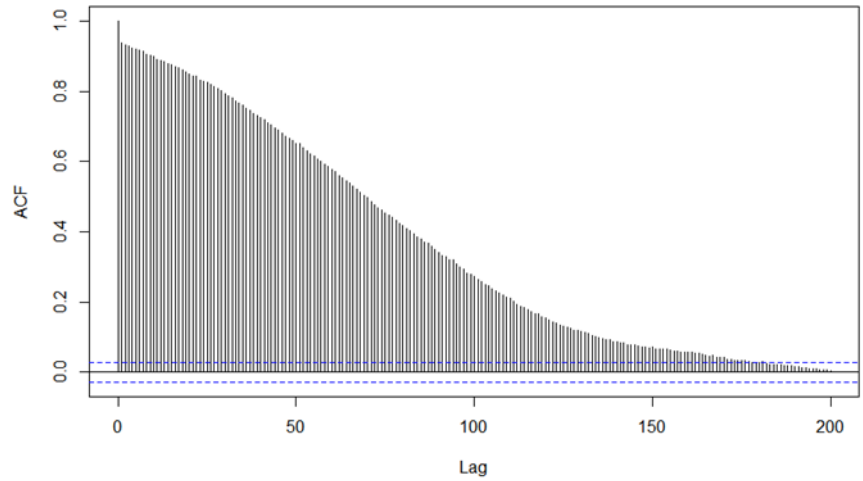


Рис. 2. Автокорреляционная функция ошибки обычной многослойной ИНС

В этих условиях полученные решения отличались низкой точностью. Кроме того, ИНС периодически формировала значение ошибки, превышающее средние уровни по ближайшим эпохам в 100-200 раз (примерно от 30-40 до 3000-5000 единиц ошибки). Такое поведение требовало применения иного способа обучения сети.

Для корректировки такого поведения была применена процедура постобучения ИНС с помощью записи контрольных ошибок сети на каждой эпохе.

Первоначальная конструкция ИНС [3] не имела постобучения, то есть, фактически, не имела памяти. Попытка внедрения контрольных ошибок и постобучения введены как один из видов неявной памяти. Программа стала запоминать текущую ошибку, начинала новую эпоху, получала ошибку, и сравнивала, а не стала ли она лучше предыдущей. В случае получения худших результатов запускалась процедура переобучения до получения оптимальных результатов, но не более, чем определенное заранее количество шагов переобучения.

В отличие от первых серий испытаний, которые проводились на модельных участках сети, постобучение применялось к работе ИНС на реальном Восточном полигоне на направлении Архара – Волочаевка для сети размерностью в 1920 нейронов на 27 слоев и нагрузке в 170 поездов в сутки.

Полученный сигнал ошибки после изменения схемы обучения дан на рис.3 (1250 эпох обучения).



Рис. 3. Сигнал ошибки сети после введения постобучения

Его автокорреляционная функция показана на рис.4.

Как видно из сравнения рис.2 и рис.4, в поведении сигнала ошибки произошли следующие изменения:

1. Резко снизилась выраженность величин корреляции сигнала ошибки с самим собой для временных интервалов 0-60 эпох.
2. Наблюдаются не сильные, однако четко выраженные пики на интервалах 13-14, 39, 52-53, 62-63. По своему абсолютному значению они говорят о крайне слабой степени корреляции.
3. В целом, что подтверждает рис. 3, характер сигнала ошибки стал более плавным, а на эпохах со значительным номером почти без резких отклонений и выбросов.

Полученный новый сигнал ошибки был подвергнут декомпозиции по методу LOESS[4] (рис.5) в программной среде «RStudio». Данный метод выделяет трендовую, периодическую и остаточную случайную компоненту из сигнала ошибки.

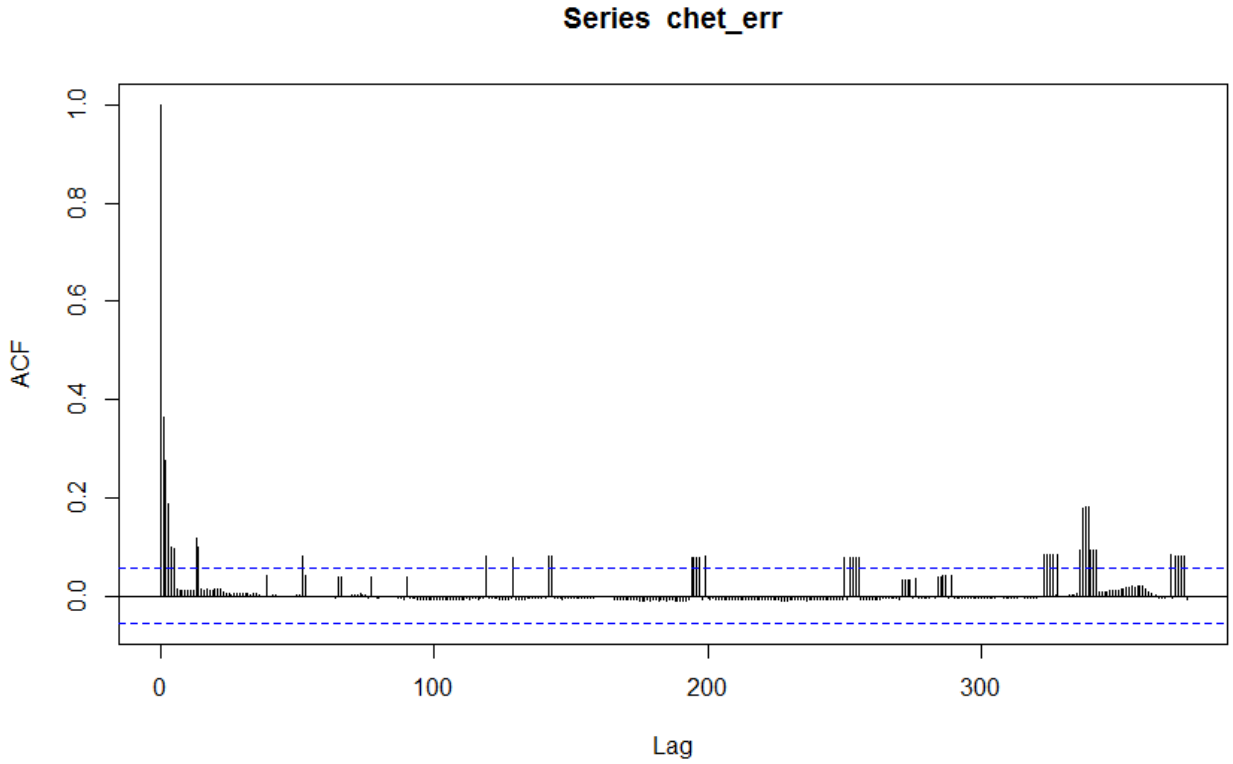


Рис. 4. Автокорреляционная функция сети (с постобучением)

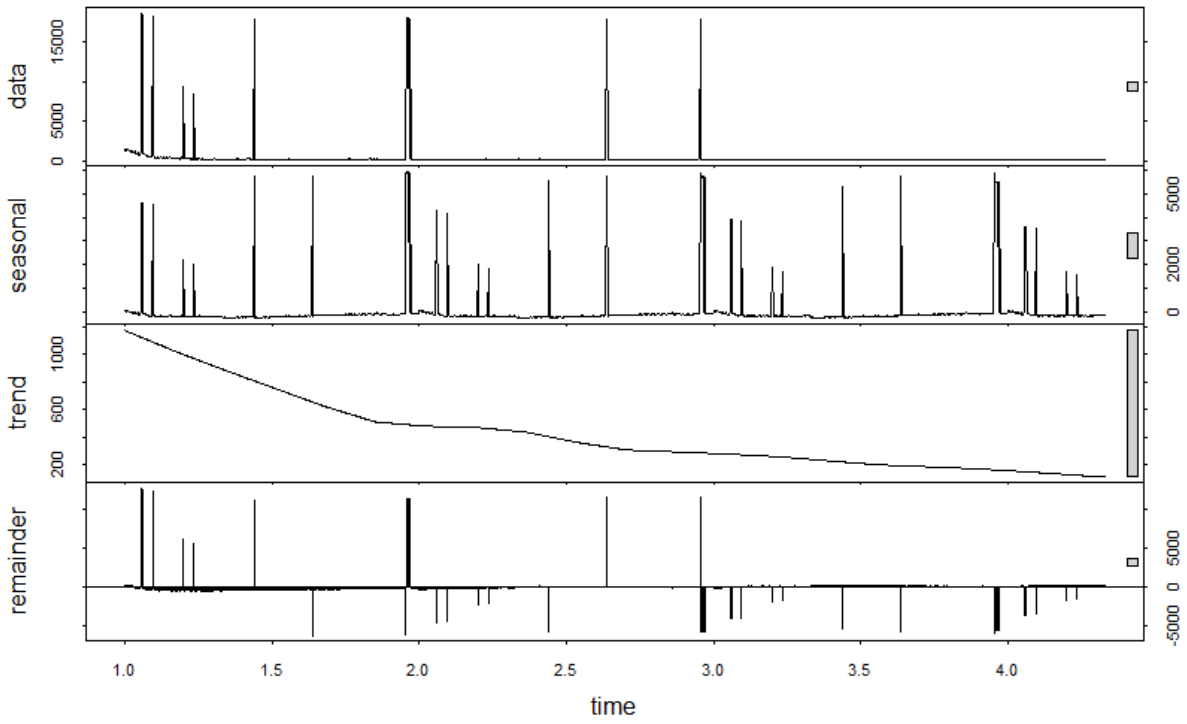


Рис.5. STL-разложение сигнала ошибки после постобучения ИНС

Применение трендовой компоненты к управлению такой ИНС заключается в том, что ее значения могут быть использованы на этапе обучения рассматриваемой сети в качестве эталонных значений контрольной ошибки, что сократит время обучения и повысит качество создаваемых расписаний.

Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ 17-20-01065 «Разработка теории нейросетевого управления железнодорожными транспортными системами».

Литература

1.Игнатенков, А. В., Ольшанский, А.М. О решении задачи управления искусственной нейронной сетью при квазипериодическом поведении сигнала ошибки / А. В. Игнатенков, А. М. Ольшанский // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016) : тр. Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. С. А. Прохорова. – Самара : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2016. – С. 635–638.

2. Игнатенков А. В., Ольшанский А. М. О некоторых путях синтеза управления многослойной ИНС с переменной проводимостью сигнала //Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018). – 2018. – С. 816-820.

3. Игнатенков А.В. Нейросетевое моделирование и упорядочение транспортных потоков на линиях железных дорог. Автореферат дис….к.т.н., 05.13.18. - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.//Пенза, ПензГУ, 2018. – 20 с., с.14.

4. Cleveland R. B. et al. STL: A Seasonal-Trend Decomposition //Journal of Official Statistics. – 1990. – Т. 6. – №. 1. – С. 3-73.

А.В. Пилецкая

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АФФИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Самарский государственный технический университет)

Введение. Метод аффинного преобразования обычно используется для коррекции геометрических искажений или деформаций, возникающих при неидеальных углах оптической оси видеокамеры. В докладе аффинные преобразования применяются для формирования дополненного датасета для нейронной сети. Разрабатываемая искусственная нейронная сеть (ИНС) используется при тепловизионном диагностировании радиоэлектронных приборов [1]. На входы ИНС поступают сигналы от встроенных датчиков электрических параметров и термограммы, получаемые с помощью тепловизора. ИНС представляет собой конволюционную сеть для обработки термограмм и однослойную ветвь для обработки измеряемых параметров прибора.

Проблема состоит в том, что, как правило, отсутствует достаточно большое число термограмм неработоспособных состояний для формирования обучающей выборки.

Формирование дополненного датасета. На рис. 1 приведен пример множества модельных термограмм для некоторого электронного элемента. Для имитации эффекта зашумленности реальных термограмм в модельные термограммы вносятся искажения границ изотерм. Добавление шума позволило смоделировать ситуацию, когда на исследуемый прибор в момент диагностики действуют какие-либо помехи, мешающие получить четкую термограмму для анализа работоспособности.

Для нейронной сети было взято три класса искусственно зашумленных термограмм с сопоставлением исходных данных. С помощью библиотек Tensorflow, Skilearn, Kerastas и Matplotlib, входящей в программную реализацию, написанную на языке Python, были построены зависимости влияния погрешностей из-за шума на достоверность классификации состояний. На рис 2 представлена зашумленность исходных термограмм с разной степенью искажения.

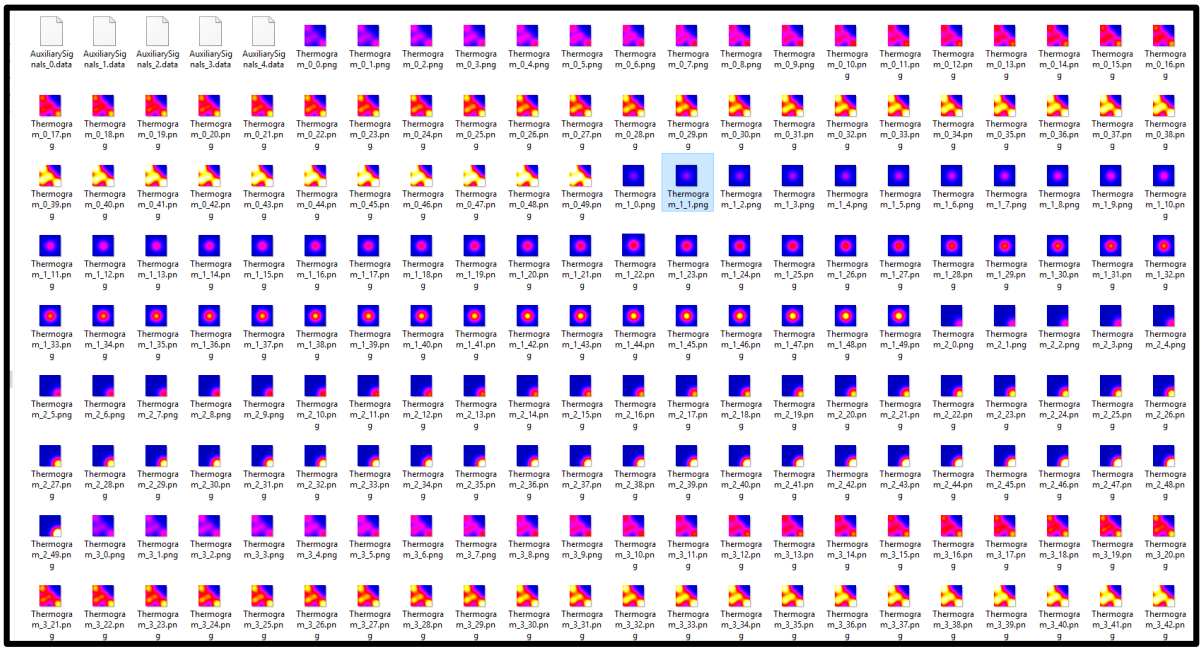


Рис.1. Модельные термограммы

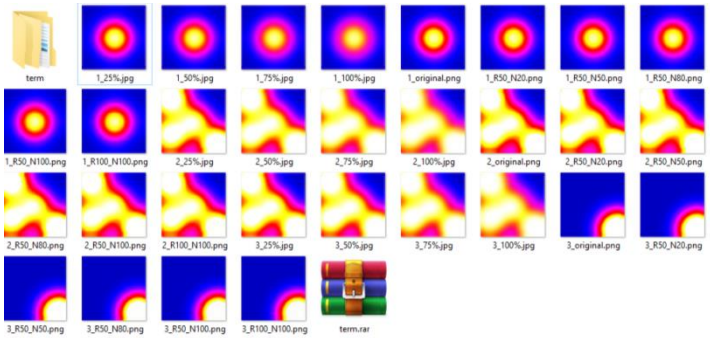


Рис. 2. Зашумленные термограммы

Предположим, что каждый объект характеризуется списком «интересных» точек. В рассматриваемом случае на исходных термограммах было взято 7 точек, которые соответствуют характерным температурам. Если проводить оценку с использованием интервальных арифметических решений, то получим неострое интервальное решение [2]. Понятие нерезкого интервала решения распространено при решении интервальных систем уравнений, но не все полученные решения удовлетворяют поставленной задаче. Интервальное решение считается точным, если оно включает в себя как можно меньше решений. Острота решений, полученных с использованием искусственного интеллекта, зависит от различных факторов. Хорошо известный фактор, который влияет на резкость, - это вхождение заданной интервальной величины в вычисление более одного раза.

Рассмотрим некоторое решение для компонента $c_{1i}, 1 \le i \le 3$, [3]:

$$c_{i1} = \frac{v_{i1}}{w_{11}}\left(u_{11}\, x_1 + u_{21}\, x_2 + \ldots + u_{m1}\, x_m\right) + \frac{v_{i2}}{w_{22}}\left(u_{12}\, x_1 + u_{22}\, x_2 + \ldots + u_{m2}\, x_m\right) + \frac{v_{i3}}{w_{33}}\left(u_{13}\, x_1 + u_{23}\, x_2 + \ldots + u_{m3}\, x_m\right) \quad (1)$$

Понятно, что каждое значение x_j $(1 \le j \le m)$ входит в вычисления c_{i1} более одного раза. Чтобы избежать этого, выделяем x_j и тогда (1) принимает вид [4]:

$$c_{i1} = \sum_{j=1}^{m} x_j \left(\sum_{k=1}^{3} \frac{v_{ik} u_{jk}}{w_{kk}}\right) \quad (2)$$

Выражение (2) реализуется в алгоритме прогнозирования расположения объекта (рис.3). Результаты вычислений приведены на рис. 4.

Таким образом, обучающая выборка для тренировки искусственной нейронной сети выполняется путем отбора проб аффинно-преобразованных «взглядов» на объект диагностики. Это пространство признаков может быть построено путем преобразования известного просмотра контролируемого объекта, предполагая все возможные наборы значений параметров аффинного преобразования [5, 6]. После генерации аффинно-преобразованных представлений, проводится выбор параметров аффинного преобразования из полученных интервальных решений. После этого проверяется условие, чтобы не все сгенерированные представления полностью находились в единичном квадрате (недопустимые представления).

Заключение. Датасет, сформированный таким образом, позволяет получить достаточно репрезентативную выборку для обучения нейронной сети. В процессе диагностики проводится дополнение датасета новыми термограммами, получаемыми при обнаружении отказов и неработоспособности контролируемого прибора.



Рис. 3.

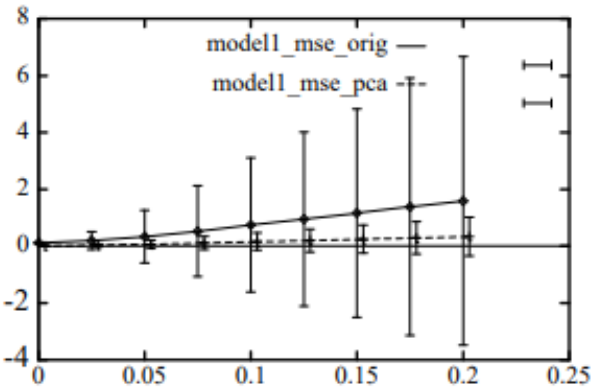


Рис. 4. Вычисление распознавания исходного изображения с аффинным преобразованием

Литература

1. Орлов С.П. Интеллектуализация информационно-измерительных систем контроля и диагностирования на основе нейросетевых технологий/С.П. Орлов, Р.В. Гирин, О.Ю. Уютова//Мягкие измерения и вычисления. – 2018. - № 4. - С.4-12.

2. Алефельд Г., Херцбергер Ю. Введение в интервальные вычисления. – Москва: Мир, 1987.

3. Голуб Дж., ван Лоун Ч. Матричные вычисления. – Москва: Мир, 1999.

4. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. – Москва: Мир, 2001.

5. Лакеев А.В. Существование и единственность алгебраических решений интервальных линейных систем в полной арифметике Каухера// Вычислительные технологии. –1999. – Т. 4, №4. – С. 33–44.

6. Lamdan Y., Schwartz J., Wolfson H. Affine invariant model-based object recognition// IEEE Trans. on Robotics and Automation, vol. 6, no. 5, pp. 578-589, October 1990.

П.К. Попков, С.В. Востокин

АВТОГЕНЕРАЦИЯ ИСХОДНОГО КОДА НА ОСНОВЕ РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

В современном мире все большее количество задач решается посредством использования нейронных сетей. Они стали неотъемлемой частью в автопилотировании автомобиля, распознаванию объектов на изображениях и видеопотоке [1]. Помимо типизированной нейронной сети, которая к слову обладает некоторыми недочетами также существуют рекуррентные нейронные сети LSTM с долгосрочной кратковременной памятью, которые позволяют в своей реализации не просто обучаться на заданном стеке моделей но и обладают памятью, которая способствует обучению долговременным зависимостям.

LSTM разработаны специально, чтобы избежать проблемы долговременной зависимости. Запоминание информации на долгие периоды времени – это их обычное поведение, а не что-то, чему они с трудом пытаются обучиться. Нейронная сеть основана на открытой программной библиотеки для машинного обучения TensorFlow, разработанной компанией Google для решения задач создания и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов, достигая качества человеческого восприятия.

Используемая рекуррентная нейронная сеть имеет форму цепочки повторяющихся модулей нейронной сети. В обычной рексрсивной нейронной сети RNN, структура одного такого модуля очень проста, например, он может представлять собой один слой с функцией активации гиперболического тангенса и показана на рисунке 1

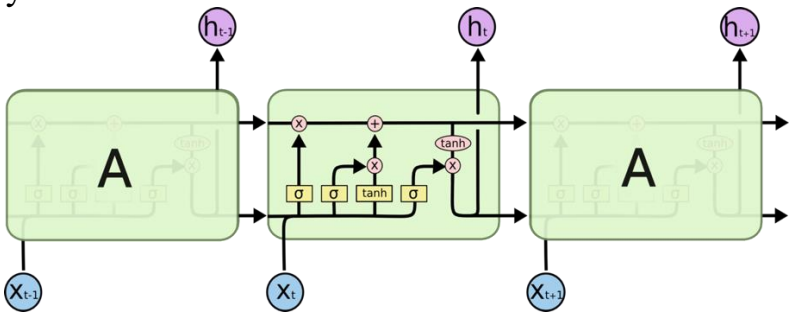


Рисунок 1 – Структура модуля RNN

Ключевой компонент – это состояние ячейки (cell state) – горизонтальная линия, проходящая по верхней части схемы. Состояние ячейки может отдаленно напоминать конвейерную ленту. Она проходит напрямую через всю цепочку, участвуя лишь в некоторых линейных преобразованиях. Информация протекает по ней, не подвергаясь модификации. В системе имеется пять основных компонентов для корректной работы всей нейронной сети в целом. Анализатор изображений – компонент, который предназначен для первичной обработки всех рисунков, макетов и подобных макетных изображений, подающихся на входе, преобразованию и предварительной обработке. После этого изображение передается дальше, где согласно математическим алгоритмам нейронная сеть генерирует исходный код HTML страницы, CSS стили, и зависимости для подключаемых модулей, после чего компонент выгрузки шаблонов преобразует полученные данные для корректной работы системы управления содержимым. Частотный анализатор текста – дополнительный компонент, который работает параллельно всей системе и помогает за счет встроенных алгоритмов генерировать недостающее содержимое за счет ведение собственной статистики касательно каждого базового модуля всей системы в целом. В качестве примера автогенерации исходного кода верстки и стилей к ней соответственно с последующей работой в рамках CMS, приведено первичное изображение, показанное на рисунке 2.



Рисунок 2 – Эскиз шаблона

В системе управления содержимым переходим «/admin/layout/add», в административной панели «Дизайн» - «Шаблоны» - «Добавить шаблон», в появившемся окне имеется пустой шаблон и кнопка в окне заголовка, которая позволяет загрузить исходное изображение и преобразовать его, что показано на рисунке 3 и 4 соответственно.

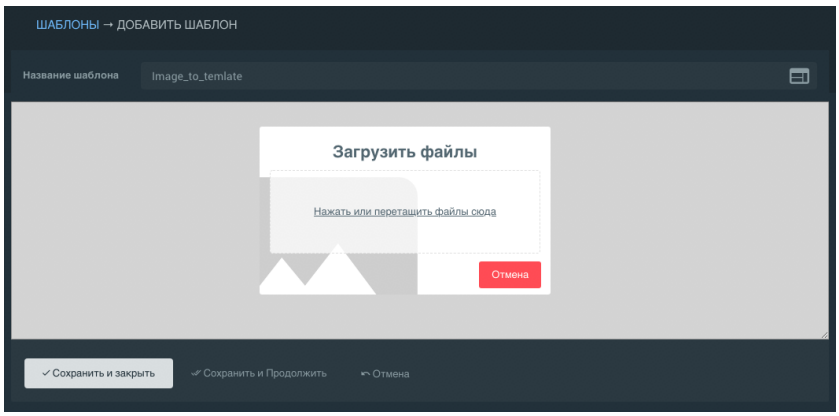


Рисунок 3 – Загрузка эскиза

После загрузки изображения генерируется стандартный шаблон и соответствующее наполнение в административной панели. В данном случае у нас создается три страницы и на первой странице создается 3 DIV блока с подписями и кнопками, и подчиняются стилизации bootstrap.

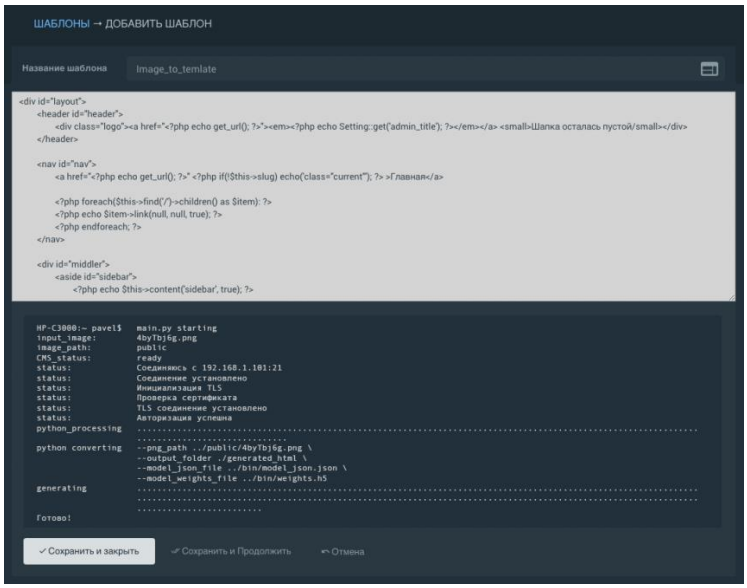


Рисунок 4 – Генерация шаблона

При генерации шаблона в debug режиме можно отследить процентаж вероятности определения того или иного блока как показано на рисунке 5



Рисунок 5 – Точность определение блоков

После того как сгенерирован шаблон он накладывается на созданные страницы, созданные в соответствии с меню показанном на эскизе. Созданные страницы показаны на рисунке 6

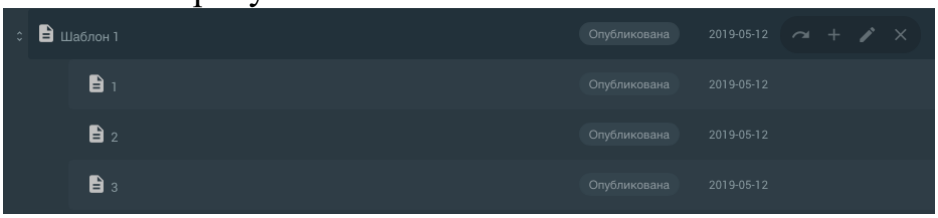


Рисунок 6 – Генерация вложенных страниц

Помимо генерации страниц и стандартного шаблона к ним, 1 страница в данном списке заполняется в соответствии с наполеннием показанным на эскизе. В результате, как показано на рисунке 7 можно наблюдать рабочее веб приложение.

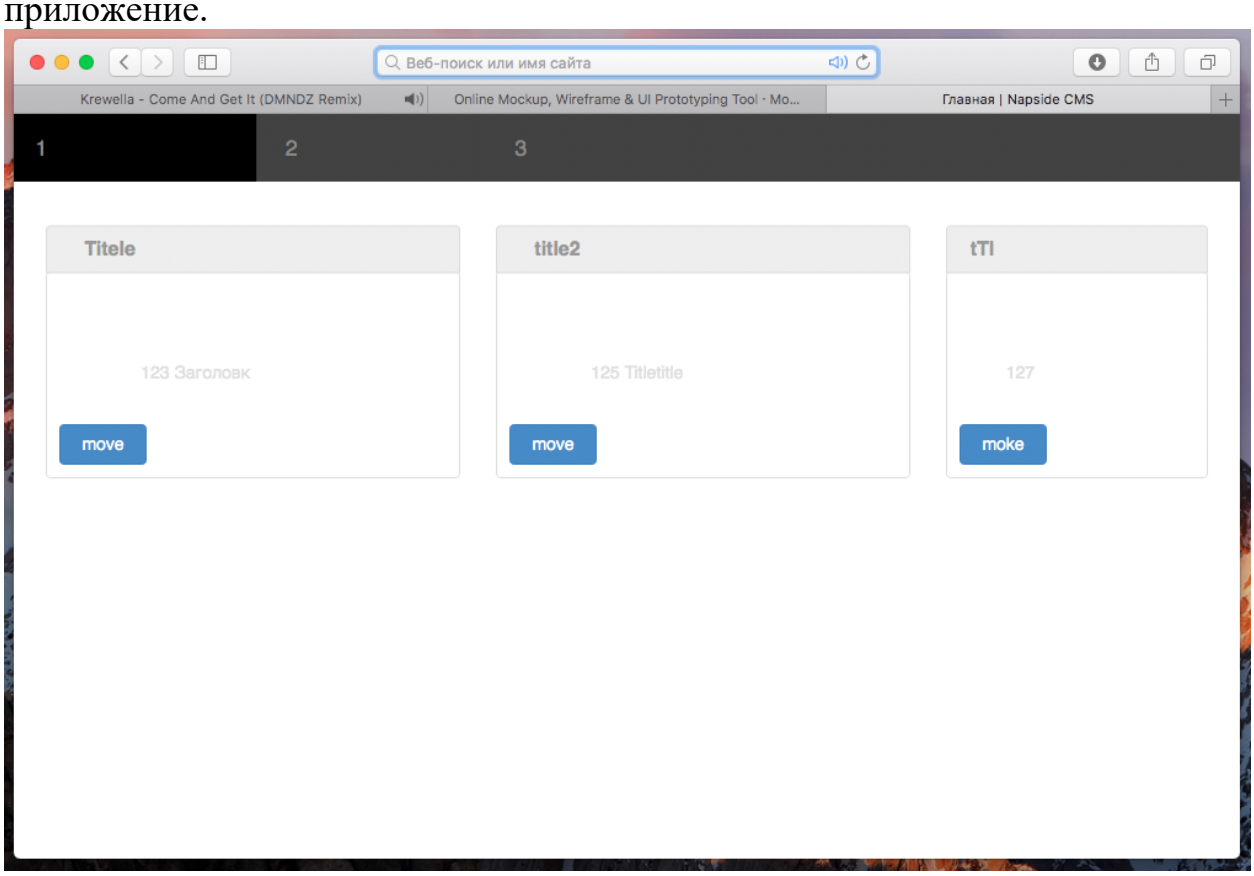


Рисунок 7 – Генерация содержимого

Режим работы веб-сервиса задается в настройках административной панели и может быть реализован как SPA – одностраничное веб-приложение с асинхронной подгрузкой, так и в классической вариации с постраничной загрузкой содержимого.При решении аналогичной задачи традиционными методами, разработчику пришлось бы самостоятельно реализовывать архитектуру базы данных, самостоятельно организовывать асинхронную работу с базой данных, реализовать вертикальный шардинг базы данных и организовать реплицирование MySQL, помимо всего вышеперечисленного, сверстать и стилизовать все веб страницы, продумать логику и роутинг между

ними. Очевидно, что использование разработанного сервиса позволяет значительно снизить трудоёмкость кодирования при реализации нестандартных решений в рамках веб-сервиса, тем самым позволяя сконцентрироваться на более важных задачах.

Литература

1 Журавлева Л. В., Стригулин К. А. Исследования особенностей развития нейронных сетей в современном мире [Текст] // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2016 г.). — СПб.: Свое издательство, 2016. — С. 9-11.

2 Будыльский Д. В. GRU и LSTM: современные рекуррентные нейронные сети // Молодой ученый. — 2015. — №15. — С. 51-54

А.А. Порунов, М.М. Тюрина, Р.И. Вафин

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СТРУЙНО-КОНВЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ

(Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева)

Разработка современных информационных систем (ИС) измерения параметров различных газовых потоков требует использования различных методов инструментальной и алгоритмической обработки информативных сигналов. Одним из таких методов является метод, реализующий принцип инвариантности [1], позволяющий получить более высокие метрологические характеристики выходного информативного сигнала при минимизации числа источников информации. Суть метода заключается в структурной интеграции измерительных каналов [2, 3] на базе нескольких различных по физической природе источников первичных информативных сигналов, устройств преобразования и цифровой обработки полученной информации с последующим отображением. Отличительной особенностью этого принципа применительно к разработке струйно-конвективной системы измерения (СКСИ) параметров газовых потоков (ПГС) является возможность получения несколько информативных сигналов, алгоритмическая обработка которых позволяет за счет избыточности первичного информативного сигнала [3] расширить функциональные возможности системы.

Для обеспечения инвариантности выходного сигнала СКСИ к действующим дестабилизирующим факторам необходимо выполнение условия

$$\Delta F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \frac{\partial F}{\partial Y_i} \frac{\partial Y_i}{\partial \alpha_j} \Delta \alpha_j \equiv 0, \qquad (1)$$

где α_j – j-я из m величин, влияющих на i-й канал преобразования; $\Delta\alpha_j$ – отклонение α_j от ее номинального значения.

Избыточность информативных сигналов, динамические изменения, происходящих в окружающей среде и влияющие на информативные сигналы, обуславливает необходимость применения интеллектуальных методов их обработки. Применительно к СКСИ ПГП можно выделить три основных направления практической реализации принципа интеллектуализации [2]. Первое из направлений связано с адаптацией структуры системы с учетом особенностей измерительного преобразования, второе направление заключается в реализации многофункциональности измерительных каналов системы, а третье направление – это возможность реализации процесса самообучения систем по результатам оценки их функционирования.

В докладе представлены особенности разработки интеллектуальной струйно-конвективной системы измерения параметров газовых потоков на примере системы воздушных сигналов летательных аппаратов (СВС ЛА), структурная схема которой приведена на рис. 1. Применение рассмотренных выше методов позволяет достигнуть повышения точностных характеристик и обеспечить структурную адаптацию измерительных каналов системы к резкоизменяющимся условиям полета.

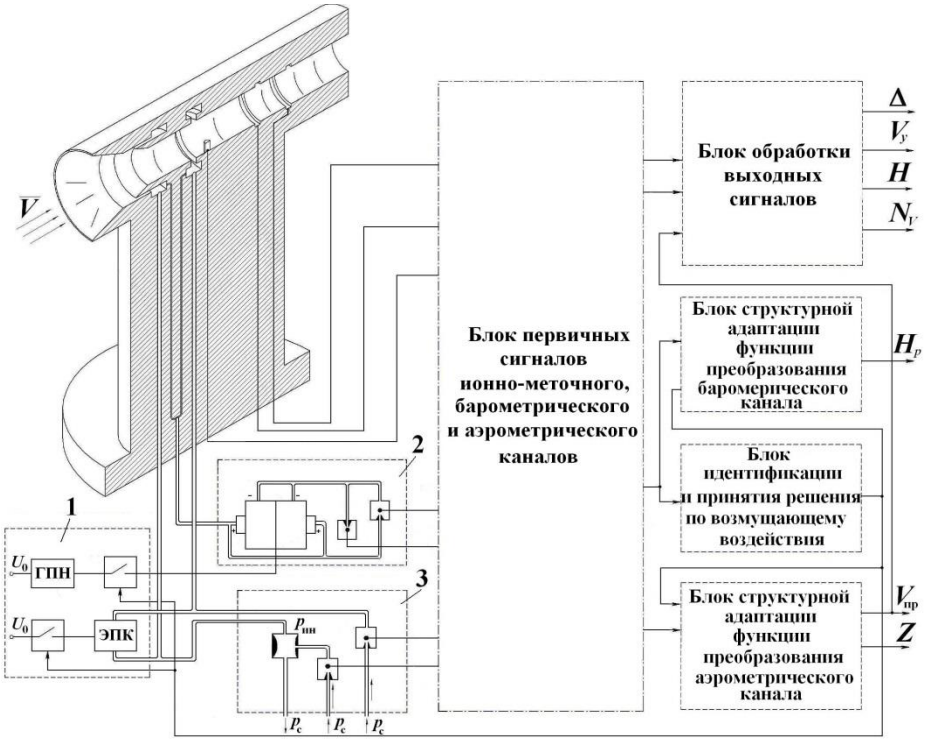


Рис. 1. Структурная схема СВС МЛА: 1 – блок формирования тестовых воздействий; 2 – пневмомодуль барометрического канала; 3 – пневмомодуль аэрометрического канала; ГПН – генератор привода нагнетателя; ЭПК – электропневмоклапан

При изменении высоты полета происходит существенное изменение параметров дестабилизирующих факторов, таких как давление и температура. Учет влияния характера изменения дестабилизирующих факторов, а также оценка эффективности устранения вызванных ими аддитивной погрешности осуществляется в блоке идентификации и принятия решения по возмущающему воздействию, работающего в соответствии с неравенством:

$$U_{\rho} + KU_{\dot{\rho}} \le \left| \frac{m}{K_{\Sigma}} \varepsilon_{\Delta i}^{\text{доп}} \right|, \qquad (2)$$

где U_{ρ} – напряжение по плотности, и скорости ее изменения $U_{\dot{\rho}}$, определяемые соответственно барометрической высотой и скоростью ее изменения; K – коэффициент, определяющий долю сигнала по скорости изменения плотности (высоты) в суммарном сигнале управления периодичностью структурной адаптации; K_{Σ}, m и $\varepsilon_{\Delta_i}^{доп}$ – соответственно коэффициент передачи блока идентификации и принятия решения по возмущающему воздействию, учитывающий разброс конструктивных параметров измерительных каналов, коэффициент, зависящий от отклонения разброса конструктивных параметров измерительных каналов от номинальных значений и предельно допустимое значение аддитивных погрешностей измерительных каналов.

При этом предельно допустимое значение погрешности $\varepsilon_{\Delta i}^{\text{доп}}$ определяется экспериментально из условия соответствия заданному значению аддитивной погрешности на уровне земли по аэрометрическому каналу – 10 км/ч; по каналу барометрической высоты – 10 м, а по каналу вертикальной скорости – 0,5 м/с. Эти погрешности определяют порог срабатывания компараторов блока идентификации и принятия решения. При нарушении неравенства (2) СВС МЛА переходит в режим автокоррекции, который осуществляется в два этапа, смещенных друг относительно друга на время 150-200 мс. Реализация процесса автокоррекции представлена в работе [4].

Дальнейшее совершенствование интеллектуальных СКСИ ПГП возможно путем применения интеграции современных методов на базе нейронных сетей, настраиваемых с помощью генетических алгоритмов, системы нечеткой логики и т.д. Комплексное применение всех перечисленных решений, в конечном счете, позволит устранить априорную неопределенность задачи измерения параметров газового потока.

Литература

1. Петров Б.Н., Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Принципы инвариантности в измерительной технике. М.: Наука, 1976. – 243 с.

2. Тюрина М.М., Порунов А.А. Современные направления в разработке систем измерения пилотажных параметров малоразмерных летательных аппаратов // Труды IV Международной научно-практической конференции «Современные технологии – ключевое звено в возрождении отечественного авиастроения» (АКТО-2008). – Казань: Изд-во Каз. гос. техн. ун-та, 2008. – С.92-102.

3. Тюрина М.М. Система измерения высотно-скоростных параметров винтокрылых и сверхлегких летательных аппаратов/ Тюрина М.М., Порунов А.А. // Известия вузов. Авиационная техника. – 2007. – №4 – С. 53-57.

4. Система измерения высотно-скоростных параметров летательного аппарата. Патент на полезную модель №112435 (РФ): МПК G01 P5/00 / Порунов А.А., Галяутдинова А.Н., Тюрина М.М., Порунов Н.А., Солдаткин В.М.; опубл. 10.01.2012, Бюл. №1. – 5 с.

Д.А. Рыбаков

ПОИСК ПЕРКОЛЯЦИОННЫХ КЛАСТЕРОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Epam systems)

Наиболее простой моделью перколяции (протекания в стохастической среде) является модель, основанная квадратной решетке, клетки которой являются проводящими или непроводящими в случайном порядке. Существует множество задач в теории перколяции [1], которые решаются аналитически или численно. Это задачи нахождения кластеров, проводящих путей внутри, поиск пороговой концентрации проводящих элементов и т.п. Близкой по смыслу задачей, является задача блуждания по случайно составленному лабиринту и определения его проходимости. Все эти методы на вход получают в явном виде перколяционную решетку или лабиринт и производят вычисления, анализируя явные данные. В это время интерес представляют такие системы, внутренности которых невозможно изучить явно в виду их недоступности. Например, месторождение нефти в пористой породе тоже является перколяционной системой, и его диагностика возможна по отраженному сейсмо сигналу, который содержит неявную информацию. Задача анализа такого сигнала кажется очень сложной и существуют определенные попытки её решить. Мы же пытаемся решить такие задачи с помощью наиболее современных методов машинного обучения с использованием нейронных сетей. Новые методы бросают вызов явному программированию и анализу в сложных задачах. На данный момент мы представляем самые начальные и скромные попытки использовать искусственную нейронную сеть для решения задачи нахождения перколяционного кластера в простейшей 2D модели, чтобы понять полезность такого подхода в будущем.

Методы машинного обучения можно использовать, если есть достаточно большое количество примеров - тысячи и миллионы. Наиболее легко столько примеров можно получать из численной модели. Представим себе квадратную решетку 30x30 наподобие шахматной доски и будем с вероятностью p делать некоторые клетки проводящими. То есть будем заполнять двумерный массив нулями с вероятностью (1-p) и единицами с вероятностью p. Таким образом получим массив N=900 байтов, который можно подавать на вход нейронной сети. Всего можно получить 2^N уникальных массивов.

Кластером является совокупность ячеек, которые прилегают друг к другу. То есть между любыми двумя элементами кластера существует непрерывный проводящий путь, соединяющий их. Если кластер наполнить жидкостью, то вытекая она полностью вытечет из него. Перколяционным кластером является кластер, который соединяет противоположные грани промежутка. Если такой кластер присутствует, то жидкость может просачиваться по нему сквозь среду.

Далее найдем все кластеры в данном массиве и выделим перколяционный кластер с помощью стандартного алгоритма. Создадим еще один двумерный массив, в котором единицей обозначим факт, что ячейка принадлежит перколяционному кластеру, а нули означают все остальные ячейки. Таким образом мы получим два массива по 900 байтов, по которым будем обучать нейросеть определять перколяционный кластер.

Далее создадим нейросеть, которая имеет 900 входов и 900 выходов. Будем численно генерировать пары массивов байтов, обучать нейросеть и смотреть, насколько предсказание нейросети совпадает с кластером, который был найден явным способом. Чтобы оценить степень совпадения правильного кластера и кластера, предсказанного нейросетью будем использовать коэффициент Сёренсена (Dice coefficient).

Было проведено несколько численных экспериментов с разной конфигурацией нейросети. Для обучения использовался стандартный алгоритмом обратного распространения. Сначала мы попробовали простую feed forward (multi-level perceptron) сеть с разным количеством внутренних слоев. Результат не порадовал. Сеть обучалась на фиксированном наборе примеров, то есть функция потерь уменьшалась. Но когда происходила валидация и тестирование на неизвестном примере, то результат выдавался неприемлимым. Еще хуже дела обстояли с простой сверточной сетью. Она отказывалась обучаться, и функция потерь не уменьшалась.

Сюрприз произошел со специальной полносверточной (fully convolutional) сетью U-Net, которую используют для сегментации изображений [2]. Мы использовали функцию потерь BCE (binary cross entropy), которая стабильно уменьшалась во время обучения. Коэффициент Сёренсена стабильно стремился к единице, указывая на геометрическое совпадение предсказанного кластера с правильным кластером. Визуализация также показала, что сеть справляется с задачей (см. рисунок 1).

Расчеты производились на персональном компьютере с GPU Nvidia 1050TI 4Гб, ОС Linux Ubuntu 64 bit, 16 Гб ОЗУ, CPU 4 ядра 3 Гц. Использовался язык программирования Python с библиотекой машинного обучения Pytorch. Обучающий набор был сгенерирован в виде изображений в формате jpeg и состоял из 10000 изображений.

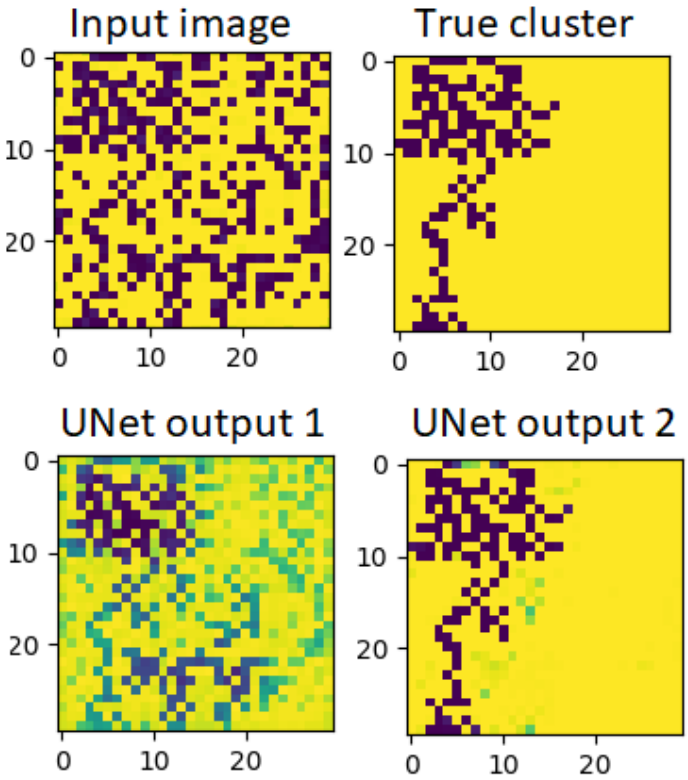


Рисунок 1. «Input image» – это исходное изображение. «True cluster» –кластер, найденный стандартным алгоритмом. «UNet output 1» – это выход нейросети на ранних стадиях обучения. «UNet output 2» – выход нейросети на поздних стадиях обучения. Чем больше обучается нейросеть, тем более правдоподобно она определяет перколяционный кластер. Предсказание производилось на примере, который не участвовал в обучении.

Литература

1. Тарасевич Ю. Ю. Перколяция: теория, приложения, алгоритмы: Учебное пособие — М.: Едиториал УРСС, 2002. — 112 с

2. https://ru.wikipedia.org/wiki/U-Net

А.А. Ситников

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА В ИЗОБРАЖЕНИИ

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Распознавание образов на сегодняшний день является одной из востребованных областей исследований. Решения задач этой области применяются в таких сферах, как, например, образование или медицина. Например, распознавание текста может применяется для определения химических структур.

Рассмотрим существующие технологии и программные продукты, такие как ABBYY Fine Reader OCR, Omni Page, Readlris и Cuneiform. Эти программы

обладают большим функционалом, однако все они имеют недостатки: ABBYY Fine Reader OCR, Omni Page, Readlris, это коммерческие проекты, стоимость которых достаточно высока, а Cuneiform, уже многие годы не поддерживается.

Данная работа очень актуальна в настоящее время, так как распознавание рукописного текста в изображении может быть использовано для аутентификации пользователей в банках, государственных учреждениях, почтовых отделениях, медицинских учреждениях, а также в избирательных участках.

Наиболее распространенными методами решения данной задачи являются методы машинного обучения[1], статистические методы[2], структурные и синтаксические методы[3]. Перспективным направлением на сегодняшний день также считается использование метода распознавания рукописного текста на основе структурных характеристик[4].

Целью данной работы является исследование возможностей структурных методов, статистических методов, метода структурных характеристик и методов, основанных на машинном обучении в решении задачи распознавания рукописного текста, а также сравнение результатов, полученных при реализации данных методов.

В процессе распознавания рукописного текста можно выделить следующие шаги:

1. Предобработка изображения
2. Бинаризация
3. Скелетизация
4. Сегментация на слова
5. Сегментация на символы
6. Распознавание структурных выражений

Качество распознавания во многом зависит от этих шагов, ведь ошибка на любом из этих шагов в совокупности ухудшит результат распознавания.

У исходного изображения может быть сильный шум, который может негативно повлиять на распознавание, для того чтобы уменьшить шум обычно используют медианный фильтр.

Бинаризация позволяет превратить цветное изображение в чёрно-белое, это помогает более чётко отделить границы символов.

Одним из видов предварительной обработки растровых бинарных изображений является их скелетизация – процесс утоньшения графического представления объекта, в данном случае – символа. [5]

Задача сегментации изображения почти столь же сложная, как и этап распознавания текста. Рассмотрим основные методы сегментации для рукописного текста.

Алгоритм сегментации рукописного текста на основе построения структурных моделей [6] применяется вместе со структурными методами распознавания текста. Структурный метод состоит в следующем, на основе бинаризированного изображения строится структурная модель символа или слова, структурная модель состоит из точек, дуг и линий.

Алгоритм сегментации методом диаграмм вороного [7]. Определяются центры масс символов. Строятся диаграммы вороного из центра масс символа. Диаграммы вороного сегментируют текст на области, в которых находится только 1 символ.

Алгоритм распознавания текста при помощи структурных характеристик заключается в сопоставлении вертикальной и горизонтальной гистограммы. И последующее сравнение между собой.

Таким образом, было рассмотрено использование распознавания текста в изображении. Были разобраны способы и методы распознавания рукописных символов, рассмотрены инструменты для осуществления каждого, а также реализованы некоторые из них.

Литература

1. Маркова С.В., Жигалов К.Ю. Применение нейронной сети для создания системы распознавания изображений [Электронный ресурс]. – https://www.fundamental-research.ru/pdf/2017/8-1/41621.pdf (дата обращения 11.05.2019).

2. Ю. Лифшиц Статистические методы распознавания образов [Электронный ресурс]. – http://yury.name/modern/07modernnote.pdf (дата обращения 11.05.2019).

3. П.А Хаустов Алгоритм распознавания рукописных символов на основе построения структурных моделей [Электронный ресурс]. – https://cyberleninka.ru/article/v/algoritmy-raspoznavaniya-rukopisnyh-simvolov-na-osnove-postroeniya-strukturnyh-modeley (дата обращения 12.05.2019).

4. E. Kavallieratou, N. Fakotakis and G. Kokkinakis Handwritten Character Recognition based on Structural Characteristics [Электронный ресурс]. – https://pdfs.semanticscholar.org/21a1/5907fad236697e6a0a24970b4e99202b6c07.pdf (дата обращения 12.05.2019).

5. Хаустов П.А. Алгоритмы распознавания рукописных символов в условиях малой обучающей выборки [Электронный ресурс]. – http://www.ams.tsu.ru/TSU/QualificationDep/co-searchers.nsf/40BD13254DE34E004725816700137FFE/$file/%D0%A5%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%9F.%D0%90._%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F.pdf (дата обращения 11.05.2019).

6. Хаустов П.А. Алгоритм сегментации рукописного текста на основе построения структурных моделей [Электронный ресурс]. – https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41440 (дата обращения 12.05.2019).

7. Запрягаев С.А., Сорокин А.И. Сегментация рукописных и машинописных текстов методом диаграмм Вороного [Электронный ресурс]. – http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2010/01/2010-01-27.pdf (дата обращения 12.05.2019).

Р.А. Шаталин, П.Е. Овчинников, В.Р. Фидельман

ЕДИНАЯ ОЦЕНКА АНОМАЛЬНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ В ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ СЦЕНАХ 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]. Данные алгоритмы позволяют с высокой надежностью обнаруживать заранее известные типы нештатных ситуаций, но их модификация для обнаружения иного типа аномалий нетривиальна. Для устранения этого недостатка было предложено несколько статистических подходов к задаче видеонаблюдения.

Одним из подходов к задаче 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 подходов является оценка характерных взаимозависимостей между признаками с помощью метода главных компонент [3].

Ранее был предложен алгоритм обнаружения нехарактерного поведения по последовательностям длин векторов смещения на основе метода главных компонент [4]. В настоящей работе предлагается модификация этапа извлечения характеристик поведения, которая позволяет добиться эффективности максимальной невязки для простых и сложных сцен.

Алгоритм

В ранее предложенном алгоритме извлечение характеристик поведения производилось следующим образом. Для каждого кадра видеопоследовательности объекты отделялись от фона сцены с помощью самоорганизующейся искусственной нейронной сети, предложенной в работе [5]. Параметры сети выбирались с помощью критерия качества выделения фона на основе морфологических операторов [6]. Для каждого пикселя, принадлежащего объекту, оценивалась скорость движения с помощью метода оценки оптического потока. Для компенсации влияния перспективной проекции методом плоской гомографии [7] рассчитывались векторы смещения – проекции векторов оптического потока на плоскость пола. В качестве вектора характеристик движения бралась последовательность значений модулей векторов смещения для каждого пикселя на изображении.

В данной работе рассмотрены следующие модификации описанного алгоритма. Во-первых, подбор параметров сети для извлечения фона из условия минимума равного уровня ошибок алгоритма на экспериментальных данных. Хотя критерий качества выделения фона на основе морфологических операторов позволяет получить некие оценки параметров самоорганизующейся сети, он не учитывает особенностей остальных этапов алгоритма. Например, ложные

объекты мало влияют на оценку движения в сцене, но отнесение объекта к фону вносит существенное искажение в характеристики поведения. Во-вторых, для длин векторов смещения применяется медианный фильтр, размер которого также подбирается из условия минимума равного уровня ошибок алгоритма на экспериментальных данных.

На основе полученных признаков оценка аномальности поведения осуществляется следующим образом. На стадии обучения оператор указывает кадры, которые содержат только «нормальное» поведение. Для этих кадров извлекаются векторы признаков поведения и для получившегося набора векторов находятся главные компоненты. Ортонормированный набор из векторов главных компонент представляет собой модель нормального поведения. На стадии анализа поведения в сцене текущий вектор признаков поведения $\vec{F}$ проецируется на ортонормированный набор векторов главных компонент и проецируется 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:

$$\vec{R} = \vec{F} - \vec{P} \qquad (1)$$

где $\vec{R}$ – вектор невязки, $\vec{F}$ – текущий вектор признаков поведения, $\vec{P}$ – вектор признаков, полученный после проекции $\vec{F}$ на набор векторов главных компонент и обратно.

Одной из возможных оценок аномальности на основе вектора невязки $\vec{R}$ является относительная невязка, которая определяется следующим выражением:

$$r = \frac{\left|\vec{R}\right|}{\left|\vec{F}\right|} \qquad (2)$$

где r – относительная невязка, $\left|\vec{R}\right|$ – норма вектора невязки, $\left|\vec{F}\right|$ – норма вектора признаков 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.

Результаты экспериментов

Работа алгоритма 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 обучался алгоритм. Затем вычислялись значения оценок аномальности для всех кадров с нормальным и нештатным поведением из выбранного видео, на основе которых рассчитывались равные уровни ошибок. При этом для уменьшения влияния шума и вычислительных погрешностей отбрасывались главные компоненты, которые описывали менее 0,1 % вариации характеристик нормального поведения. Подобранные значения параметров сети для извлечения фона и размеров медианного фильтра приведены в таблице 1.

Таблица 1 Параметры извлечения характеристик поведения из видео «Работа и ремонт» и видео лаборатории UCSD

	Работа и ремонт	UCSD
Начальный порог сети для извлечения фона	1	1
Рабочий порог сети для извлечения фона	0,001	0,09
Начальная скорость обучения сети для извлечения фона	1	1
Рабочая скорость обучения сети для извлечения фона	0,001	0,001
Размер медианного фильтра, пиксели	3	5

Значения равных уровней ошибок для модифицированного алгоритма при разном количестве обучающих примеров приведены в таблице 2. Из таблицы 2 видно, что для обоих видео наименьший равный уровень ошибок достигается при использовании максимальной невязки. При этом полученные уровни ошибок близки к результатам для исходного алгоритма. Таким образом, максимальная невязка может выступать единой оценкой аномальности поведения в простых и сложных сценах.

Таблица 2 Равные уровни ошибок для алгоритмов обнаружения нехарактерного поведения для видео «Работа и ремонт» и видео лаборатории UCSD

Название видео	Количество обучающих примеров	Относительная невязка	Максимальная невязка
Работа и ремонт	3	39,85 %	10,76 %
Работа и ремонт	7	38,08 %	1,58 %
UCSD	10	53,68 %	24,62 %
UCSD	25	51,89 %	24,76 %

Выводы

В данной работе предложена модификация алгоритма обнаружения нехарактерного поведения на основе метода главных компонент по последователь-

ностям длин векторов смещения. Результаты экспериментов свидетельствует о возможности использования максимальной невязки в качестве единой оценки аномальности поведения в простых и сложных сценах.

Литература

1. Sodemann, A. A Review of Anomaly Detection in Automated Surveillance / A. Sodemann, M. Ross, B. Borghetti // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews. – 2012. – Vol. 42(6). – P. 1257-1272.
2. Chandola, V. Anomaly detection: A survey / V. Chandola, A. Banerjee, V. Kumar // ACM Computing Surveys (CSUR), 2009, V. 41(3), 72 p.
3. Jolliffe, I. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistic / I. Jolliffe // NY: Springer, 2002, 488 p.
4. Шаталин, Р.А. Обнаружение нехарактерного поведения в задачах видеонаблюдения / Р.А. Шаталин, В.Р. Фидельман, П.Е. Овчинников // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, № 1. – С. 37-45.
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 нештатных 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 Proccesing, 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.

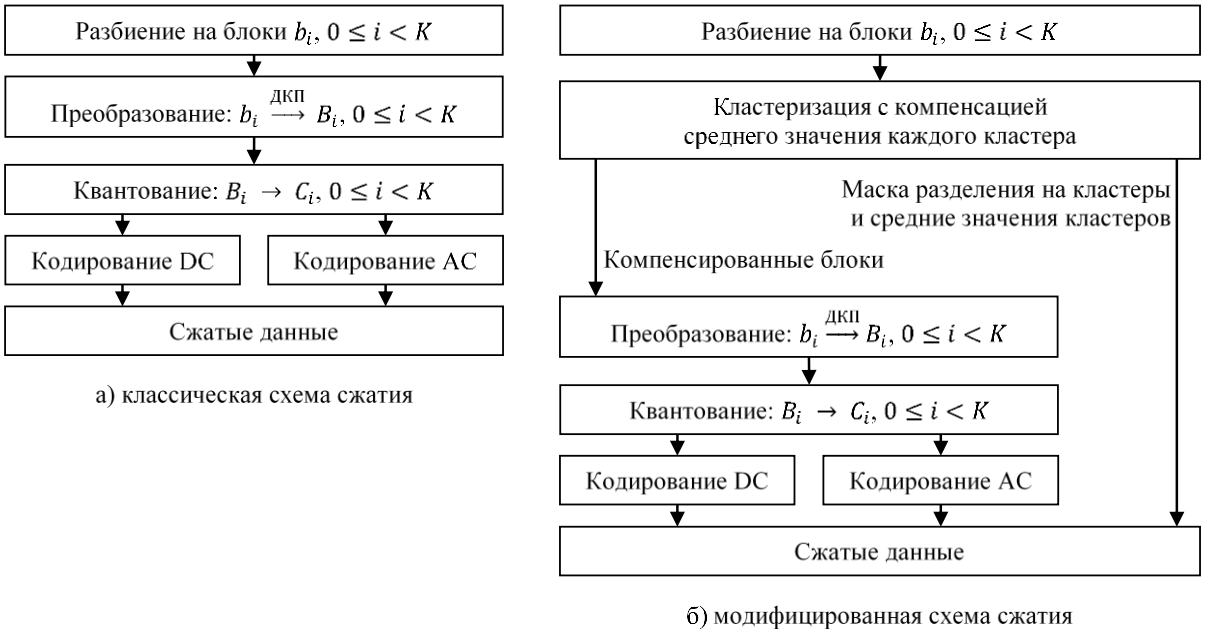
Р.Р. Юзькив

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЖАТИЯ МЕТОДОМ КОДИРОВАНИЯ С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ

(Самарский университет)

На рисунке 1а приведена классическая базовая схема сжатия гиперспектральных изображений (ГСИ) на основе блочного кодирования с преобразованием [1-3]. На первом этапе данные разбиваются на непересекающиеся трёхмерные блоки одинакового размера b_i, $0 \le i < K$, где K – количество получившихся блоков. На втором этапе с помощью дискретного косинусного преобразования (ДКП) для каждого блока вычисляется его спектр B_i. На третьем этапе происходит квантование и округление значений спектра для получения кванто-

ванных коэффициентов C_i. На четвёртом этапе происходит статистическое кодирование. При этом спектральные значения с нулевыми координатами в блоке (низкочастотные DC-коэффициенты), отвечающие за средние значения, как правило, сильно отличаются от остальных значений (получивших название высокочастотных AC-коэффициентов).



а) классическая схема сжатия

б) модифицированная схема сжатия

Рисунок 1 – Классическая и модифицированная схемы сжатия гиперспектральных изображений на основе кодирования с преобразованием

Использование ДКП обусловлено следующими причинами. Во-первых, для сигналов с экспоненциальной автокорреляционной функцией (АКФ) ДКП хорошо аппроксимирует преобразование Кархунена-Лоэва, которое является оптимальным с точки зрения концентрации энергии сигнала в наименьшем количестве спектральных отсчётов [4]. Во-вторых, имеются быстрые алгоритмы вычисления ДКП [5].

Однако в работе [6] было показано, что космические ГСИ по пространственным координатам намного лучше описываются двухэкспоненциальной АКФ, чем обычной экспоненциальной. Предложенная двухэкспоненциальная модель соответствует двухмасштабному представлению изображения [7] в виде суммы двух составляющих – низкочастотной (описывающей протяжённые кусочно-постоянные области) и высокочастотной (описывающей текстурную компоненту).

Поэтому в данной работе предлагается модифицированная схема сжатия (рисунок 1б), суть которой заключается в удалении низкочастотной составляющей изображения до этапа преобразования. Такое удаление соответствует приведению двухмасштабного изображения к одномасштабному, что должно увеличить эффективность применяемого ДКП.

Удаление низкочастотной составляющей предлагается проводить с помощью дополнительного этапа кластеризации ГСИ по пространственным координатам, на котором выполняются следующие действия.

1. Так как кластеризация по всем каналам ГСИ размера $N_1 \times N_2 \times N_3$ может являться вычислительно трудоёмкой задачей, то каналы прореживаются следующим образом. Во-первых, из каждых M последовательных каналов, где M – размер блока преобразования вдоль спектральной координаты, выбирается один с максимальной дисперсией. Из оставшихся каналов выбирается p каналов с максимальной дисперсией, где p – параметр алгоритма.
2. Для полученного прореженного ГСИ проводится кластеризация методом k-средних [8]. В качестве начальных значений центров кластеров используется детерминированная версия алгоритма на основе работы [9], которая выглядит следующим образом.
   2.1. В качестве первого центра кластера берётся некоторая фиксированная точка изображения – например, с координатами $(0, 0)$.
   2.2. Для каждой точки находится расстояние до ближайшего центра из тех, что уже выбраны. В качестве следующего центра выбирается точка с максимальным расстоянием до ближайшего центра.
   2.3. Шаги 2.2 и 2.3 повторяются до тех пор, пока не будет найдено заданное количество центров q, где q – параметр алгоритма.
3. На основе построенных кластеров строится маска разделения изображения на кластеры, где каждому пространственному отсчёту ставится в соответствие индекс кластера (значение от 0 до $q - 1$) и для каждого кластера вычисляется вектор средних значений уже по всем каналам ГСИ (т. е. вектора будут иметь размер N_3).
4. Из каждого отсчёта изображения вычитается соответствующее среднее значение кластера.
5. В поток выходных данных записываются маска разделения ГСИ на кластеры и векторы средних значений. Векторы средних значений статистически кодируются таким же способом, как и DC-коэффициенты (см., например, стандарт JPEG [10]).

Экспериментальные исследования проводились на 12 участках ГСИ размера $512 \times 512 \times 224$ (рисунок 2), полученных сканером Aviris и находящихся в открытом доступе [11].

Результаты были проверены на двух алгоритмах, различающихся по способу вычисления коэффициентов квантования.

1. Алгоритм А на основе упрощённого алгоритма [2] (использовались фиксированные значения параметров $Q = 80$ и $k = 1{,}5$). В качестве развёртки AC-коэффициентов в одномерный массив использовался алгоритм на основе количества квантованных коэффициентов, равных нулю [12].

2. Алгоритм Б на основе работы [12] (базовый алгоритм, использовалось значение заданной среднеквадратической ошибки $\sigma = 0{,}5$).

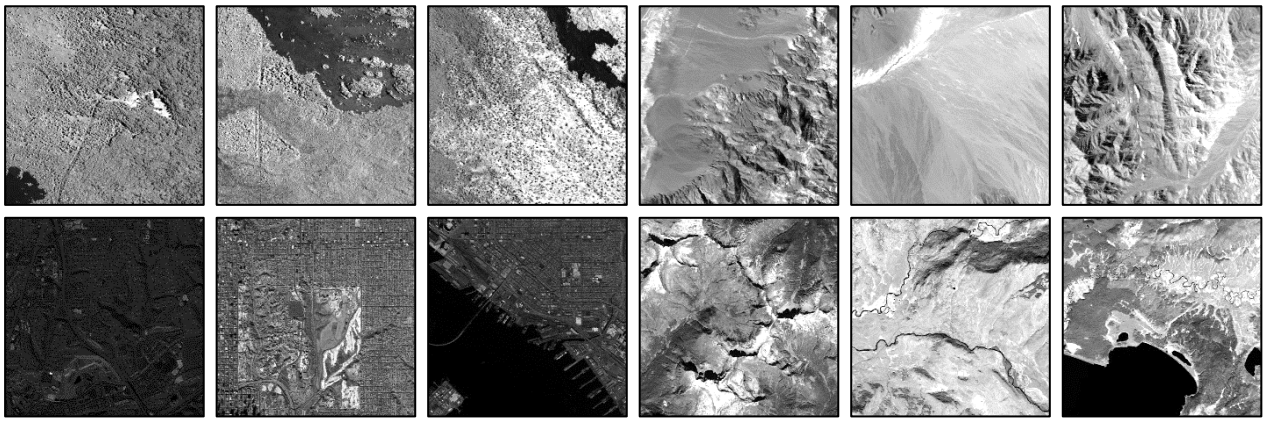


Рисунок 2 – Тестовой набор участков ГСИ (64-ый канал)

На рисунке 3 приведены усреднённые по всем ГСИ графики процентного уменьшения объёма сжатых данных относительно классической схемы при различных значениях p количества каналов, по которым строится кластеризация и различных значениях q количества кластеров.

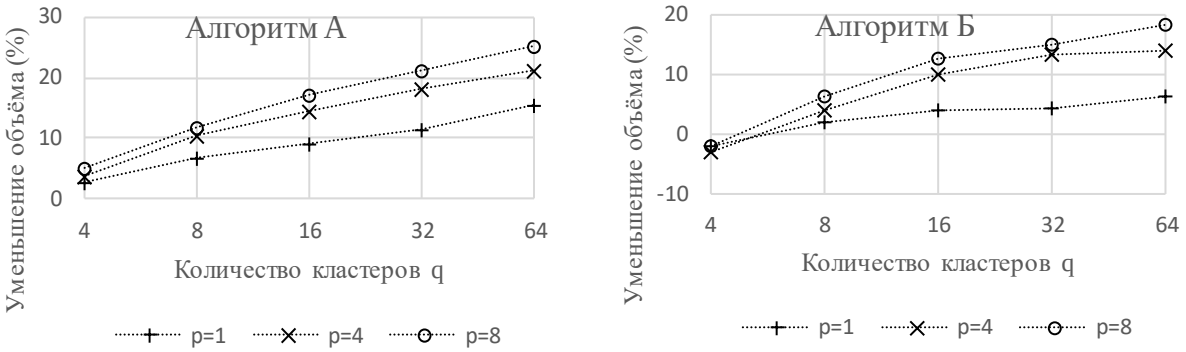


Рисунок 3 – Процентное уменьшения объёма сжатых данных
по сравнению с классической схемой сжатия

Видно, что добавление к закодированной информации дополнительного объёма данных в виде маски разделения ГСИ на кластеры и векторов средних значений не только компенсируется уменьшением объёма основных данных (в виде DC и AC-коэффициентов), но и приводит к уменьшению итогового объёма сжатых данных. Например, при количестве кластеров 32 среднее уменьшение может составить от 10 до 20 % для алгоритма А, от 5 до 15 % для алгоритма Б (в зависимости от количества каналов, по которым строится кластеризация).

Литература

1. Karami A. Hyperspectral image compression using 3D discrete cosine transform and support vector machine learning / A. Karami, S. Beheshti, M. Yazdi // Proceedings of Information Science, Signal Processing and their Applications (ISSPA). – 2012. – P. 826-829.

2. Qiao T. Effective compression of hyperspectral imagery using an improved 3D DCT approach for land-cover analysis in remote-sensing applications / T. Qiao, J.

Ren, M. Sun, J. Zheng, S. Marshall // International Journal of Remote Sensing. – 2014. – Vol. 35(20). – P. 7316–7337.

3. Mankar P. R. Image compression based on 3D-DCT / P. R. Mankar, S. S. Rane, A. E. Patil // International Journal of Research in Science & Engineering. – 2017. – Vol. 3(2). – P. 16-22.

4. Ахмед Н. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов / Н. Ахмед, К. Р. Рао. – М.: Связь, 1980. – 248 с.

5. Чернов В. М. Быстрые алгоритмы дискретных косинусных преобразований коротких длин с минимальной вычислительной сложностью / В. М. Чернов, М. А. Чичёва // Известия Самарского научного центра РАН. – 1999. – Т. 2. – С. 241-248.

6. Сергеев В. В., Юзькив Р. Р. Параметрическая модель автокорреляционной функции космических гиперспектральных изображений. Компьютерная оптика, 2016, 40(3), с. 416-421.

7. Чочиа П. А. Двухмасштабная модель изображения / П. А. Чочиа // Кодирование и обработка изображений. – М.: Наука, 1988. – С. 69–87.

8. MacQueen J. Some methods for classification and analysis of multivariate observations / J. MacQueen // Proceedings of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. – 1967. – P. 281-297.

9. Arthur D. k-means++: the advantages of careful seeding / D. Arthur, S. Vassilvitskii // Proceedings of the 18th annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms. – 2007. – P. 1027-1035.

10. ISO/IEC 10918-1. Information technology. Digital compression and coding of continuous-tone still images. Requirements and guidelines. – ISO/IEC JTC 1/SC 29 Coding of audio, picture, multimedia and hypermedia information, 1994. – 182 p.

11. NASA. AVIRIS Data Portal. URL: https://aviris.jpl.nasa.gov/alt_locator/ (дата обращения: 29.04.2019).

12. Yuzkiv R. R. Transform-based coding method for remote sensing hyperspectral data compression / R. R. Yuzkiv, V. V. Sergeev // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 201. – P. 249-257.

А.А. Ямалтдинова, В.В. Мокшин

ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В MATLAB

(Альметьевский филиал КНИТУ-КАИ им А.Н.Туполева)

Глубокое обучение в наше время стало направлением, которое стоит превыше всего исследований в машинном обучении. Начавшись с архитектурных прорывов, которые давали возможность оперативно обучать глубокие нейросети, оно стало направляться и на другие стороны, отдавая набор результативных систем там, где для исполнения проблем необходим приближение какой-то сложной функции.

Машинное обучение - чрезвычайно молодой раздел науки, по некоторому мнению сформировавшийся окончательно на стыке множества различных дисциплин в начале 70-х годов прошлого века, когда наши соотечественники Вапник и Червонекис математически обосновали принцип минимизации эмпирического риска.

Одним из принципиально важных следствий этого результата стала возможность формулировать задачи машинного обучения как задачи численной оптимизации. Кратко, эта методология заключается в том, что исследователь должен собрать выборку примеров, для каждого из которых известен правильный ответ, после чего эта выборка делится на две части, на одной из которых алгоритм обучается, а на другой тестируется.

Байесовская оптимизация - это алгоритм, хорошо подходящий для оптимизации гиперпараметров моделей классификации и регрессии. Вы можете использовать байесовскую оптимизацию для оптимизации функций, которые недифференцируемы, прерывисты и трудоемки для оценки. Алгоритм внутренне поддерживает гауссову модель процесса целевой функции и использует оценки целевой функции для обучения этой модели.

В этой статье мы применяем байесовскую оптимизацию к глубокому обучению и находим оптимальные сетевые гиперпараметры и варианты обучения для сверточных нейронных сетей.

Реализация глубокого обучения с использованием байесовской оптимизации в MATLAB:

1. Подготовка данных.

Для начала, загрузим набор данных CIFAR-10. Этот набор данных содержит 60000 изображений, и каждое изображение имеет размер 32 на 32 и три цветовых канала (RGB). Размер всего набора данных составляет 175 МБ. В зависимости от вашего Интернет-соединения, процесс загрузки может занять некоторое время.

Загрузим набор данных CIFAR-10 в виде обучающих изображений и этикеток, а также тестовых изображений и этикеток. Чтобы включить проверку сети, используем 5000 тестовых изображений для проверки.

2. Выбор переменных для оптимизации.

Выберем, какие переменные оптимизировать, используя байесовскую оптимизацию, и укажем диапазоны для поиска. Кроме того, укажем, являются ли переменные целыми числами и следует ли искать интервал в логарифмическом пространстве. Оптимизируем следующие переменные:

-Глубина раздела сети. Этот параметр контролирует глубину сети. В результате количество параметров и требуемый объем вычислений для каждой итерации примерно одинаковы для разных глубин сечения.

-Начальная скорость обучения. Наилучшая скорость обучения может зависеть от ваших данных, а также от сети, которую вы обучаете.

-Стохастический градиент нисходящего импульса. Импульс добавляет инерцию к обновлениям параметров, поскольку текущее обновление содержит вклад, пропорциональный обновлению в предыдущей итерации.

-Сила регуляризации L2. Используем регуляризацию, чтобы предотвратить переоснащение. Ищем пространство силы регуляризации, чтобы найти хорошее значение.

3. Выполнение байесовской оптимизации.

Создаем целевую функцию для байесовского оптимизатора, используя данные обучения и проверки в качестве входных данных. Целевая функция обучает сверточную нейронную сеть и возвращает ошибку классификации в наборе проверки. Поскольку bayesopt использует частоту появления ошибок в наборе проверки для выбора наилучшей модели, возможно, что окончательная сеть переопределится в наборе проверки. Окончательно выбранная модель затем тестируется на независимом тестовом наборе для оценки ошибки обобщения.

Выполняем байесовскую оптимизацию, минимизировав ошибку классификации на наборе валидации. Укажем общее время оптимизации в секундах. Для параллельного обучения сетей на нескольких графических процессорах установим для параметра «UseParallel» значение true. После того, как каждая сеть заканчивает обучение, bayesopt печатает результаты в командном окне. Затем функция bayesopt возвращает имена файлов в BayesObject.UserDataTrace. Целевая функция сохраняет обученные сети на диск и возвращает имена файлов в bayesopt.

Значение целевой функции в стиматике = 0,18813.

Расчетное время оценки функции = 2166.2402.

4.Оценивание итоговой сети.

Загрузим лучшую сеть, найденную в оптимизации, и ее точность проверки.

Прогнозирование меток тестового набора и вычисление ошибки теста. Рассматриваем классификацию каждого изображения в тестовом наборе как независимые события с определенной вероятностью успеха, что означает, что количество неправильно классифицированных изображений следует биномиальному распределению. Используем это, чтобы вычислить стандартную ошибку (testErrorSE) и приблизительный 95% доверительный интервал (testError95CI) от частоты ошибок обобщения. Этот метод часто называют методом Вальда. bayesopt определяет лучшую сеть, используя набор проверки, не подвергая сеть испытательному набору. Тогда, возможно, что ошибка теста выше, чем ошибка проверки.

Покажем на рисунке 1 некоторые тестовые изображения вместе с их предсказанными классами и вероятностями этих классов.

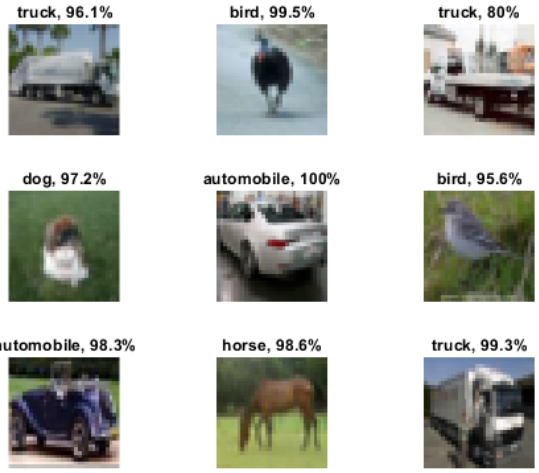


Рис.1. Тестовые изображения вместе с их предсказанными классами и вероятностями этих классов

5.Целевая функция для оптимизации.

Определим целевую функцию для оптимизации. Эта функция выполняет следующие шаги:

-Принимает значения переменных оптимизации в качестве входных данных.

-Определяет архитектуру сети и параметры обучения.

-Обучает и проверяет сеть.

-Сохраняет обученную сеть, ошибку проверки и параметры обучения на диск.

-Возвращает ошибку проверки и имя файла сохраненной сети.

Каждый раз, когда вы уменьшаете выборку пространственных измерений в два раза, используя максимальное количество пулов, увеличиваем количество фильтров в два раза. Это гарантирует, что объем вычислений, требуемый в каждом сверточном слое, примерно одинаков.

Выберем количество фильтров, пропорциональное 1 / sqrt (SectionDepth), чтобы сети разной глубины имели примерно одинаковое количество параметров и требовали примерно одинакового объема вычислений на одну итерацию. Чтобы увеличить количество параметров сети и общую гибкость сети, увеличим numF. Чтобы обучать даже более глубокие сети, изменим диапазон переменной SectionDepth.

Используем convBlock (filterSize, numFilters, numConvLayers) для создания блока сверточных слоев numConvLayers. Функция convBlock определена в конце этого примера.

Укажем параметры для сетевого обучения. Оптимизируем начальную скорость обучения, импульс SGD и уровень регуляризации L2.

Укажем данные проверки и выберем значение «ValidationFrequency», чтобы trainNetwork проверял сеть один раз за эпоху. Тренируем для фиксированного числа эпох и понизьте скорость обучения в 10 раз в течение последних

эпох. Это уменьшает шум обновлений параметров и позволяет сетевым параметрам располагаться ближе к минимуму функции потерь.

Используем увеличение данных. Увеличение данных помогает предотвратить переоснащение сети и запоминание точных деталей тренировочных образов. Обучим сеть и наметем прогресс обучения во время обучения.

В результате написания статьи была достигнута следующая цель, а именно: реализация глубокого обучения для распознавания объекта на изображении с использованием байесовской оптимизации в MATLAB.

Достижение цели выполнено путем решения задач, таких как:

- спроектирован и разработан алгоритм и программное обеспечение для распознавания и классификации объекта на изображении;
- программное обеспечение протестировано на тестовых наборах данных;
- загрузка и подготовка набора данных CIFAR-10 для сетевого обучения.
- указание переменных для оптимизации с помощью байесовской оптимизации.
- определение целевой функции, которая принимает значения переменных оптимизации в качестве входных данных, задает архитектуру сети и параметры обучения, обучает и проверяет сеть и сохраняет обученную сеть на диск.
- выполнение байесовской оптимизации, минимизировав ошибку классификации на наборе валидации.

Была подтверждена необходимость разработки конфигурации вследствие того, что похожих программ очень мало. Разработка сопровождается скриншотами созданной конфигурации.

Литература

1. Борисов Е.С. О методах обучения многослойных нейронных сетей прямого распространения. Градиентные методы первого порядка. [Электронный ресурс] / URL: http://mechanoid.kiev.ua/neural-net-backprop2.html.(Дата обращения 28.04.2019).

2. Выделение контуров на бинарных изображениях. // TechnicalVision.ru. [Электронный ресурс] / URL: http://wiki.technicalvision.ru. (Дата обращения 28.04.2019).

3. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М.: Техносфера, 2005. — 1072с.

4. Зенин А. В. Анализ методов распознавания образов. [Электронный ресурс] // Молодой ученый. — 2017. — №16. — С. 125-130. URL: https://moluch.ru/archive/150/42393/. (Дата обращения: 28.04.2019).

5. Мокшин В.В., Сайфудинов И.Р., Кирпичников А.П. Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 112-116.

6. Мокшин В.В., Якимов И.М. Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

7. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. Система мониторинга количества материалов для строительства дорожного полотна / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 17. С. 99-103.

8. Мокшин В.В. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

9. Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В. Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем // Нелинейный мир. М: 2009. №1. С. 48-63.

10. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Яхина З.Т. Сравнение систем структурного и имитационного моделирования по модели M/M/5 // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 16. С. 113-119.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

И.В. Бобылева, С.В. Востокин

АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ КАРКАС ДЛЯ БЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПО ПРИНЦИПУ КРУГОВОГО ТУРНИРА

(Самарский университет)

В докладе представлена методика построения алгоритмического каркаса для автоматизации попарной обработки блочных данных по принципу кругового турнира (каждый с каждым) в гридах настольных компьютеров предприятия. Приведено описание семантики вычислений и декомпозиции каркаса на последовательные подпрограммы с использованием модели акторов. Введена графическая нотация, поясняющая связь между частями каркаса. Применимость предлагаемого метода программирования грид-приложений исследована экспериментально при решении задачи блочной сортировки большого массива данных.

Вычислительные гриды настольных компьютеров давно и успешно применяются в области научных вычислений как в масштабе сети Интернет, так и в масштабе отдельных предприятий. Основным мотивом такого использования является возможность радикально уменьшить затраты на вычислительное оборудование. Технология грид-систем настольных компьютеров (или шире – любых персональных вычислительных систем: смартфонов, планшетов, ноутбуков и т.п.) позволяет воспользоваться для вычислений большим количеством устройств в сети Интернет с согласия их пользователей. Это во многих случаях удобнее и дешевле, чем проводить вычисления на кластере или суперкомпьютере. Другой альтернативой уменьшения аппаратных затрат является использование для вычислений временно простаивающего (например, в ночные часы) оборудования предприятия – десктоп гридов предприятия [1,2].

В то время как уменьшаются затраты на оборудование, важную роль в себестоимости вычислений начинают играть затраты на программирование. Затраты остаются невысокими, пока десктоп гриды применяются для реализации простых стратегий поиска или перебора с массовым параллелизмом. Это обусловлено тем, что такие задачи относительно легко программируются на базе API десктоп гридов, или имеются разработанные алгоритмические скелетоны типа map (применить ко всем), в которых общее управление вычислениями уже реализовано. Исследователю требуется лишь определить алгоритмы решения задач, передаваемых на компьютеры десктоп грида.

Однако по мере улучшения характеристик коммуникационного и вычислительного оборудования становится актуальным применение десктоп грид-систем для решения вычислительных задач с более сложным (по сравнению с массивно-параллельного типа map) управлением. Например, это могут быть задачи анализа данных, которые накапливаются на предприятии в течение рабочего дня и обрабатываются на настольных компьютерах предприятия в ночные часы.

Целью работы является формулировка методики и построение алгоритмического каркаса для организации вычислений на базе десктоп грид-систем. Каркас предназначен для упрощения программирования задач, в которых используется попарная обработка блочных данных по принципу кругового турнира (каждый с каждым). Такой тип обработки может применяться для сортировки, построения частотных распределений и подобных задач.

Доклад имеет следующую структуру. В соответствии с принципом нисходящей декомпозиции, вначале на основе модели акторов [3] и специальной графической нотации рассматривается обобщенное описание семантики параллельных вычислений в десктоп гриде. Предлагаемая графическая нотация позволяет выделить типы данных и последовательные процедуры их обработки. Далее мы конкретизируем описание типов данных и процедур, определяя алгоритмический каркас «портфель задач» [4]. В свою очередь, на основе каркаса «портфель задач» строится каркас «асинхронный круговой турнир». Практическая применимость каркаса «асинхронный круговой турнир» для обработки данных в десктоп гриде предприятия исследуется экспериментально на примере задачи блочной сортировки с использованием кластерной системе «Сергей Королев». В заключении рассматривается применение описанного подхода для повышения эффективности вычислений в гриде настольных компьютеров предприятия под управлением платформы Everest, описанных в работе [5].

Литература

1. Афанасьев, А.П. Увеличение вычислительной мощности распределенных систем с помощью грид-систем из персональных компьютеров [Текст] / А.П. Афанасьев, R. Lovas, В.В. Волошинов [и др.] // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2011): труды международной научной конференции (Москва, 28 марта – 1 апреля 2011 г.). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – С. 6-14.

2. Ivashko E. Enterprise Desktop Grids. CEUR Workshop Proceedings, Volume 1502, 2015, PP. 16–21.

3. De Koster, J., Van Cutsem, T., De Meuter, W., 43 years of actors: A taxonomy of actor models and their key properties. AGERE 2016 - Proceedings of the 6th International Workshop on Programming Based on Actors, Agents, and Decentralized Control, co-located with SPLASH, 2016. PP. 31-40.

4. H.Senger, F.A.B. da Silva. Bounds on the scalability of bag-of-tasks applications running on master-slave platforms. Parallel Processing Letters, Volume 22, Issue 2, 2012.

5. Vostokin S.V., Sukhoroslov O.V., Bobyleva I.V., Popov S.N. Implementing computations with dynamic task dependencies in the desktop grid environment using Everest and Templet Web. CEUR Workshop Proceedings, Volume 2267, 2018. PP. 271-275.

С.Р.Валеев, А.О.Новиков

СОЗДАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДИСПЕТЧЕРСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ SCADA-ПАКЕТА WINCC OA

(Самарский университет)

Невозможно представить современное АСУ ТП без использования SCADA-систем. Их основными задачами являются: сбор и обработка данных в режиме реального времени, обмен данными с ПЛК, архивирование данных, аварийная сигнализация и т.д. Такими функциями должна обладать каждая SCADA-система. Для одних станций диспетчерские системы нужны только для отображения информации в реальном времени, архивирование и алармирование, для других, таких как крупные ГЭС, входящих в большой каскад ГЭС, одним из важнейших условий является возможность создания распределённых систем. Такие системы позволяют создавать единый диспетчерский пункт в одном географически распределенном месте. Такие SCADA для обмена данными между друг другом должны использовать свой внутренний протокол.

Рассмотрим пример распределенной диспетчерской системы, построенной на базе SCADA-пакета WinCC OA. На рисунке 1 показана структурная схема такой системы.

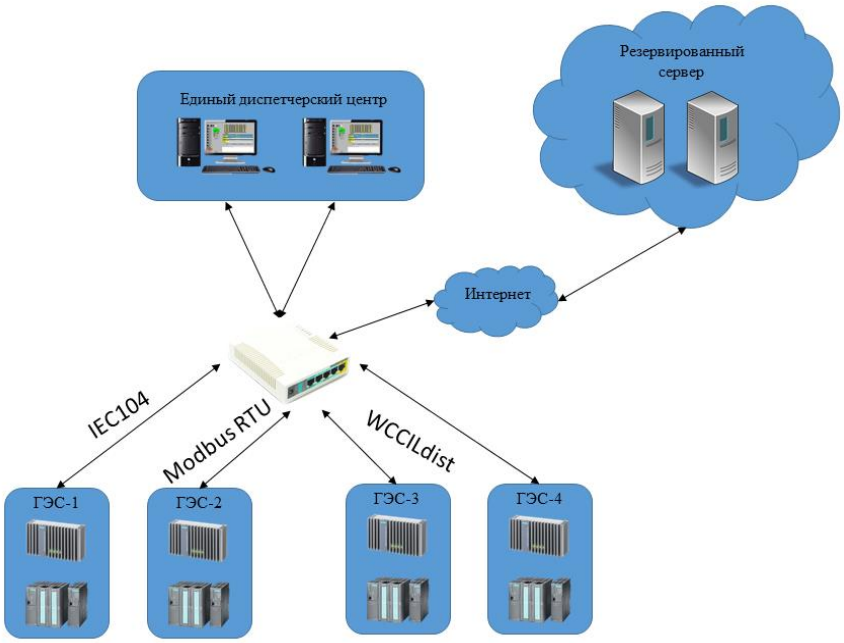


Рис. 1. Структурная схема распределенной диспетчерской системы

В качестве тестирования такой системы был поднят виртуальный резервированный сервер на виртуальных машинах VMware, доступ к которому осуществляется через маршрутизатор. На локальных ГЭС установлены Nanobox, которые принимают данные с контроллеров и отправляют их на единый диспетчерский пункт по разным протоколам. Порой, применение разных протоколов передачи данных между системами диспетчеризации обусловлено разными причинами, одной из которых может являться то, что дистанционная передача данных по радиочастотным каналам связи может ухудшаться. Тем самым часть данных теряется и не приходит на единый диспетчерский центр.

Рассмотрим связь сервера с каждой ГЭС. SCADA ГЭС-1 собирает данные с контроллеров, отображает их в реальном времени, отображает сообщения при аварийных ситуациях и архивирует их. В данном случае, с помощью языка CONTROL, WinCC OA позволяет перезаписывать данные из точек данных, которые фиксируют изменения с контроллера, в точки, необходимые для передачи на сервер по протоколу IEC104. В данной ситуации необходимо продублировать точки данных из ГЭС-1 и, в соответствии, с предварительно заданной адресацией импортировать их на сервер. Тем самым, мы получаем один из узлов распределенной структуры, использующий протокол IEC104. В случае с ГЭС-2, ситуация аналогична, только используется протокол Modbus. Использование таких моделей распределенных структур обусловлено тем, что не на всех станциях используется WinCC OA и приходится «дружить» разнородные системы с помощью общепринятых протоколов передачи данных. В некоторых ситуациях приходится использовать знания языков программирования высокого уровня и писать свои протоколы, чтобы подружить две системы. Например, на одной из реальных ГЭС в качестве SCADA-системы используется классическая WinCC, которая не поддерживает IEC104. Однако, был написан драйвер, который собирает данные из базы WinCC и отправляет их по протоколу IEC104 на сервер, на котором установлена WinCC OA.

Распределенные системы WinCC OA соединяются друг с другом посредством своего собственного менеджера – WCCILdist (менеджер распределенной архитектуры). В каждой систем используется один менеджер, который отвечает за соединение с другими системами. Но в нашем случае, по причине того, что имеется пара резервированных серверов, менеджер распределенной архитектуры работает на каждом из них. В широком смысле WCCILdist является внутренним протоколом WinCC OA. ГЭС-3 и ГЭС-4 также обмениваются данными с серверами по данному протоколу. Такая распределенная система имеет иерархическую структуру: одна система находится вверху иерархии, остальные располагаются ниже на разных уровнях. Когда задаются параметры, достаточно указать соединение в одном направлении. Создание таких систем является более упрощенной процедурой, чем та, что описана выше с ГЭС-1 и ГЭС-2.

Кроме того, что система распределенная, она еще поддерживает горячее резервирование. Это важное свойство, для крупных диспетчерских систем. Демонстрационный стенд аккумулирует на стороне сервера все станции с возможностью управления агрегатами и архивированием данных, поступающих с

локальных станций. Это важно и удобно, для построения отчетностей о работе всего каскада ГЭС. Кроме этого два автоматизированных рабочих места соединены с удаленным интерфейсом пользователя и отображают единый диспетчерский центр.

В реальности, могут быть различные варианты передачи данных между диспетчерскими пунктами. Все ограничивается лишь в необходимых лицензиях для WinCC OA. Однако, менеджер входящий в пакет базовых лицензий, снимает ограничения на пользование WCCILdist.

Исходя из вышеописанного, WinCC OA является отличной платформой для создание распределённых диспетчерский систем, благодаря тому, что имеет большое количество драйверов, с помощью которых можно обмениваться данными по разным протоколам. Более того, наличие внутреннего протокола передачи данных позволяет экономить лимит на точки данных, так как ограничений на точки данных, передаваемых по протоколу WCCILdist, нет. Также можно отметить, что при проведении пусконаладочных работ не требуется проводить повторных тестирований связи между верхним и нижним уровнем, как это было бы в случае использования иного протокола связи. Сокращаются трудозатраты на повторную проверку адресов.

Литература

1. Архитектурное построение SCADA-систем [Электронный ресурс]: рабочая программа / авт.-сост. Е.Б.Андреев- Уфа.: УГАТГ, 2014. - 42 с. // УГАТГ: [сайт]. – Режим доступа: https://studfiles.net

В.Д. Васильев, В.В. Мокшин

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева КНИТУ – КАИ)

Решение оптимизационных задач имеет большое значение как при нахождении оптимального режима работы какого-либо предприятия, так и решения обычных уравнений, наподобие $\sin(x)=1/x$. Все сводится к тому что необходимо найти наиболее близкое значение x удовлетворяющему данное равенство $f(x)=\sin(x)-1/x$.

При решении уравнений иногда нет возможности точно определить значение корня уравнения, в таких случаях решение уравнение сводится к задаче оптимизации – нахождении наиболее близкого к истине решения.

Такие численные методы решения задач оптимизации как итерационный метод, метод Ньютона, метод секущих и метод половинного деления являются распространенными и часто используемыми. Генетический же алгоритм в данном контексте начал употребляться не так давно.

Генетический алгоритм работает с совокупностью особей – популяцией. Начальная популяция формируется из случайных x, далее рассчитывается значения f(x) для каждой особи и сравнивается между собой. Из наиболее близких к истине решений составляются родители для следующего потомства. Данный процесс повторяется до тех пор, пока не достигается требуемый результат.

Рассмотрим данные представленные в табл.1, полученные при нахождении минимального значения функции f(x)=sin(x)-1/x различными методами. Данными для анализа являются значения, при котором достигается минимум функции и количество итераций затраченное на его нахождение.

Табл.1. Методы решения и их результаты

Метод	Значение x	Количество итераций
итерационный	7,58045	1998
Ньютона	7,58045	7
секущих	7,58047	44
половинного деления	7,58047	17
генетический алгоритм	7,58046	5

Генетический алгоритм по сравнению с остальными методами имеет изменяющееся количество итераций для нахождения оптимального решения. Это связано с тем, что в нем на начальном этапе генерируются случайные x.

Для решения многомерной оптимизации больше подойдут такие методы как метод роя частиц, параллельный генетический алгоритм.

Метод роя частиц оптимизирует функцию, перемещая частицы в пространстве решений согласно простой формуле. Перемещение подчиняется принципу наилучшего найденного в этом пространстве положения, постоянно изменяется при нахождении частицами выгодного положения. Рассмотрим конкретно на примере решения задачи двумерной оптимизации. Решение будет производится в пакете MatLab.

$$f(x,y) = \sin(\sqrt{(x+8)^2 + (y-8)^2})$$

25 особей будут перемещаться в двумерном пространстве (рис.1) и относительно координат их нахождения будут рассчитываться значения целевой функции.

Если целевая функция на данной итерации принимает минимальное значение, то эта координата принимает зеленый цвет, синим цветом выделены координаты настоящего местонахождения особей. На рис.2 представлен график изменения значения целевой функции в зависимости от номера итерации (количество итераций 400).

Заключение. Применение роевого алгоритма в задачах оптимизации становится все популярнее. Уже существуют алгоритмы основанные на поведении колонии муравьев, роя пчел, летучих мышей и др. Кроме задач оптимизации данные алгоритмы применяются в задачах прогнозирования.

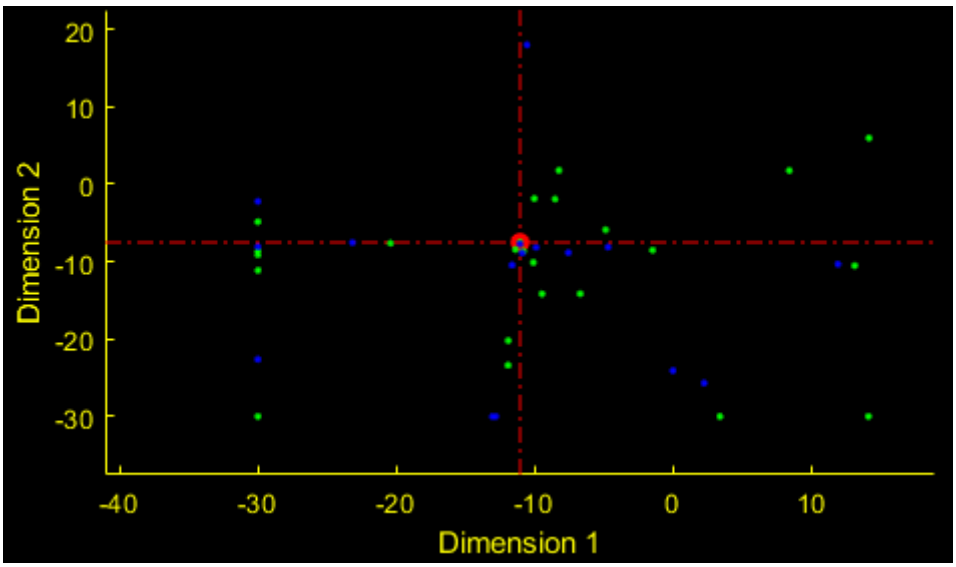


Рис. 1. Перемещение особей в двумерном пространстве

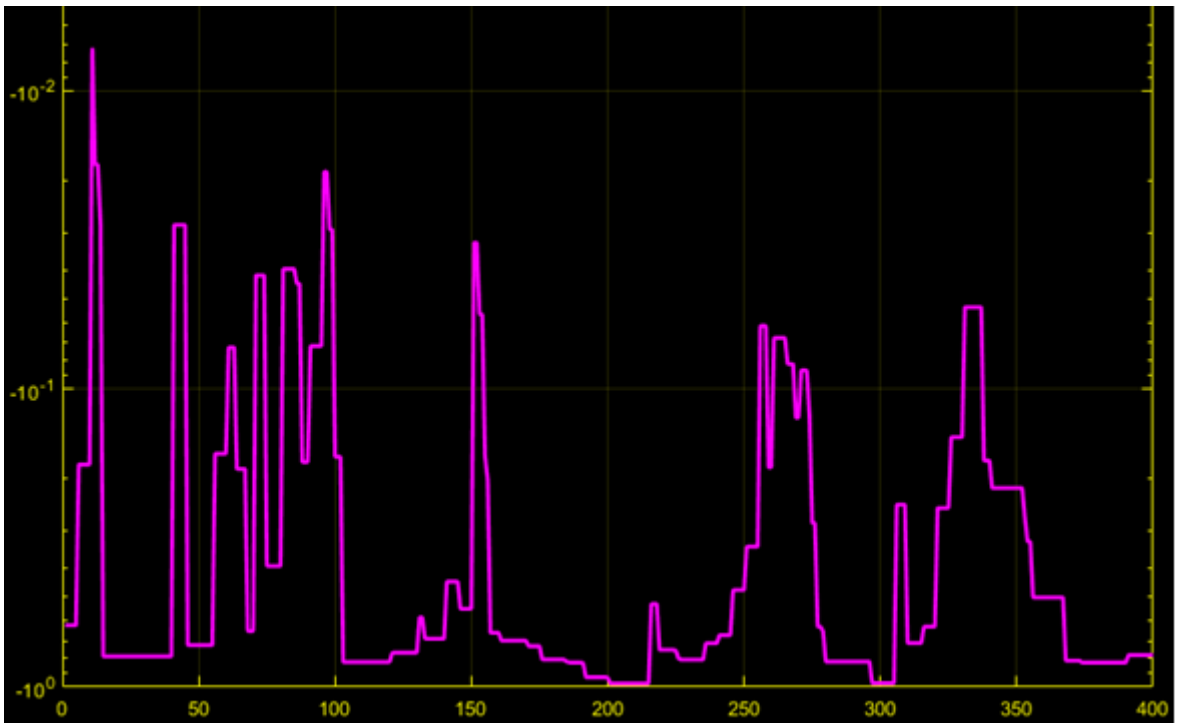


Рис. 2. Значение целевой функции в зависимости от номера итерации

Литература

1. Салихова Э.И., Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Михайлова О.П. Мониторинг буровых работ с использованием средств распознавания образов / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 163-168.

2. Спиридонов Г.В., Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Шамсутдинов Р.С. Алгоритм формирования маршрута буровой бригады / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 169-175.

3. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. Разработка комплекса программ для анализа технического состояния грузоподъемных механизмов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 21. С. 80-85.

4. Мокшин В.В. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

5. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А. Обучение имитационному моделированию в пакете Simulink системы MatLAb / Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18. № 5. С. 184-188.

И.Ю. Выгодчикова, А.А. Хохлов

ИНДИКАТОР ТОРГОВОГО РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИНИМАКСНОГО КРИТЕРИЯ АППРОКСИМАЦИИ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Принятие торговых решений на финансовых рынках связано с огромным количеством транзакций. Поэтому инвесторы обращаться к математическим моделям, основой которых служат модели аппроксимации процесса торговли ценными бумагами, позволяющие сделать прогноз и принять верное решение достаточно быстро. Такие модели нуждаются в отыскании новых, нестандартных средств аппроксимации, позволяющих достичь целей инвестора. Ограничением служит прозрачность и точность вычислительных процедур, использование минимального числа итераций для получения параметров модели аппроксимации, так как время выполнения вычислений может повлиять на скорость принятия решения и изменить перспективы вложения капитала.

Целью работы является создание индикатора, используемого для принятия торговых решений на финансовом рынке на основе интервальных данных и минимаксной модели аппроксимации.

Критерий аппроксимации. Исследуется цена акций за периоды t_k временной сетки $T=\{t_0<\ldots<t_N\}$: $y_{1,k}$ (минимум) и $y_{2,k}$ (максимум), $k=\overline{0,N}$. Для построения индикатора применяется критерий аппроксимации диапазонов цен на подмножествах $\sigma=\{t_{s-2}<t_{s-1}<t_s\}\subset T$, $s=\overline{2,N}$ [1]:

$$\rho_s(a_0,a_1)=\max_{k=\overline{s-2,s}} f(a_0,a_1,k)\to\min_{A=(a_0,a_1)\in R^2}, \qquad (1)$$

где $p(a_0,a_1,t)=a_0+a_1t$, $f(a_0,a_1,k)=\max\{y_{2,k}-p(a_0,a_1,t_k);p(a_0,a_1,t_k)-y_{1,k}\}$.

Минимальное значение $\rho_s(a_0,a_1)$ обозначим ρ_s^*. Этот показатель является индикатором принятия решения при изменении направления тренда (a_1): ес-

ли тренд изменяет направление в сторону повышения (понижения), генерируется сигнал к покупке (продаже) акций, при условии стабилизации индикатора.

Алгоритм решения задачи (1). Полагаем s=2. Для подсчета ρ_s^* требуется провести следующие вычисления [2, 3]:

Шаг 1. Определить коэффициенты полинома a_0^0, a_1^0 и величину уклонения h_0 в результате решения системы уравнений

$$\begin{cases} h_0 = y_{2,s-2} - p(a_0^0, a_1^0, t_{s-2}), \\ h_0 = p(a_0^0, a_1^0, t_{s-1}) - y_{1,s-1}, \\ h_0 = y_{2,s} - p(a_0^0, a_1^0, t_s), \end{cases}$$

то есть вычислить величины $a_1^0 = \dfrac{y_{2,s} - y_{2,s-2}}{2}$, $a_0^0 = \dfrac{1}{2}(y_{2,s-2} + y_{1,s-1} - a_1^0(t_{s-2} + t_{s-1}))$, $h_0 = y_{2,s-2} - p(a_0^0, a_1^0, t_{s-2}) = y_{2,s-2} - a_0^0 - a_1^0 \cdot t_{s-2}$. Перейти к шагу 2.

Шаг 2. Определить коэффициенты полинома a_0^1, a_1^1 и величину уклонения h_1 в результате решения системы уравнений

$$\begin{cases} h_1 = y_{1,s-2} - p(a_0^1, a_1^1, t_{s-2}), \\ h_1 = p(a_0^1, a_1^1, t_{s-1}) - y_{2,s-1}, \\ h_1 = y_{1,s} - p(a_0^1, a_1^1, t_s), \end{cases}$$

то есть вычислить величины $a_1^1 = \dfrac{y_{1,s} - y_{1,s-2}}{2}$, $a_0^1 = \dfrac{1}{2}(y_{1,s-2} + y_{2,s-1} - a_1^1(t_{s-2} + t_{s-1}))$, $h_1 = p(a_0^1, a_1^1, t_{s-2}) - y_{1,s-2} = a_1^0 + a_1^1 \cdot t_{s-2} - y_{1,s-2}$. Перейти к шагу 3.

Шаг 3. Вычислить $h_\beta = \max(h_0, h_1)$. Если $h_\beta = h_0$, осуществляется переход к шагу 4, иначе осуществляется переход к шагу 6.

Шаг 4. Вычислить:

$$l = \max(p(a_0^0, a_1^0, t_{s-2}) - y_{1,s-2}, y_{2,s-1} - p(a_0^0, a_1^0, t_{s-1}), p(a_0^0, a_1^0, t_s) - y_{1,s}),$$

перейти к шагу 5.

Шаг 5. Если $h_0 \ge l$, то $\rho_s^* = \rho_s^*(a_0^0, a_1^0) = h_0$. Иначе

$$\rho_s^* = \max\left(\frac{y_{2,s-2} - y_{1,s-2}}{2}, \frac{y_{2,s-1} - y_{1,s-1}}{2}, \frac{y_{2,s} - y_{1,s}}{2}\right).$$

Текущая итерация завершена

Шаг 6. Вычислить:

$$l = \max(y_{2,s-2} - p(a_0^1, a_1^1, t_{s-2}), p(a_0^1, a_1^1, t_{s-1}) - y_{1,s-1}, y_{2,s} - p(a_0^1, a_1^1, t_s)),$$

перейти к шагу 7.

Шаг 7. Если $h_1 \ge l$, то $\rho_s^* = \rho_s^*(a_0^1, a_1^1) = h_1$. Иначе

$$\rho_s^* = \max\left(\frac{y_{2,s-2} - y_{1,s-2}}{2}, \frac{y_{2,s-1} - y_{1,s-1}}{2}, \frac{y_{2,s} - y_{1,s}}{2}\right).$$

Текущая итерация завершена

Если s=N, алгоритм завершается, в противном случае для s=s+1 выполняется переход к шагу 1.

Последовательность вычислительного процесса приведена на рис. 1.

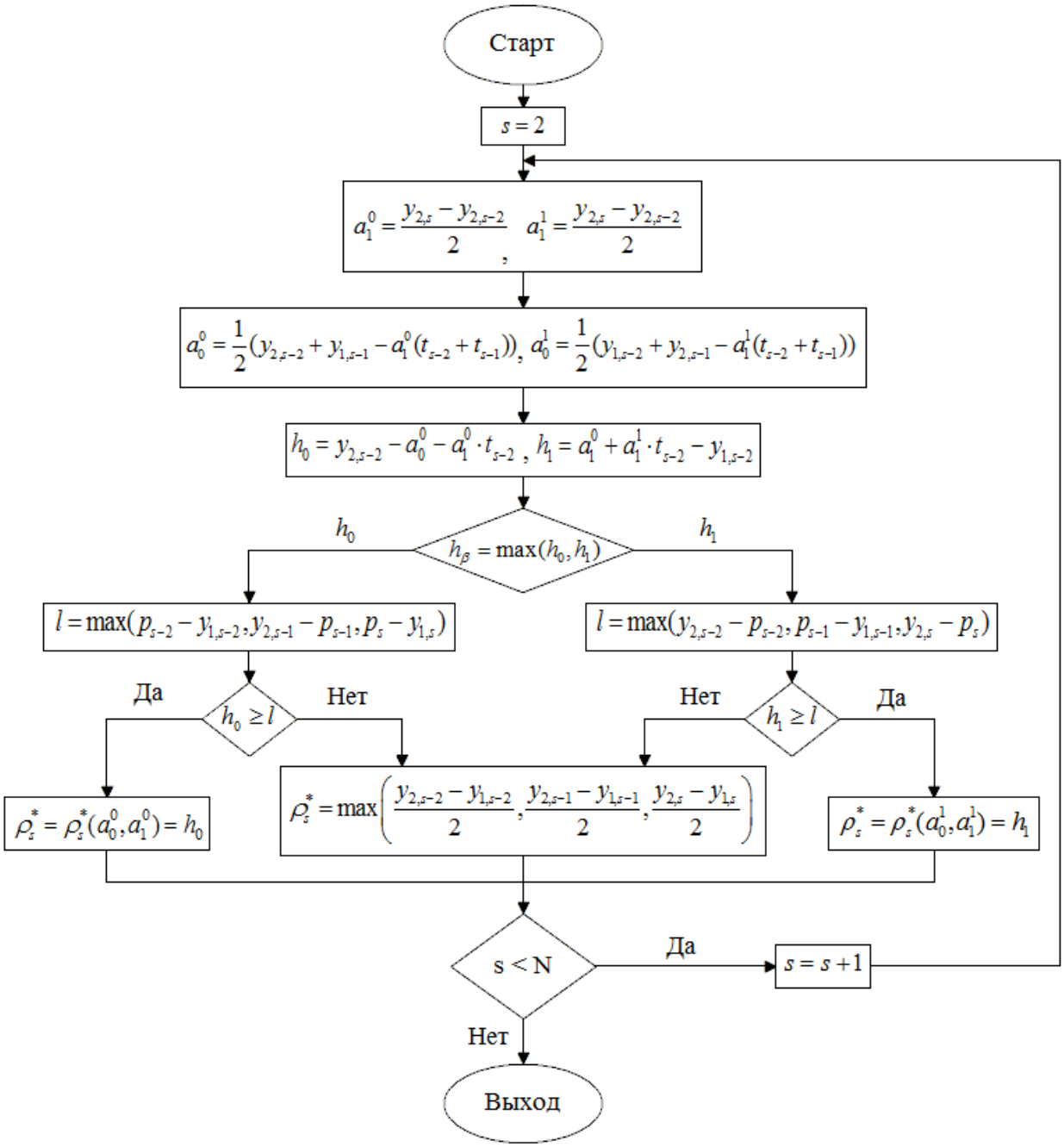


Рис. 1. Блок-схема вычислительного процесса

Вычислительный эксперимент. Текущим значением аппроксимации тренда в точке t_s является $p_s=p(a_0^\beta,a_1^\beta,t_s)$. Если $h_\beta<l$, то тренд не определён, в таком случае полагаем $p_s=\left(y_{1,s}+y_{2,s}\right)/2$. Верхней границей текущей аппроксимации является $p_s+\rho_s^*$. Нижней границей текущей аппроксимации является $p_s-\rho_s^*$. Анализ результатов экспериментов по данным [4] представлен на рис. 2, показатели аппроксимации обозначены p, p+rho и p-rho, соответственно.

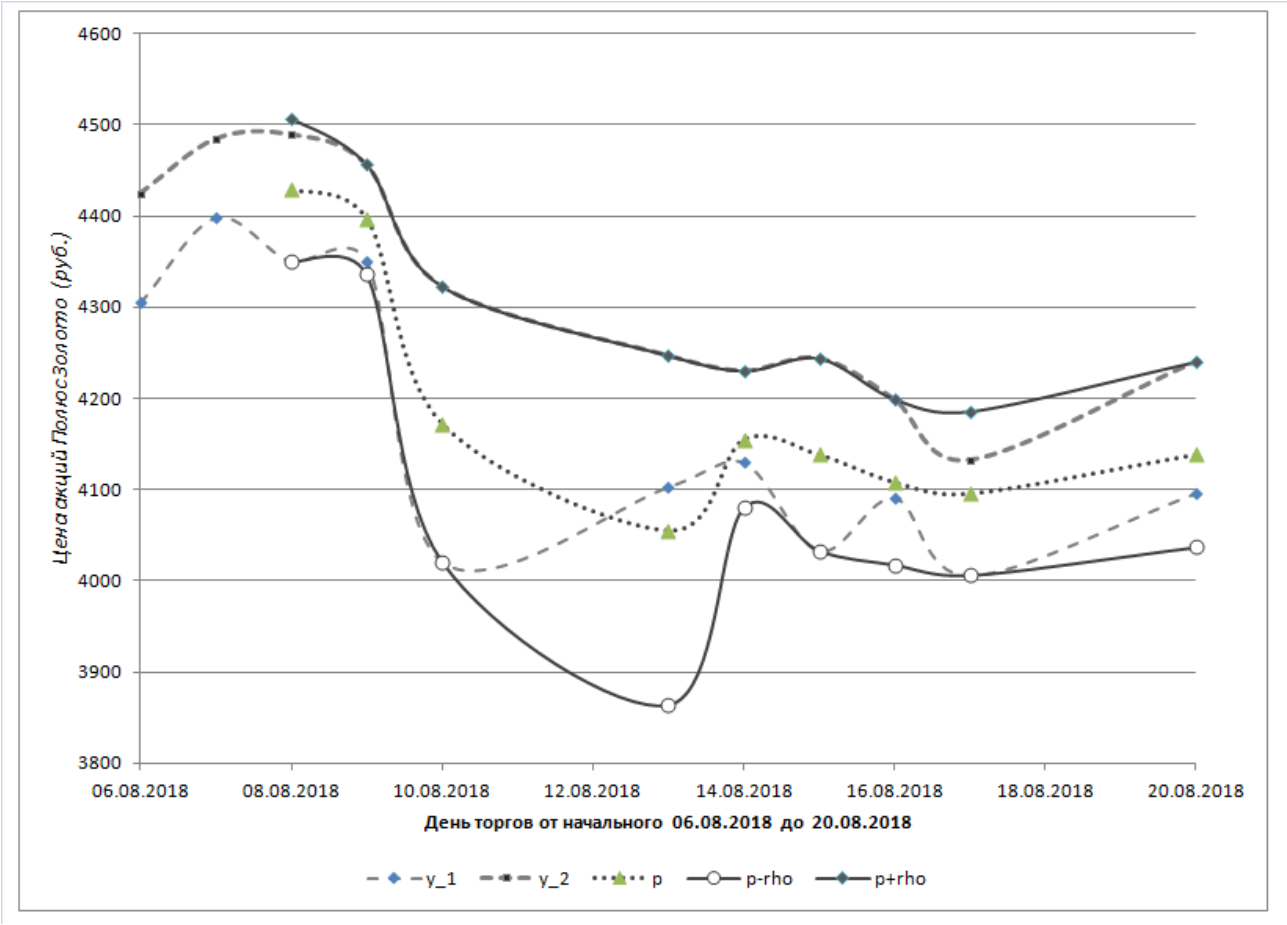


Рис. 2. Результаты вычислительного эксперимента

Пусть инвестор планирует купить акции. Поскольку риск стабилизировался только к 20.08.2018, а тренд изменил направление на повышение, рекомендуется покупать акции в последний период анализа (20.08.2018).

Заключение. Разработан эффективный алгоритм вычисления индикатора, используемого для принятия торговых решений на финансовом рынке, на основе интервальных данных и минимаксного критерия аппроксимации.

Литература

1. Выгодчикова И.Ю. О моделировании риска с использованием многозначных ценовых данных // Сборник материалов Международной молодежной научно-практ. конференции «Математическое моделирование в экономике, страховании и управлении рисками». Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2013. С. 39-45.

2. Выгодчикова И.Ю. Оценка допустимых погрешностей при анализе многозначных динамических рядов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара : Из-во Самар. науч. центра РАН, 2017. – С. 866-868.

3. Выгодчикова И.Ю., Гусятников В.Н. Модели динамических рядов интервальных данных и их приложения. Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2018. – 108 с.

4. Полюс Золото, архив торгов, акция обыкновенная, котировки (руб.). [Электронный ресурс]. URL: https://www.finanz.ru/aktsii/arhiv-torgov/Polyus_Gold_1/MIC/1.7.2018_1.10.2018. Дата обращения: 07.04.2019.

И.В. Гринь, О.А. Морозов

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СЕЧЕНИЙ ФУНКЦИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРЕСЕЛЕКТИРОВАННЫХ УЗКОПОЛОСНЫХ КАНАЛОВ

(Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

В настоящее время существенно расширяются возможности применения систем космического базирования для решения широкого круга научно-технических и прикладных задач в различных сферах деятельности. При построении современных систем радиосвязи и навигации, особенно с использованием космического сегмента, важной задачей является разработка и исследования методов цифровой обработки сигналов, эффективно функционирующих в условиях априорной неопределенности относительно параметров сигналов и низкого отношения сигнал/шум каналов связи. Для повышения устойчивости передачи данных к шумам, а также повышения надежности каналов передачи информации в сложных условиях распространения сигналов в настоящее время широко используются методы расширения спектра и, соответственно, широкополосные сигналы [1].

Многопозиционные спутниковые системы позволяют, эффективно решать задачи определения местоположения источника излучения методами пассивной пеленгации в реальном масштабе времени. Одним из распространенных методов пассивной пеленгации источника излучения является разностно-дальномерный метод [2]. Его использование требует предварительного решения задачи оценки взаимных временных задержек распространения искаженных копий излученного сигнала

$$s_1(t) = x(t) + \xi(t),\ s_2(t) = \tilde{x}((1-\alpha)t - \Delta t) + \eta(t),$$

распространяющихся по разным каналам [2,3].

Оптимальной в смысле максимального правдоподобия оценкой взаимной временной задержки сигналов, в условиях низкого отношения сигнал/шум и значительного доплеровского сдвига спектра, является оценка, рассчитанная на основе положения максимума взаимной функции неопределенности принимаемых сигналов $s_1(t)$ и $s_2(t)$ [2,3]:

$$A(\tau, \Delta f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t) \cdot s_2^*(t+\tau) \exp(-j2\pi\Delta f t) dt. \quad (1)$$

Критерием достоверности оценки взаимной временной задержки может служить отношение величины главного максимума результирующего распределения к среднеквадратичному значению отклонения от среднего, что также характеризует степень выраженности главного максимума в данном распределении:

$$C = \frac{\max(Q_i) - < Q >}{\sqrt{\frac{1}{L}\sum_{i=0}^{L-1}(Q_i - < Q >)^2}}, \quad (2)$$

где L – количество отсчетов в распределении Q.

В случае если исследуемые сигналы являются широкополосными, побочные максимумы взаимной функции неопределенности, получаемой при оптимальной обработке принимаемых сигналов, становятся сравнимыми по величине с главным максимумом, что не позволяет достоверно оценить взаимную временную задержку сигналов.

Для повышения вероятности достоверной оценки взаимных временных задержек широкополосных сигналов может быть предложена общая модифицированная схема расчета, основанная на алгоритме, предложенном в [3]. Модифицированная схема предполагает предварительное выделение *M* узкополосных каналов с центральной частотой f_k и шириной спектральной полосы B_k, расчет распределений на основе (1) для оценки взаимной временной задержки в каждом узкополосном канале и последующее когерентное или некогерентное усреднение полученных распределений. Ширину спектральной полосы узкополосных каналов B_k целесообразно выбирать так, чтобы доплеровское расширение данной спектральной полосы было пренебрежимо мало для эффективного применения алгоритмов оценки взаимной временной задержки узкополосных сигналов ($B_k << f_0$).

Для предложенного алгоритма когерентного и некогерентного усреднения проведено исследование величины критерия выраженности (2) главных максимумов результирующих распределений в зависимости от количества узкополосных каналов M. Исследование проводилось для OFDM-сигналов с шириной спектра – 420 МГц, включающих 512 поднесущих. Отношение сигнал/шум ОСШ = -5 дБ. На рисунке 1 приведены графики зависимостей критерия C(2) результирующих распределений от количества выделяемых узкополосных каналов M. На рисунке зависимость 1 соответствует когерентному накоплению, зависимость 2 – некогерентному накоплению.

Рассмотрены методы повышения эффективности оценки взаимных временных задержек широкополосных сигналов, основанные алгоритме вычисления взаимной функции неопределённости. С целью сравнительного анализа эффективности когерентного и некогерентного методов накопления данных цифровой обработки выделенных узкополосных каналов проведено компью-

терное моделирование алгоритмов построения взаимной функции неопределенности сигналов широкополосных систем связи.

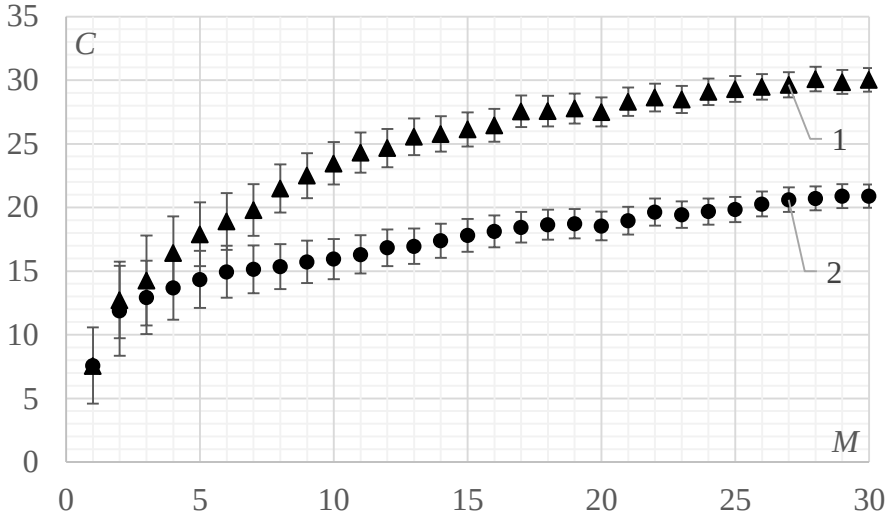


Рис 1. Зависимости критерия C(2) результирующего распределения от количества узкополосных каналов M

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о целесообразности применения алгоритма усреднения сечений в случае анализа множества взаимных корреляционных функций или взаимных функций неопределенности с максимумами недостаточной выраженности.

Литература

1. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение каналов. М.: Техносфера, 2007. 488 с.
2. Гришин Ю.П., Казаринов Ю.М., Ипатов П.В. Радиотехнические системы. М.: Высш. шк., 1990. 496 с.
3. Гринь И.В., Ершов Р.А., Морозов О.А. Определение местоположения источника излучения сверхширокополосных систем связи // Системы управления и информационные технологии, №3(1), 2015. С. 18-22.

В.В. Зайцев

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ПРОГРАММЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ И УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПРОСОВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

В настоящее время задача оптимизации процессов на предприятиях является очень востребованной. В связи с этим возникает необходимость разработки механизмов, которые позволили бы выполнить эту оптимизацию за минимальное время.

Цель – расширение функциональности программы для мониторинга работы и управления системой распределения запросов, полученных от электронных средств. Структура исследуемой сети изображена на рис. 1.

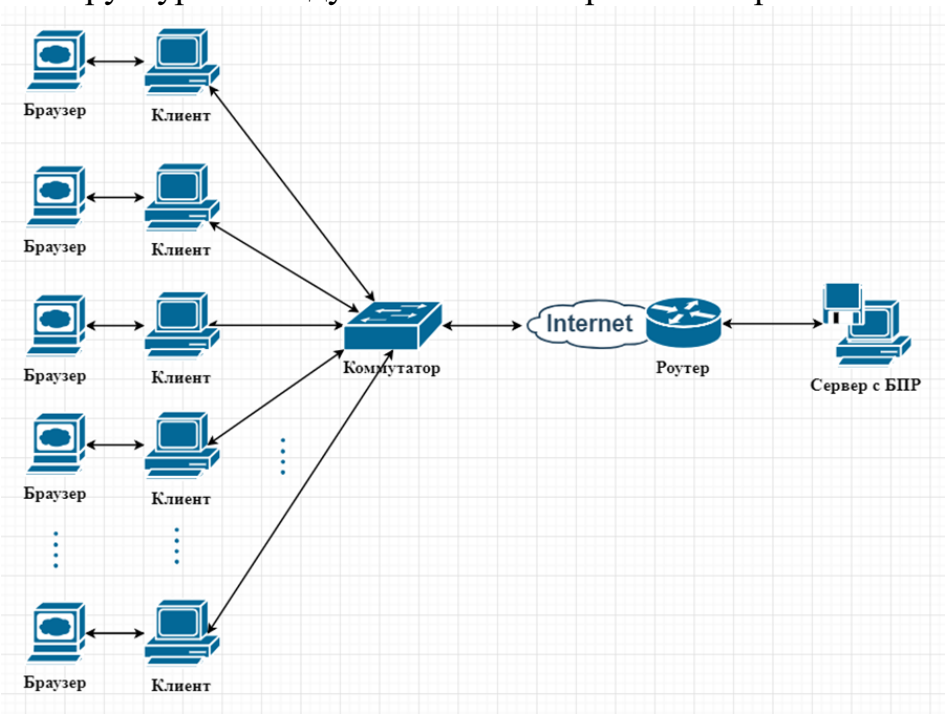


Рис. 1. Структура исследуемой сети

В качестве оборудования, отправляющего запросы центральному серверу с блоком принятия решений (БПР), выступают персональные компьютеры (ПК). Компьютеры находятся в общей локальной вычислительной сети (ЛВС). ЛВС (англ. Local Area Network, LAN) – это сети, предназначенные для обработки, хранения и передачи данных [1]. На всех ПК сети, а также на сервере с БПР установлено программное обеспечение «ELMA BPM». ELMA BPM – это система управления бизнес-процессами [2].

После получения очереди запросов БПР, они распределяются между доступными работниками. Для этих целей используется генетический алгоритм (ГА). ГА - это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе [3]. Часто ГА используется для задач оптимизации электромагнитной совместимости [4].

В качестве генетических операторов были выбраны одноточечный оператор скрещивания, двухточечная обменная мутация, элитная селекция, начальная популяция будет формироваться случайным образом, родительские пары формируются методом панмиксии. В случае элитной селекции выбираются лучшие (элитные) элементы на основе сравнения значений целевой функции. Далее они вступают в различные преобразования, после которых снова выбираются элитные элементы [5]. Панмиксия - свободное скрещивание разнополых

особей с различными генотипами в популяции перекрёстно оплодотворящихся организмов [6].

Главное ограничение задачи заключается в том, что запросы должны быть распределены между исполнителями: $\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = k_j, j = \overline{1..m}$, где k_j – исходное количество запросов j-го типа, n – общее количество исполнителей, x_{ij} означает, что j-ый тип запроса будет обработан i-ым исполнителем.

Целевая функция решения задачи будет выглядеть следующим образом: $F = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} t_{ij} * x_{ij} \longrightarrow \min$, где t_{ij} - время обработки j-ого типа запроса i-ым исполнителем.

Для мониторинга работы данной системы была разработана «Админ-панель», которая представляет собой веб-сайт. Интерфейс веб-сайта интуитивно-понятный и для работы с ним администратору не потребуется особых знаний. Вход в «Админ-панель» осуществляется по логину и паролю, что демонстрирует её защищённость. Главная страница «Админ-панели» изображена на рис. 2.

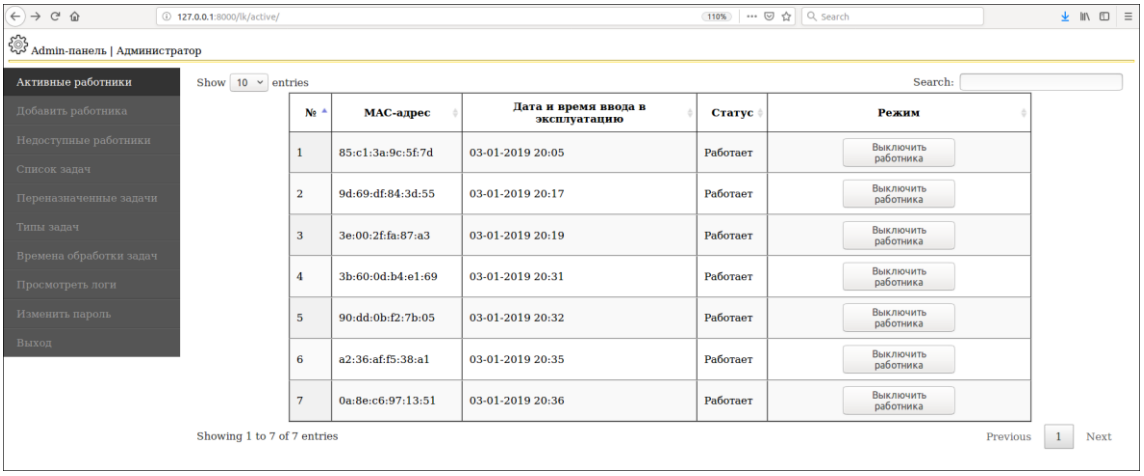


Рис. 2. Главная страница «Админ-панели»

На каждой странице «Админ-панели» присутствует боковое меню со следующими пунктами меню: «Активные работники»; «Добавить работника»; «Недоступные работники»; «Список задач»; «Переназначенные задачи»; «Типы задач»; «Времена обработки задач»; «Просмотреть логи»; «Изменить пароль»; «Выход».

В начале разработки боковое меню содержало лишь следующие пункты меню: «Активные работники», «Недоступные работники», «Список задач», «Изменить пароль» и «Выход». На страницах «Активные работники» и «Недоступные работники» имеется возможность просмотреть информацию о работниках: MAC-адрес (идентификатор ПК), дата и время ввода в эксплуатацию, статус работника. Также при необходимости можно выключить или включить работников. На странице «Список задач» можно просмотреть все задачи, полученные и распределенные системой между работниками. На странице «Изме-

нить пароль» можно изменить пароль администратора. По нажатию пункта меню «Выход» будет осуществлен выход из «Админ-панели».

Позже было принято решение добавить в него пункты: «Добавить работника», «Переназначенные задачи», «Типы задач», «Времена обработки задач», «Просмотреть логи». На странице «Добавить работника» имеется возможность добавить как одного, так и несколько новых работников. После добавление новые работники будут отображены на главной странице «Админ-панели». На странице «Переназначенные задачи» можно просмотреть следующую информацию: номер старого работника, номер нового работника, дата и время переназначения. На странице «Типы задач» можно просмотреть описание каждого типа задач системы. На странице «Времена обработки задач» можно просмотреть время обработки каждого типа задачи каждым работником, при необходимости их можно изменить. Так же на данной странице имеется возможность добавления нового типа задачи, его описания и значений времени выполнения задачи каждым из работников системы.

В таблицах веб-интерфейса реализована возможность поиска, фильтрации и сортировки для удобства получения необходимой информации. На странице «Просмотреть логи» находится история всех действий администратора в «Админ-панели».

Литература

1. Локальные вычислительные сети (ЛВС) [Электронный ресурс]. URL: http://www.marka.net.ua/lan/ (дата обращения: 13.04.2019).

2. Система ELMA BPM [Электронный ресурс]. URL: https://www.elma-bpm.ru/product/bpm/ (дата обращения: 17.04.2019).

3. Генетический алгоритм [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Генетический_алгоритм (дата обращения: 19.04.2019).

4. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.

5. Биоинспирированные методы в оптимизации/Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик, П.В. Сороколетов. - Москва: Изд-во Физматлит, 2009. – 384 с.

6. Панмиксия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Панмиксия (дата обращения: 23.04.2019).

М.А. Иванчикова

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМА МАСШТАБИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МУЛЬТИПРОВАЙДЕРНОЙ СЕТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

(Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина)

Характерной тенденцией развития современных сетевых структур является виртуализация и масштабирование с помощью распределенных центров обработки данных (ЦОД), а также усложнение функций взаимодействия между удаленными компонентами сети. Совершенствование сетевых технологий требует обеспечения качественного обслуживания передаваемого трафика, увеличения пропускной способности и обеспечения гибкой балансировки трафика без снижения общей производительности сети. Изменения характеристик каналов связи, модификация структуры сети, включение в нее новых ЦОД, каналов и провайдеров связи приводят к полному пересчету таблиц маршрутизации. Одним из решений повышения качества функционирования мультипровайдерных сетей распределенных ЦОД является реконфигурирование оптимальных маршрутов передачи данных и быстрое переключение более загруженных каналов связи на другие – свободные каналы, при динамическом добавлении элементов сети ЦОД. Задача реконфигурирования структур мультипровайдерных сетей ЦОД является довольно сложной задачей, особенно в случае динамического масштабирования сети, поэтому необходимо разработать новую математическую модель и алгоритм масштабирования структуры мультипровайдерной сети распределенных ЦОД. Данная работа развивает научные подходы, предложенные в работах [1-5].

Математическую модель распределенной сети ЦОД представим в виде неориентированного взвешенного связного мультиграфа **Network** = (**DC**(S, ND(SND)), **E**(W, Z)), где **DC** – множество вершин (площадок ЦОД), |**DC**| = *N*, **E** – множество ребер (каналов или линий связи), |**E**| = *M*, **W** – множество весов ребер (стоимость каналов связи между ЦОД), **Z** – множество провайдеров связи в ЦОД, |**Z**| = *m*, **S** – множество весов вершин (общая стоимость подключения каналов связи к ЦОД), |**S**| = *Nm*=*s*, **ND –** множество сетевых устройств (маршрутизаторов и коммутаторов) в ЦОД, |**ND**| = *n*, **SND** – множество весов сетевых устройств (стоимость подключения каналов связи к сетевым устройствам в ЦОД), |**SND**| = *nm*, $\mathbf{S} = \sum_{i=1}^{nm} \mathrm{SND}_i$.

На основе предложенной математической модели разработан алгоритм масштабирования структуры мультипровайдерной сети распределенных ЦОД, позволяющие сократить время формирования схем оптимальных маршрутов и снизить общую стоимость обслуживания в условии динамического подключе-

ния компонентов сети по сравнению с известными аналогами. Для доказательства правильности и эффективности алгоритм реализован на языке программирования C# на платформе Microsoft .NetFramework 4.0 в виде отдельного класса программной системы DC Designer. Интерфейс программной системы представлен на рис. 1.

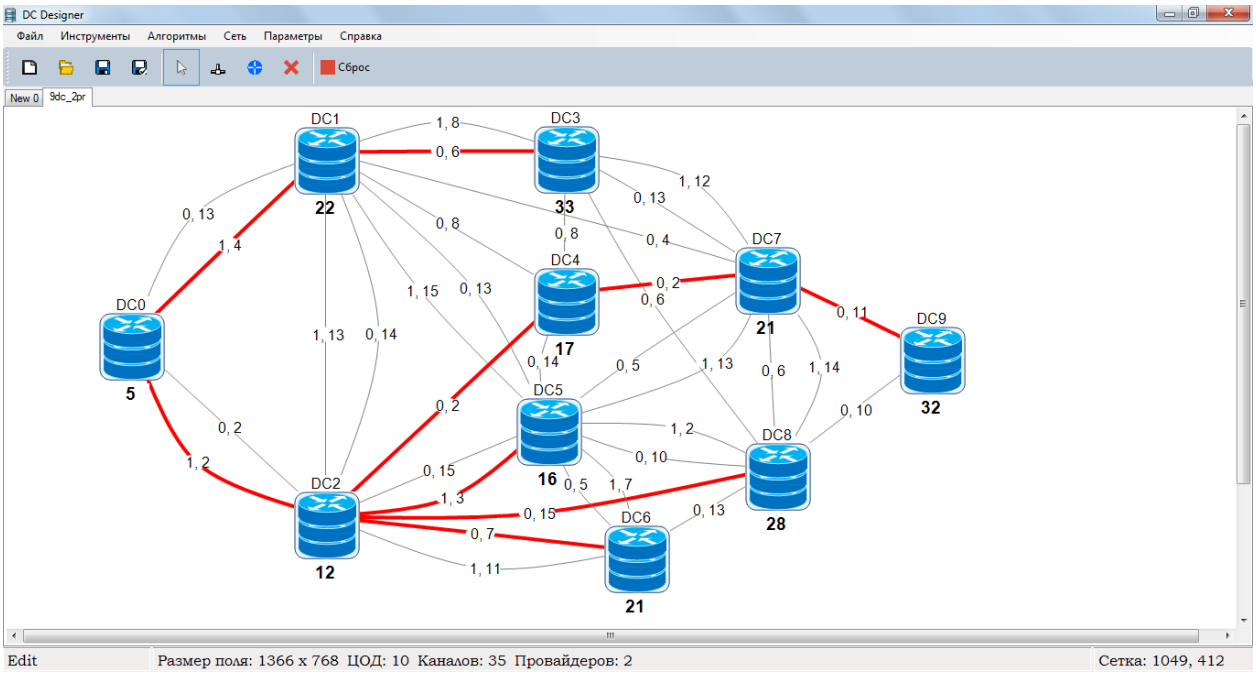


Рис. 1. Интерфейс программной системы и результат работы алгоритма при подключении ЦОД *DC*9

Вычислительная сложность алгоритма оценивается величиной $O(kmN^2)$, где k – число совершенных парных переходов, m – число провайдеров в сети, N – число ЦОД в сети. В дальнейшем планируется развитие предложенного подхода с целью создания единой сетевой инфраструктуры распределенной обработки, передачи и контроля потоков данных провайдеров связи Рязанского региона.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-1826.2019.9.

Литература

1. Корячко В. П., Перепелкин Д. А., Иванчикова М. А. Алгоритм адаптивной маршрутизации в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 2 (44). С. 52-56.

2. Корячко В. П., Перепелкин Д. А., Иванчикова М. А. Алгоритм парных переходов каналов связи при динамическом изменении нагрузки в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи с различными зонами покрытия //

Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 48. С. 68-76.

3. Корячко В. П., Перепелкин Д. А., Иванчикова М. А. Разработка и исследование алгоритма быстрой перемаршрутизации трафика между центрами обработки данных // Радиотехника. 2016. № 8. С. 133-139.

4. Koryachko V., Perepelkin D., Ivanchikova M. Adaptive rerouting of data flows in distributed data centers. Microprocessors and Microsystems, 2017, Vol. 52, no. 7, pp. 505-509. DOI: 10.1016/j.micpro.2017.05.009.

5. Perepelkin D., Ivanchikova M. Improved adaptive routing algorithm in distributed data centers. Advances in electrical and electronic engineering, 2017, vol. 15, no. 3, pp. 502-506. DOI: 10.15598/aeee.v15i3.2185.

Я.А. Игошев, Р.А. Ершов

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО ЭФФЕКТИВНЫЙ АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ВЗАИМНОЙ ФУНКЦИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМНОЙ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛОВ ПРИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМАХ ВЫБОРОК

(ННГУ им. Н.И. Лобачевского)

Среди решаемых задач современной цифровой обработки сигналов огромное значение имеет проблема обнаружения и позиционирования излучающего объекта в реальном масштабе времени методами пассивной пеленгации. Наиболее широко применяемым методом определения местоположения источников излучения является разностно-дальномерный метод, требующий оценки взаимных временных задержек (ВВЗ) распространения сигнала [1], которые можно получить на основе построения и анализа взаимной функции неопределенности (ВФН) [2, 3]. Ввиду того что вычисление данной функции требует больших вычислительных затрат, могут быть использованы технологии параллельного программирования для реализации новых алгоритмов с целью применения последних в практических задачах. Одной из таких технологий является NVIDIA CUDA [4, 5], которая и рассматривается в настоящей работе при вычислении ВФН.

При определении частотно-временных параметров в системах связи с подвижными объектами, в частности с использованием космического сегмента, необходимо компенсировать искажение (масштабирование) спектра принимаемого сигнала, вызванного влиянием эффекта Доплера. Это можно достичь путем построения ВФН опорного и исследуемого сигналов. Взаимная временная задержка и доплеровский сдвиг оцениваются на основании метода максимального правдоподобия как аргументы данной функции, соответствующие ее максимальному значению.

В работе [6] предлагается вычислительно эффективный алгоритм расчета ВФН, основанный на разбиении принятых и оцифрованных сигналов на

неперекрывающиеся блоки. Функция неопределенности определяется следующим выражением:

$$A(n,m) = \sum_{k=0}^{\frac{N_1}{K}-1} p_{k.k-n} \exp\left(-j\frac{2\pi kKm}{N_1}\right), \quad (1)$$

где m – индекс, соответствующий временной задержке, N_1 – длина сигнала в опорном канале в отсчетах, n – индекс, соответствующий частотному смещению, K – шаг децимации. Значения $p_{k.k-n}$ представляют собой диагональные элементы матрицы $\hat{P}$, полученной в результате перемножения матриц $\hat{S}_1$ и $\hat{S}_2^H$, составленных из опорного s_1 и исследуемого s_2 сигналов [6], соответственно. Чтобы получить отсчеты функции неопределенности, необходимо преобразовать диагонали получившейся матрицы в строки, и затем выполнить преобразование Фурье каждой строки. Все описанные операции могут быть распараллелены и реализованы на графическом процессоре (GPU), что во много раз повышает вычислительную эффективность и дает возможность оценивать местоположение источника радиоизлучения в реальном масштабе времени.

Однако если сигнал представляет собой выборку большого объема, в свою очередь являясь узкополосным, или же имеет широкую спектральную полосу, т.е. оцифровывается с высокой частотой дискретизации, необходимо обрабатывать большое число комплексных отсчетов. Соответственно, увеличивается число элементов матрицы $\hat{P}$ и число отсчетов функции неопределенности. Возрастает объем памяти, необходимый для хранения требуемых матриц на GPU. Как известно, не все GPU способны хранить большие объемы выборок. Поэтому, чтобы оптимизировать работу с памятью, предлагается вычислять функцию неопределенности по независимым друг от друга блокам, размер которых соответствует объему памяти данного GPU. Также желательно, чтобы недиагональные элементы матрицы $\hat{P}$ не хранились в памяти и, по возможности, вообще не вычислялись, поскольку полезной информации при определении временной задержки они не несут.

Для реализации модифицированного алгоритма необходимо изменить операцию перемножения матриц так, чтобы модифицированная функция не вычисляла недиагональные элементы. Можно заметить, что для вычисления -го столбца матрицы $\hat{P}$ в диапазоне возможных временных задержек используется подматрица $\hat{B}$ исследуемого сигнала со сдвигом i и i-й столбец $\vec{a}$ матрицы опорного сигнала (рис. 1).

Математически данная операция выглядит следующим образом:

$$p_{ij} = \sum_{k=0}^{K-1} b_{i+j,k} \cdot a_{ki} = \sum_{k=0}^{K-1} s_1[(i+j)K+k] \cdot s_2^*[kK+j], \quad (2)$$

где $p_{ij} - j$-й значимый элемент -го столбца $\vec{p}_i$. Таким образом, задача сводится к параллельной реализации множества операций вида $\vec{p} = \hat{B} \cdot \vec{a}$.

Следует сказать, что для решения задач на GPU NVIDIA CUDA использует большое количество параллельно выполняемых потоков (нитей), при этом обычно каждой нити соответствует один элемент вычисляемых данных. Все запущенные на выполнение нити организованы в некоторую иерархию [4, 5]. Верхний уровень такой иерархии называется сеткой (grid) и представляет собой

одномерный, двухмерный или трехмерный массив блоков. Каждый блок в свою очередь является одномерным, двухмерным или трехмерным массивом нитей.

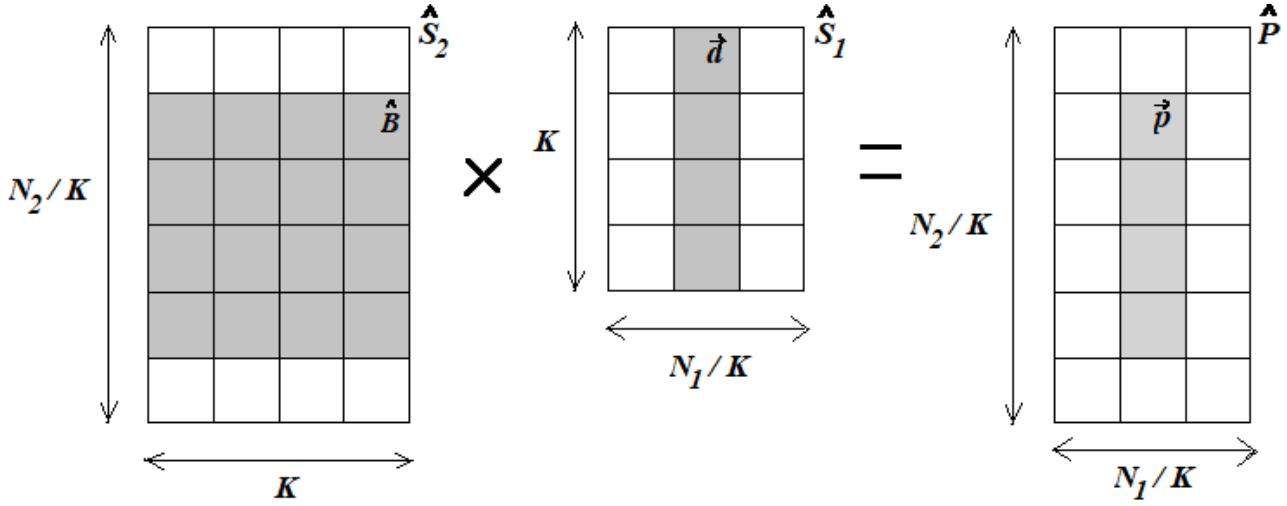


Рис. 1. Вычисление одного столбца матрицы $\hat{P}$

По аналогии с параллельной реализацией матричного перемножения, представленной в [6], можно реализовать ядро CUDA, каждый блок которого будет вычислять несколько элементов вектора $\vec{p}$. При этом подматрица $\hat{B}$ и вектор $\vec{a}$ разбиваются на небольшие фрагменты, соответствующие размеру сетки данного GPU, которые после чтения из глобальной памяти заносятся в разделяемую память (shared memory) GPU, поскольку она обладает значительно меньшей латентностью по сравнению с доступом к глобальной памяти.

В настоящей работе размер сетки равен $h \times N_1/K$ (h - высота вычисляемого блока ФН), а размер блока сетки выбирается исходя из организации разделяемой памяти данного GPU [4, 5]. В конкретном случае размер блока равен 16×16. На вход алгоритма, блок-схема которого представлена на рис. 2, поступают две матрицы $\hat{S}_1$ и $\hat{S}_2^H$.

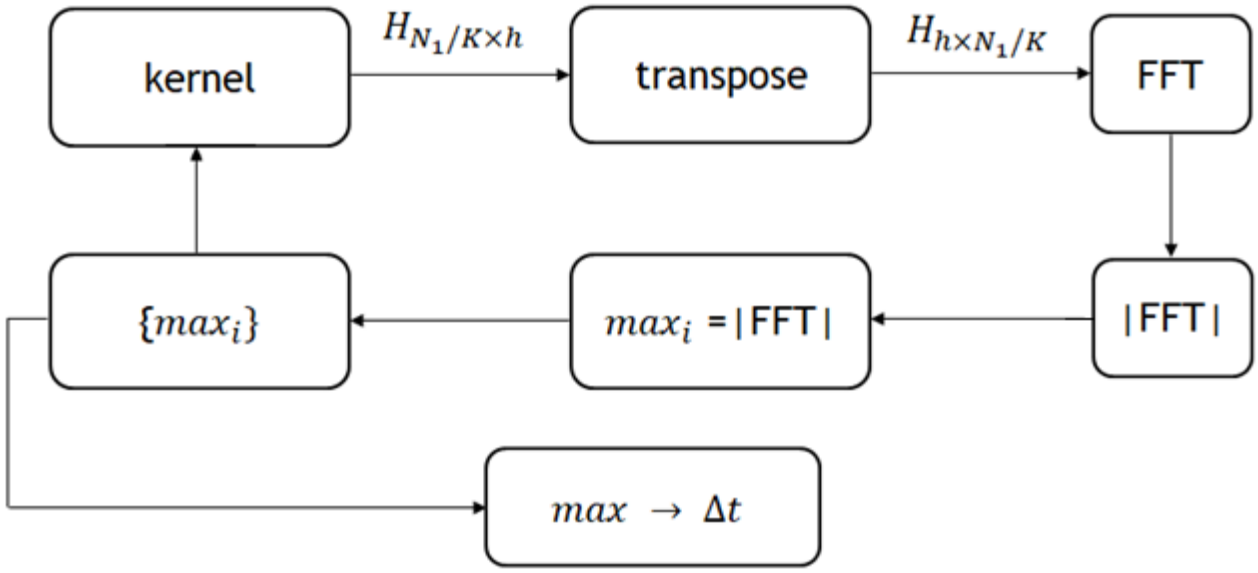


Рис. 2. Блок-схема модифицированного алгоритма

Поскольку диапазон возможных временных задержек равен $\frac{N_2-N_1}{K}$, то матрица $\hat{S}_2$ разбивается на блоки H_j высотой $h + N_1/K$ строк (со сдвигом $j \cdot h$, j – номер блока ВФН), число столбцов остается равным K. Далее, посредством реализованного ядра CUDA, производится перемножение матриц H_j и $\hat{S}_1$. Необходимо отметить, что элементы результирующего вектора $\vec{p}$ записываются в память последовательно (во избежание конфликта банков при обращении к разделяемой памяти GPU [4, 5]), в результате чего на выходе ядра получается блок ВФН размером $N_1/K \times h$, который необходимо транспонировать. Далее, над каждой строкой транспонированной матрицы выполняется преобразование Фурье. Затем вычисляется модуль преобразования, находится максимум и соответствующий ему индекс, которые заносятся в надлежащий массив; происходит переход к следующему блоку вычисления ВФН. Операции повторяются до тех пор, пока не будет вычислена ВФН для всего диапазона временных задержек. Из массива, содержащего максимальные элементы, определяется глобальный максимум ВФН и соответствующий индекс, который будет соответствовать ВВЗ.

Описанный модифицированный алгоритм позволяет применить блочную обработку для определения ВВЗ сигналов большой размерности. ВФН вычисляется по блокам в определенном диапазоне временных сдвигов, который эффективно помещается в глобальной памяти GPU.

В результате моделирования работы алгоритма на GPU NVIDIA GeForce GT 920M была получена зависимость времени вычисления ВФН от числа отсчетов в опорном сигнале $t(N_1)$, которая представлена в таблице ниже.

N_1, отсч.	8192	16384	32768	65536	131072	262144	524288
t, мс.	1134	1202	1412	1954	3524	9664	96615

Видно, что с увеличением N_1 существенно возрастает время расчета ВФН. Причина в том, что на одном из этапов алгоритма происходит операция транспонирования (вычислительная сложность которой, как известно, составляет $O(N^2)$) блока ВФН. К тому же каждый блок ВФН вычислялся на соответствующей ему итерации цикла.

Так, если независимые друг от друга блоки ВФН вычислять на разных GPU, можно в значительной степени повысить скорость расчета ВФН, а соответственно и определение ВВЗ. Поэтому данный алгоритм может быть использован в реальных задачах определения местоположения источника радиоизлучения.

Литература

1. Гришин, Ю.П. Радиотехнические системы. / Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов. – М.: Высшая школа, 1990. – 496 с.

2. Johnson, J.J. Implementing the cross ambiguity function and generating geometry-specific signals. – Monterey: Electrical Engineering, 2001, P. 124.

3. Stein, S. Algorithms for ambiguity function processing // IEEE Transaction on acoustics, speech and signal processing. 1981. Vol. ASSP-19, №3. P. 588.

4. Боресков, А.В. Основы работы с технологией CUDA. / А.В. Боресков, А.А. Харламов – М.: ДМК Пресс, 2010. С. 232.

5. NVIDIA Corporation CUDA C PROGRAMMING GUIDE / NVIDIA Corporation, 2017. – 286 p.

6. Ершов, Р.А. Применение технологии NVIDIA CUDA в задаче определения взаимной временной задержки сигналов методом вычисления взаимной функции неопределенности / Р.А. Ершов, Я.А. Игошев // Труды XXII научной конференции по радиофизике, посвящённой 100-летию Нижегородской лаборатории, Н. Новгород: ННГУ, 2018. – с. 361-364.

М. Мирхомитов

ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРИД ТЕХНОЛОГИИ

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми)

Данная статья посвящена вопросам создания распределенной инфраструктуры на основе Грид технологии. Рассмотрены основные виды Грид технологии. Архитектура протоколов Грид разделена на уровни. Компоненты каждого уровня могут использовать возможности компонент любого из нижерасположенных уровней.

Создание корпоративных информационных систем со сложной распределенной структурой предполагает постоянный обмен данными между рассредоточенными компьютерными системами на высокой скорости, которая обеспечивается средствами телекоммуникации. Поэтому на современном этапе развития науки об информатизации процессы обработки данных на мощных компьютерных системах не мыслима, рассматривать отдельно, без применения средств телекоммуникации и наоборот.

Бурное развитие информационно-коммуникационной технологии и на её основе распределенных систем привело к появлению новой технологии, получившей название Грид – технологии.

Идейной основой технологии Грид является создание на основе сетевых технологий компьютерной инфраструктуры нового типа, обеспечивающей глобальную интеграцию информационных и вычислительных ресурсов, а также ресурсов памяти.

Грид технологии с помощью специального программного обеспечения промежуточного уровня (между базовым и прикладным программным обеспечением), а также набора стандартизованных служб обеспечивают надежный совместный доступ к географически распределенным информационным и вы-

числительным ресурсам, а именно к отдельным компьютерам, класстерам, хранилищам информации и сетям.

Применение технологии Грид может обеспечить новый качественный уровень, а иногда реализовать принципиально новый подход в обработке огромных объемов экспериментальных данных, обеспечить моделирование сложнейших процессов, решить сложные научные, производственные, инженерные и бизнес - задачи.

Появление Грид технологии обусловлено:

- стремительным развитием сетевой транспортной среды и технологий высокоскоростной передачи данных;
- наличием во многих организациях вычислительных ресурсов: суперкомпьютеров или, что наиболее часто встречается, организованных в виде кластеров персональных компьютеров.

Грид технологии выделяются от других систем, обеспечивающих разделяемый доступ к ресурсам, следующими двумя особенностями:

1. Грид – система координирует разрозненные ресурсы. Ресурсы не имеют общего центра управления, а Грид - система занимается координацией их использования, например, балансировкой нагрузки. Поэтому простая система управления ресурсами кластера не является системой Грид, так как осуществляет централизованное управление всеми узлами данного кластера, имея к ним полный доступ. Грид - системы имеют лишь ограниченный доступ к ресурсам, зависящий от политики того административного домена (организации-владельца), в котором этот ресурс находится.
2. Грид - система строится на базе стандартных и открытых протоколов, сервисов и интерфейсов. Не имея стандартных протоколов, невозможно легко и быстро подключать новые ресурсы в Грид-систему, разрабатывать новые виды сервисов и т.д.

Грид - системы обеспечивают работу со следующими типами ресурсов:

1. вычислительные ресурсы – отдельные компьютеры, кластеры;
2. ресурсы хранения данных – диски и дисковые массивы, ленты, системы массового хранения данных;
3. сетевые ресурсы;
4. программное обеспечение – какое-либо специализированное ПО.

Архитектура Грид представляет собой архитектуру взаимодействующих протоколов, сервисов и интерфейсов, определяющих базовые механизмы, посредством которых пользователи устанавливают соединения с Грид - системой, совместно используют вычислительные ресурсы для решения различного рода задач.

Архитектура протоколов Грид разделена на уровни. Компоненты каждого уровня могут использовать возможности компонент любого из нижерасположенных уровней. В целом эта архитектура задает требования для основных компонент технологии (протоколов, сервисов, прикладных интерфейсов и средств разработки ПО), не предоставляя строгий набор спецификаций, оставляя возможность их развития в рамках принятой концепции.

Выделяют следующие уровни архитектуры грид:

Базовый уровень - содержит различные ресурсы, такие как компью-теры, устройства хранения, сети, и др.

Связывающий уровень - определяет коммуникационные протоколы и протоколы аутентификации, обеспечивая передачу данных между ресурсами базового уровня. Он основан на стеке протоколов TCP/IP.

Ресурсный уровень - реализует протоколы взаимодействия с ресурсами РВС и их управления.

Коллективный уровень - отвечает за глобальную интеграцию различных наборов ресурсов и может включать в себя службы каталогов; службы совместного выделения, планирования и распределения ресурсов; службы мониторинга и диагностики ресурсов; службы репликации данных;

Прикладной уровень - инструментарий для работы с грид и пользовательские приложения, исполняемые в среде ВО. Они могут использовать ресурсы, находящиеся на любых нижних слоях архитектуры Грид.

Протоколы и интерфейсы являются открытыми, универсальными и стандартными. Грид технология позволяют использовать ресурсы на максимальном объёме с минимальными затратами.

Литература

1. Бовбель Е.И., Паршин В.В Грид технология в системах автоматического распознавания речи - Зарубежная радиоэлектроника Успехи современной радиоэлектроники, 2008, №4, с 49-65.

2. Lippman R.P., Review of neural networks for speech recognition, Neural Computation, 2001, vol 1, no 1, p 1 38.

А.П. Михеев, М.А. Кудрина

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ФРАКТАЛЬНОГО СЖАТИЯ С ПОМОЩЬЮ ПАРАЛЛЕЛИЗМА

(Самарский университет)

Введение

Одним из методов сжатия изображений является фрактальное сжатие. С помощью данного алгоритма можно добиться хорошей степень сжатия изображений, при слабозаметных для человека потерях в качестве изображения.

Понятия «фрактал» (fractus – состоящий из фрагментов, лат.) были предложены математиком Б. Мандельбротом в 1975 г. для обозначения нерегулярных, но самоподобных структур.

Одним из основных свойств фракталов является самоподобие. В самом простом случае небольшая часть фрактала содержит информацию обо всём фрактале [1].

Фрактальное сжатие базируется на поиске этого самоподобия между частями сжимаемого изображения. Вместо пиксельной информации сохраняются позиции областей и их преобразования, через которые воссоздается исходное изображение.

Общая схема алгоритма

Общая схема алгоритма представляет следующее:

1) исходное изображение разбивается на ранговые области и доменные области;

2) для каждой ранговой области подбирается пара «домен - преобразование домена», такая, что расстояние между ранговым блоком и результатом преобразования доменного блока минимальное из всех возможных;

3) если расстояние между ранговой областью и подобранной парой больше заданного ε (критерия погрешности) и размер ранговой области не минимален, то ранговая область дробится на области меньшего размера. Если такие области есть, то алгоритм переходит к шагу 1, иначе к шагу 4;

4) для каждой ранговой области в файл записывается выбранное преобразование и позиция выбранной доменной области.

Для реальной реализации алгоритма вводятся следующие ограничения:

а) ранговые (r_i) и доменные (d_i) области имеют форму квадрата;

б) ранговые области r_i не пересекаются;

в) преобразование доменной области w_i – состоит из: сжатия блока d_i до размера блока r_i; одного из 7 аффинных преобразований, либо отсутствия такового (A_i): повороты на 0º, 90º, 180º, 270º и отражения относительно горизонтали, вертикали, главной диагонали, побочной диагонали; корректировки точек блока по формуле $r_i(x,y) = u_i \cdot A_i(d_i)(x,y) + v_i$, где u_i и v_i – коэффициенты преобразования яркости.

В файл результата компрессии для каждого рангового блока заносится информация:

- позиция доменного блока d_i;
- коэффициенты преобразования u_i и v_i;
- размер блока;
- аффинное преобразование.

Позиция рангового блока кодируется положением записи в файле результата.

Коэффициенты преобразования яркости u_i и v_i для блока r_i и сжатого до размеров блока r_i преобразованного доменного блока d'_i вычисляются из условия минимизации функции расстояния δ [2]:

$$\sum_{x=1}^{N}\sum_{y=1}^{N}(u_i \cdot d'_i(x,y) - r_i(x,y) + v_i)^2, \quad (1)$$

где N – длина стороны рангового блока,

$$u_i = \frac{a_i}{b_i},$$

$$v_i = \bar{r}_i - u_i \cdot \bar{d}'_i,$$

$$a_i = \sum_{x=1}^{N}\sum_{y=1}^{N}\left(d'_i(x,y) - \overline{d'}_i\right)\cdot\left(r_i(x,y) - \overline{r}_i\right),$$

$$b_i = \sum_{x=1}^{N}\sum_{y=1}^{N}\left(d'_i(x,y) - \overline{d'}_i\right)^2,$$

$$\overline{d'}_i = \frac{1}{N^2}\cdot\sum_{x=1}^{N}\sum_{y=1}^{N} d'_i(x,y)\ ,$$

$$\overline{r}_i = \frac{1}{N^2}\cdot\sum_{x=1}^{N}\sum_{y=1}^{N} r_i(x,y).$$

Оптимизация

Основной проблемой стандартного алгоритма фрактального сжатия является время его выполнения. Поиск пары «домен – преобразование» подразумевает полный перебор таких пар для каждого рангового блока.

Метод классификации подразумевает разбиение всего объема доменных и ранговых блоков по классам в зависимости от эвристического критерия похожести блоков. В этом случае, при поиске домена ранговый блок сравнивается не со всеми возможными доменными блоками в изображении, а только с доменами, имеющими соответствующий класс [3].

Метод эталонного блока подразумевает сопоставление ранговых блоков и пар «домен-преобразование» не друг с другом, а с неким эталонным блоком. Ранговому блоку сопоставляется пара, для которой разность между расстоянием пары до эталона и рангового блока до эталона минимальна по модулю. Таким образом, мы избегаем необходимости вычислять СКО между каждым ранговым и каждым доменным блоками, единожды вычислив СКО между доменами и эталонным блоком [4].

Параллелизм

Основными особенностями модели параллельного программирования являются более высокая производительность программ, применение специальных приемов программирования и, как следствие, более высокая трудоемкость программирования, проблемы с переносимостью программ [5].

В алгоритме фрактального сжатия целесообразно параллельно выполнять сопоставление ранговых и доменных блоков. На обработку каждой тройки ранговый «блок - доменный блок – преобразование» выделяется отдельный поток. Результат сопоставления заносится в индивидуальную для каждой тройки ячейку, поэтому конфликты с доступом к данным отсутствуют.

Вычислительный эксперимент

Для проведения вычислительного эксперимента было использовано изображение Chrome.bmp (256x256). Параметры сжатия: ε – 10, количество классов – 5, количество бит на коэффициент u_i – 7, количество бит на коэффициент v_i –

9. Вычисления в параллельных методах выполнялось с помощью системы CUDA на GPU NVIDIA GeForce 840M, в непараллельных – на CPU Intel Core I5-4200M.

График зависимости времени сжатия от метода оптимизации представлен на рисунке 1.

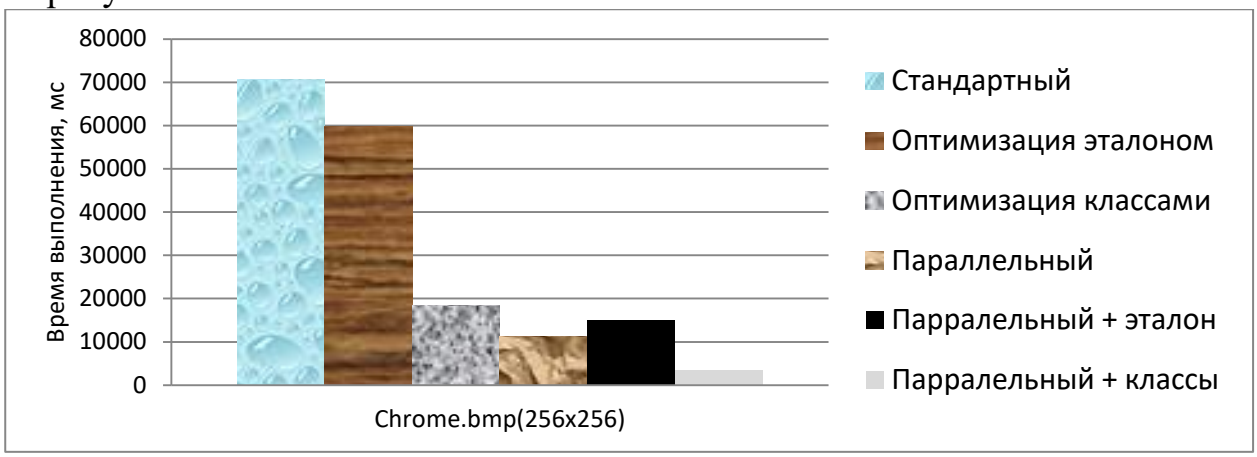


Рисунок 1 – График зависимости времени выполнения алгоритма от метода оптимизации для изображения Chrome.bmp

По результатам вычислительного эксперимента видно, что наибольшее ускорение работе алгоритма дает метод классификации с применением параллелизма на этапе сопоставления. Падение в качестве изображение при количестве классов равном 5 пренебрежимо мало. Исходное изображение и результат сжатия методом классификации представлены на рисунке 2.



a) b)

Рисунок 2 – Исходное изображение и результат сжатия, где (a) – исходное изображение , (b) – сжатое методом классификации.

Литература

1. Денисюк А.А., Полупанов А.А. Фрактальное сжатие изображений // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2006. – №4. – ст.24-29.

2. Попов, Е. А. Классический алгоритм фрактального сжатия изображений [Текст] / Е. А. Попов, А. В. Холодков // Вестник Алтайской государствен-

ной педагогической академии. Сер.: Естественные и точные науки. - 2011. - Вып. 7. - С. 42-46 : табл. - Библиогр.: с. 46 - ISSN 2218-4767

3. Ансон, Л. Фрактальное сжатие изображения [Текст] // Л. Ансон, М. Барнсли. - Мир ПК, 1992, № 4, с. 52 – 58.

4. Сахибназарова В.Б. Использование эталонного метода для увеличения скорости фрактального сжатия изображения // Технические и математические науки. Студенческий научный форум. – 2018. – ст.75-80

5. Немюгин С.А., Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем // БХВ-Петербург, 2002 г. – 397с.

U.S. Otajonov

MONITORING THE WORK OF THE CENTRAL PROCESSOR

(Tashkent university of information technologies
named after Muhammad al-Khwarizmi)

The central processor is the main and most important element of the system. Thanks to all the tasks associated with data transfer, command execution, logical and arithmetic operations. The main characteristics of the CPU are: clock speed, performance, power consumption, standards of the lithographic process used in production (for microprocessors) and architecture.

The early CPUs were created in the form of unique components for unique, and even unique, computer systems. Later, from an expensive way of developing processors designed to perform one single or several highly specialized programs, computer manufacturers switched to mass production of typical classes of multi-purpose processor devices. The trend towards standardization of computer components began in the era of rapid development of semiconductor elements, mainframes and minicomputers, and with the advent of integrated circuits, it has become even more popular. The creation of microcircuits made it possible to further increase the complexity of the CPU while reducing their physical dimensions. Standardization and miniaturization of processors led to a deep penetration of digital devices based on them into everyday life. Modern processors can be found not only in high-tech devices such as computers, but also in cars, calculators, mobile phones and even in children's toys. Most often they are represented by microcontrollers, where, in addition to the computing device, additional components are located on the chip (program and data memory, interfaces, input / output ports, timers, etc.). Modern computing capabilities of the microcontroller are comparable with the processors of personal computers a decade ago, and often even significantly surpass their performance.

As you know, if a computer is operated in adverse conditions or in a dusty room, then over time it starts to work slower and slower as the condition of certain elements in its structure deteriorates.

Thus, among the most common causes of malfunctioning of modern computers are the following:

- Dusting of various connectors or microcircuits and, as a result, their overheating.
- Excessive oxidation of contacts.
- Overheating of components due to excessive heat.
- Burnout of contacts or components due to excessive voltage jump.
- Unstable operation of the installed power supply.
- Incorrect grounding.

7 typical (common) causes of hangs and PC failures As practice shows, the most common causes of hangs, failures and computer malfunctions include:

1. Contact violation in the PC hardware.
2. Overheating of the VLSI (superlarge integrated circuits) computer electronic circuits.
3. Rupture of foiled strips of multilayer electronics boards.
4. The failure of individual nodes, blocks, devices, PC.
5. Physical erasure of the magnetic layer of the system area of the hard disk (hard drive).
6. Violation of the integrity of the system software due to accidental or deliberate erasure.
7. Infection of software viruses.

It is easiest to test the operation of the CPU using special software. There are various utilities to determine the parameters and modes of operation of the processor.

Hot CPU Tester Pro - a set of programs for testing the speed and stability of the processor or motherboard under normal conditions and under heavy load. The program is based on DefectTech technology and is widely used in state test laboratories. There are many options and a nice, informative interface.

CPU-Z - this small utility allows you to quickly get quite detailed information about the processor, cache, motherboard and memory. If necessary, all received information is easy to save in a report (txt or htm). The program determines the technical characteristics of the CPU, motherboard and BIOS, RAM, video card, except for the hard disk. Popular among IT-specialists, computer technicians and repairmen, gamers and overclockers.

CPU Tester Pro is a popular benchmark that tests PC performance and stability. A feature of the program is that it checks both individual components (CPU, chipset, other devices associated with the motherboard), and the computer as a whole. Special attention is paid to the presence of errors and failures. A test may also be a professional test for rejection.

Central Brain Identifier - a utility designed for a PC based on AMD components. The program provides information about AMD processors. With the help of the Central Brain Identifier, you can determine the standard technical characteristics of the CPU, obtain information about the process and marking. The Central Brain Identifier also provides information about the cache (1st and 2nd levels) and available mobile functions (for the respective processor versions).

RightMark CPU Clock Utility - a utility designed to monitor the frequency and level of CPU usage in real time. The program monitors the work of processors and

can work with multiprocessor systems. In the latter case, it conducts independent monitoring for each processor and allows you to control their parameters separately.

The frequency and CPU usage is displayed as a graph. The resulting information can be saved to a text file. In addition, the program allows you to control power consumption, if the processor supports this feature.

References

1. Ross Knox Bassett (2007). To the Digital Age: Research Labs, Start-up Companies, and the Rise of MOS Technology. The Johns Hopkins University Press. pp 127-128, 256, and 314

2. "MOS Transistor – Electrical Engineering & Computer Science". University of California. Retrieved October 14, 2015.

А.О. Пшеничных, Э.И. Ватутин

ВЛИЯНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВЫБОРА МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО ИЛИ СЛУЧАЙНОГО ЦВЕТА ДЛЯ ЖАДНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ХРОМАТИЧЕСКОГО ЧИСЛА ГРАФА

(Юго-Западный государственный университет, Курск)

В работе приводится описание влияния цвета первой вершины на качество решений жадного метода поиска хроматического числа графа. Для разработанных программных реализаций приведены оценки временных затрат и скорости сходимости.

Существует большое количество практических задач, которые можно свети к задачам теории графов [1]. Одна из них – раскраска графа в минимальное количество цветов, которая может быть использована при разбиении графов, составлении расписаний, компиляции программ, решении задач на базе латинских квадратов и пр.

Решение задачи раскраски неориентированного графа $G = \langle A,V \rangle$ в минимальное количество цветов относится к классу NP-полных задач, где $A = \{a_1, a_2, \ldots, a_N\}$ – множество вершин графа, $N = |A|$ – число вершин, $V = \{v_1, v_2, \ldots, v_M\} \subseteq A \times A$ – множество рёбер, $M = |V|$ – общее число рёбер. В некоторых случаях граф может не быть полносвязным, что соответствует отсутствию связей между некоторыми парами вершин, при этом граф характеризуется значением «плотности» $d(G) = \dfrac{M}{N(N-1)}$ (данная характеристика является важной в связи с тем, что качество работы эвристических методов зависит от области в некотором многомерном пространстве, одной из координат которого в задачах на графах является плотность $d(G)$ этого графа [1, 2]). Необхо-

димо найти такой набор цветов $X=\{x(a_1),x(a_2),\ldots,x(a_N)\}$ (раскраску) для каждой вершины графа a_i, $x(a_i)\in C$, из множества цветов $C=\{c_1,c_2,\ldots,c_{\chi^*}\}$, чтобы $\chi^*=|C|\to\min$, причём смежные вершины графа не могут быть раскрашены в одинаковые цвета: $\forall v_i=(a_{i_1},a_{i_2})$: $x(a_{i_1})\neq x(a_{i_2})$. В случае нахождения оптимальной раскраски $\chi^*(G)=\chi(G)$, где $\chi(G)$ – хроматическое число графа G, а в случае нахождения суб- или квазиоптимальной – $\chi^*(G)\geq\chi(G)$.

Для программной реализации данного метода необходимо вычислить минимально возможную мощность множества цветов $|C|$, в которые могут быть раскрашены вершины заданного графа без нарушения условий правильной раскраски, в этом случае такие цвета будем считать допустимыми (при нарушении условий поставленной задачи – недопустимыми). Для проверки работы метода берётся некая выборка из K графов $\Lambda=\{G_1,G_2,\ldots,G_K\}$ и оценивается усреднённое качество решения $\bar{Q}=\dfrac{\sum_{i=1}^{K}Q(G_i)}{K}$, где $Q(G_i)$ – качество i-го решения и равное $\chi(G_i)$, обычно оно больше оптимума $\bar{Q}>Q^*$.

В простейшей реализации жадного метода вершины перебираются последовательно в том порядке, в каком они указаны в графе. В процессе разработки алгоритма было предложено реализовать ещё три различных способа обхода вершин неориентированного графа:

1. В случайном порядке: из множества ещё не окрашенных вершин $\tilde{A}\subseteq A$ выбирается случайная a_i, ей присваивается минимально допустимый цвет c_j.
2. В порядке уменьшения степеней вершин: из множества ещё не окрашенных вершин $\tilde{A}$ выбирается такая a_i, у которой больше остальных связей с другими в матрице смежности (наибольшее возможное значение степени вершины $\rho(a_i)\leq N-1)$ $\rho(a_i)\to\max$, ей присваивается минимально допустимый цвет c_j.
3. В порядке возрастания количества допустимых цветов вершины: из множества ещё не окрашенных вершин $\tilde{A}$ выбирается такая a_i, у которой имеется наименьшая мощность множества допустимых цветов $X(a_i)\subseteq X$, где $|X(a_i)|\to\min$, ей присваивается минимально допустимый цвет c_j.

Ввиду того, что при переборе в порядке уменьшения степеней вершин либо возрастания количества допустимых цветов может возникать ситуация, в которой несколько вершин будут иметь одинаковое значение степени или количество допустимых цветов, было решено ввести дополнительный параметр

метода: η – вероятность выбора минимально допустимого или случайного цвета для текущей вершины.

Зависимости средневыборочного хроматического числа χ^* и времени получения решения t от параметра η приведены на рис. 1 и 2. Вычислительный эксперимент проводился для $K = |\Lambda| = 250$ случайных графов выборки $\Lambda = G_1, G_2, \ldots, G_K$ графов с псевдослучайной структурой размером $N = 40$ вершин и плотностью $d\ G = 0{,}777$, используя количество итераций $C_{\max} = 1000$ (здесь Gr_M1 – порядок перебора вершин по минимуму доступных цветов с последовательным назначением N цветов первой вершине; Gr_Max01 – порядок перебора вершин по степеням вершин с последовательным назначением N цветов первой вершине; Gr_Max11 – порядок перебора вершин по степеням вершин с последовательным назначением N цветов первой вершине и применением дополнительной сортировки (при одинаковых значениях степенях вершин будет выбрана та, которая имеет больше связей с уже окрашенными)).

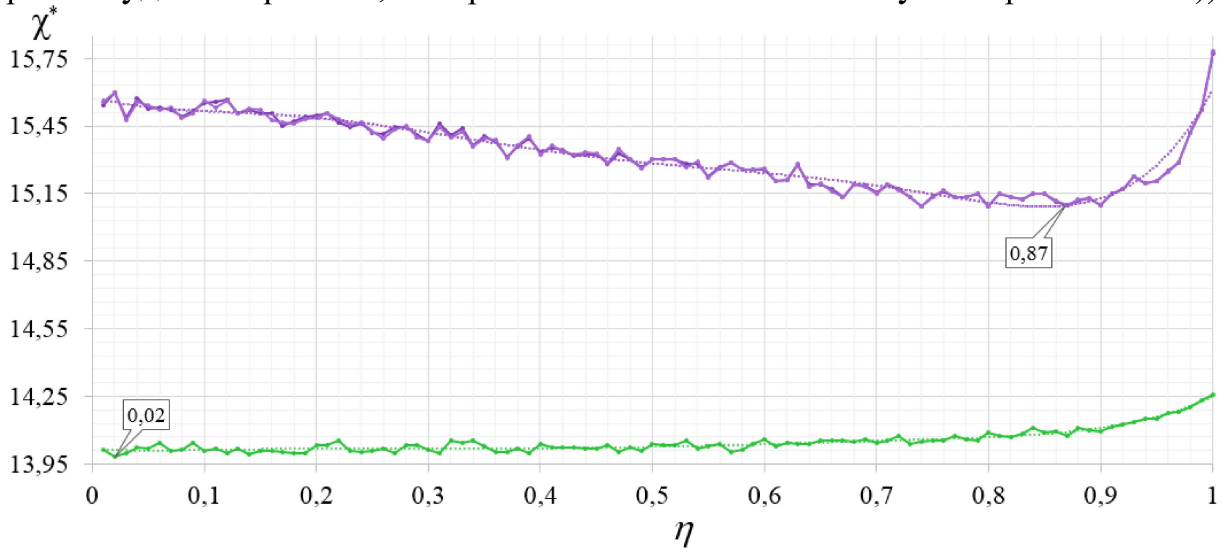


Рис. 1. Зависимость усреднённого хроматического от параметра η

В ходе проверки получены оптимальные значения параметра для данных реализаций: для Gr_Max01 и Gr_Max11 равно $\eta = 0{,}87$, для Gr_M1 случайная составляющая оказывает бóльшее влияние на качество, чем жадная, т.о. за оптимальное значение принято $\eta = 0{,}02$. Gr_Max01 и Gr_Max11 практически не отличимы по качеству решения и по сравнению с Gr_M1 дают ухудшение качества на $\approx 8\%$ при полученных оптимальных значениях параметра. Для перебора по степеням вершин влияние параметра на качество решения является более выраженным, чем при переборе по минимуму допустимых цветов.

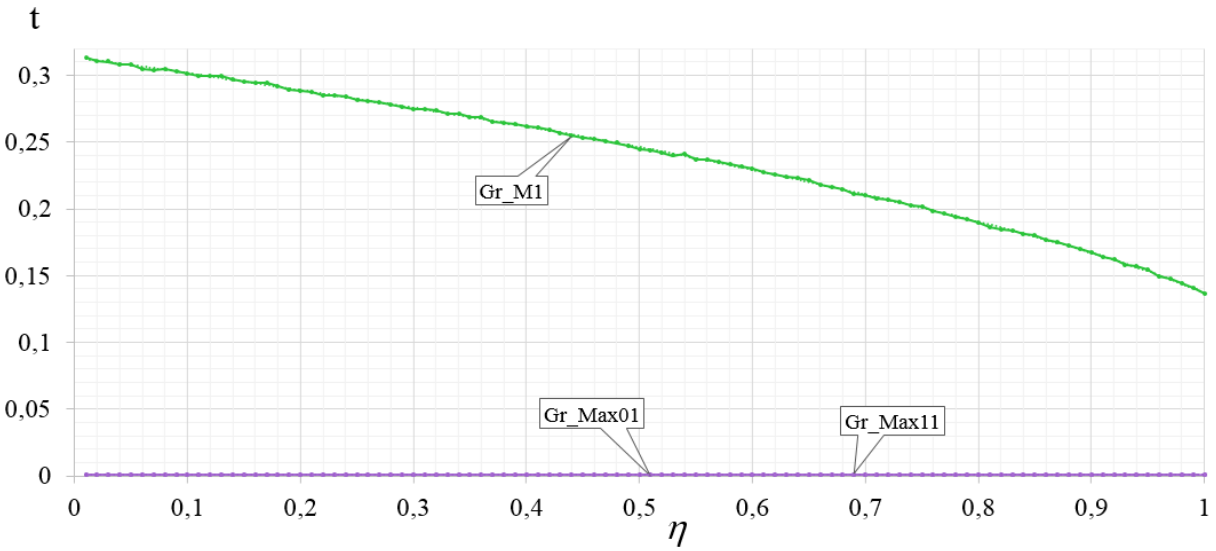


Рис. 2. Зависимость времени нахождения решения (в секундах) от параметра η

Для перебора по минимуму цветов временные затраты снижаются в $\approx 2{,}3$ раза при использовании жадного выбора по сравнению со случайным. Дополнительная сортировка при переборе по степеням вершин не оказывает влияния ни на качество получаемых решений, ни на время их генерации.

Работа была частично поддержана РФФИ, грант № 17-07-00317-а.

Литература

1. Ватутин Э.И., Титов В.С., Емельянов С.Г. Основы дискретной комбинаторной оптимизации. М.: Аргамак-Медиа, 2016. 270 с.
2. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновлённые природой. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 446 с.

Л.В. Яблокова [1], Д.Е. Яблоков [2]

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОБЩЁННОЙ КОНЦЕПЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЧИСЛОВОГО ТИПА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО АЛГОРИТМА ДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ

([1] Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева
[2] ООО «ИнтеллектСофт»)

Специалистам в области информационных технологий хорошо известно, что фундаментальной основой успешного проектного решения является выявление критериев общности, позволяющих сформировать концептуальные границы применяемого уровня абстракции. Причём для различных подходов эта часть процесса конструирования программного обеспечения имеет существенные отличия, что в основном связанно с качеством и эффективностью исполь-

зования имеющихся в распоряжении средств и методологий. В обобщённом программировании [1] основной акцент делается на проектировании таких алгоритмов и структур данных, которые бы работали в наиболее общей ситуации с наибольшим количеством встроенных или пользовательских типов. Смысловая составляющая обобщённой парадигмы выражается через понятие концепции [1], как средства описания семейств типов, объединенных синтаксической и семантической общностью.

Программирование с использованием обобщений, получившее своё развитие благодаря абстрактной математике [2], очень хорошо подходит для научных приложений из-за широкого применения в них развитого математического аппарата. Применяя обобщённый подход, основная идея которого состоит в использовании наиболее общих формулировок, возможно получение полного набора элементарных операций, которых вполне достаточно для реализации требуемых математических действий (Рис. 1).

```
interface INumber<T>
{
        T Add(T arg1, T arg2);
        T Mul(T arg1, T arg2);
        T Div(T arg1, T arg2);
        bool Et(T arg1, T arg2);
        bool Lt(T arg1, T arg2);
        T Abs(T arg);
        T Neg(T arg);
        T Zero { get; }
        T One { get; }
};
```

Рис. 2. Пример кода обобщённой концепции универсального числового типа

Для комплексных чисел $z_1 = a + ib$ и $z_2 = c + id$ программная реализация операции деления осложняется тем, что правильность её результата зависит от значений знаменателей в слагаемых $\frac{ac+bd}{c^2+d^2}$ и $i\frac{bc-ad}{c^2+d^2}$. Согласно [3] выполнение может завершиться с ошибкой или привести к неверному результату, связанному с изменением точности, при достаточно большой или малой величине вещественной или мнимой части. Поэтому авторами использован улучшенный и отказоустойчивый алгоритм [4], который никогда не завершается неудачей и выдает результат с приемлемой точностью (Рис. 2).

Для реализации алгоритма с точки зрения обобщённого подхода от типов, представляющих мнимую или вещественную часть, требуется поддержка: $a + b$, $a - b$, $a * b$, a/b, $a \neq b$, $a \leq b$, $-a$ и $|a|$. Также известно, что, операция вычитания может быть выполнена с помощью операции сложения и аддитивной инверсии и не является дорогостоящей с точки зрения ее выражения в терминах уже существующих. А вот корректность операции деления, реализованной с использованием умножения и мультипликативной инверсии, может быть поставлена под сомнение. Для различных типов данных результат выполнения, казалось бы, подобных действий a/b и $a * (1/b)$ неодинаков и, например, для целых чисел всегда будет иметь ошибку округления при $b > 1$.

```
1  algorithm Z Div(Z₁, Z₂)
2        a = Z₁.Re    b = Z₁.Im
3        c = Z₂.Re    d = Z₂.Im
4        if (abs(d) <= abs(c))
5              Z = DivExt(a, b, c, d)
6        else
7              Z = DivExt(b, a, d, c)
8              Z.Im = -Z₃.Im;
9        end
10 end
11 sub Z DivExt(a, b, c, d)
12       r = d/c
13       t = 1/(c + d * r)
14       Z.Re = DivExt(a, b, c ,d ,r, t)
15       a = -a
16       Z.Im = DivExt(b, a, c ,d ,r, t)
17 end
18 sub x DivExt(a, b, c, d, r, t)
19       if (r != 0)
20             br = b * r
21             if (br != 0)
22                   x = (a + br) * t
23             else
24                   x = a * t + (b * t) * r
25             end
26       else
27             x = (a + d * (b / c)) * t
28       end
29 end
```

Рис. 3. Псевдокод безошибочного и отказоустойчивого алгоритма

Как видно из примера кода (Рис. 1) обобщённая концепция `INumber<T>` содержит в своем описании несколько операций и свойств, способных, в определенных сочетаниях, производить специализированные вычисления. Из неё сознательно исключены операции вычитания и мультипликативной инверсии, так как первая, как уже говорилось, легко может быть заменена сложением с отрицанием для второго операнда `Add(arg1, Neg(arg2))`, а вторая – делением нейтрального элемента мультипликативной группы на значение аргумента `Div(One, arg)`.

Конечное множество арифметических действий, обеспечивающие правильность работы алгоритма деления комплексных чисел (Рис. 2), выражено в терминах обобщённой концепции, которая должна поддерживать:

1. Операции сложения и умножения (строки 3-4), а также их коммутативность, ассоциативность и дистрибутивность.
2. Операцию деления (строка 5).
3. Операции сравнения по критерию «эквивалентность» (строка 6) и критерию «меньше чем» (строка 7).
4. Унарные операции получения абсолютного значения (строка 8) и отрицания (строка 9).
5. Двух нейтральных элементов аддитивной и мультипликативной групп (строки 10-11).

Понятие концепции в том или ином виде используется во многих языках программирования и библиотеках, но лишь немногие предлагают средства для их явного выражения. Базовая обобщённая реализация класса комплексного числа на языке C# использует концепцию универсального числового типа для экстернализации операций, где присутствуют обращения к параметрам типов, с последующим делегированием исполнения экземпляру концепции, соответствующей конкретному типу, и отвечающей предъявляемым семантическим и синтаксическим требованиям (Рис. 3).

```
abstract class ComplexBase<C, T> : IComplex<T>
      where C : IComplex<T>
{
      /* other methods and properties */
      protected virtual C Div(C other)
      {
            if (!_cpt.Lt(_cpt.Abs(other.Re), _cpt.Abs(other.Im)))
                  return DivExt(Re, Im, other.Re, other.Im, false);
            return DivExt(Im, Re, other.Im, other.Re, true);
      }
      protected virtual C DivExt(T a, T b, T c, T d, bool neg)
      {
            var r = _cpt.Div(d, c);
            var t = _cpt.Div(_cpt.One, _cpt.Add(c, _cpt.Mul(d, r)));
            var re = DivExt(a, b, c, d, r, t);
            var im = DivExt(b, _cpt.Neg(a), c, d, r, t);
            return Create(re, neg ? _cpt.Neg(im) : im);
      }
      protected virtual T DivExt(T a, T b, T c, T d, T r, T t)
      {
            if (!_cpt.Et(r, _cpt.Zero))
            {
                  var br = _cpt.Mul(b, r);
                  if (!_cpt.Et(br, _cpt.Zero))
                        return _cpt.Mul(_cpt.Add(a, br), t);
                  return _cpt.Add(_cpt.Mul(a, t), _cpt.Mul(_cpt.Mul(b, t), r));
            }
            return _cpt.Mul(_cpt.Add(a, _cpt.Mul(d, _cpt.Div(b, c))), t);
      }
};
```

Рис. 4. Фрагмент кода базовой абстракции комплексного числа

В рамках работы были проведены эксперименты и выполнены проверочные тесты [5] по делению комплексных чисел z_1 и z_2 для предлагаемого подхода, а также нескольких специализированных программных платформ и библиотек. Как видно из результатов (Таблица 1) наибольший диапазон возможных значений для различных типов данных предоставляет обобщённая реализация комплексного числа, использующая концепцию универсального числового типа.

Существуют и другие реализации, применяющие подобный подход для конструирования обобщённых абстракций на языке программирования не в полной мере поддерживающем обобщённую парадигму [6].

Таблица 4. Результаты тестов деления комплексных чисел

Реализация	Операция деления				Тип данных
	Вещественная часть		Мнимая часть		
	Re_1	Re_2	Im_1	Im_2	
	14	36	57	82	
Mathcad	0.6456359102244389		0.11271820448877808		**double**
Matlab	0.645635910224438902743142144638 4		0.112718204488778054862842892768 08		**double**
NET	0.645635910224439		0.112718204488778		**double**
MathNET	0.6456359		0.1127182		**float**
PIT2019	0.6456359		0.112718195		**float**
	0.64563591022443889		0.11271820448877803		**double**
	0.645635910224438902743142145 3		0.112718204488778054862842892 9		**decimal**
	0.645635910224438902743142144638403 9		0.112718204488778054862842892768 0798		
	900249376558603491271820448877805 48		004987531172069825436408977556109 72		**BigDecimal**
	628428927680798004987531172069825 43		568578553615960099750623441396508 72		
	640897755610972568578554		817955112219451371571072		

Многим специалистам может показаться, что предлагаемая в результатах тестов точность может никогда не потребоваться и что диапазона значений встроенного типа **double** вполне достаточно для решения большинства вычислительных задач. В некоторых ситуациях они, вероятно, и окажутся правы, но осознанное упущение потенциальной возможности никак не должно оправдывать последующую неспособность программной инфраструктуры произвести требуемые вычисления при возникновении необходимости.

Литература

1. Vandevoorde D. C++ Templates: The Complete Guide / D. Vandevoorde, N.M. Josuttis, D. Gregor. – Boston: Addison–Wesley, 2017. – 832 p.

2. Stepanov, A. From mathematics to generic programming / A. Stepanov, E. Rose. – Boston: Addison–Wesley, 2015. – 293 p.

3. Baudin M. Error bounds of complex arithmetic / M. Baudin // NISP Toolbox Manual, 2011. – P.1-30.

4. Baudin M. A Robust Complex Division in Scilab / M. Baudin, R.Smith // CoRR. – 2012 abs/1210.4539.

5. URL: https://bitbucket.org/dyablokov-SSAU/pit2019/src

6. URL: https://archive.codeplex.com/?p=bignumber

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

Ю.Д. Агафонова, А.В. Гайдель

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ МРТ ГОЛОВНОГО МОЗГА

(Самарский университет, ИСОИ РАН –
филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН)

На данный момент существует проблема оперативной и достоверной постановки диагноза в медицине, особенно в случаях диагностирования новообразований. Решению данной проблемы будет способствовать представленный алгоритм, реализованный на языке программирования Python. Данный алгоритм способен обработать значительное количество снимков МРТ головного мозга с целью определения местоположения опухоли, её контура и её площади в пикселях. В виде входных данных используется выборка снимков МРТ головного мозга, в виде выходных данных мы получаем приближенную к реальности картину расположения опухоли, её размеры и локацию.

Алгоритм для решения подобной задачи на основе метода опорных векторов описан в [1], однако в этой работе не приводится сколько-нибудь значимое экспериментальное исследование. В [2] представлена информационная система для автоматизированного выделения подобных областей интереса, во многом предполагающая ручное взаимодействие с изображениями. Ранее авторами были исследованы алгоритмы выделения области интереса на изображениях компьютерной томографии лёгких из соображений повышения качества дальнейшей диагностики [3].

Целью научной работы являлась разработка алгоритма для определения локации заболеваний головного мозга. К заболеваниям, которые определяет алгоритм, относятся не только раковые опухоли, но и другие заболевания, например, гематома, менингиома, подострый удар, аневризма и другие.

Задачи:

1) Определить с помощью методов компьютерного зрения и многоэтапной обработки изображения очаг аномалии.
2) Выявить оптимальные коэффициенты для обработки и подготовки изображения.
3) Обучить программу для возможности широкомасштабного применения.

Многоэтапная обработка включает этапы:

1. Этап стандартизации. На этом этапе нам необходимо избавится от сильного контраста в яркости пикселей и от черного фона (Рис. 1). Для этого необходимо стандартизировать изображение по формуле (1); где C_x - стандартизи-

рованное изображение, X - яркость данного изображения, $\bar{X}$ - средняя яркость, ∂_X - среднее квадратическое отклонение, α - стандартное отклонение, β - среднее значение яркости пикселя.

$$C_x = \frac{X-\bar{X}}{\partial_X} * \alpha + \beta \quad (1)$$

2. Этап сглаживания. После стандартизации мы получили изображение с резкими контурами (Рис. 2), поэтому нам необходимо сгладить изображение (Рис. 3). Сглаживание происходит с помощью функции (2), в основе которой лежит операция свертки.

$$e^{-(x^2+y^2)} \quad (2)$$

3. Адаптивный порог. Для дальнейшей работы необходимо преобразовать изображение, для этого мы используем адаптивный порог. Функция (3) вычисляет порог для небольших областей изображения, в итоге мы получаем разные пороговые значения для разных областей одного и того же изображения. Это позволяет нам вне зависимости от иных внешних факторов перекрасить изображение в палитру абсолютно белого и абсолютно черного с максимальной точностью, где $\boldsymbol{T(x,y)}$ порог, рассчитанный индивидуально для каждого пикселя.

$$dst(x,y) = \begin{cases} maxValue\ if\ src(x,y) > T(x,y) \\ 0 \qquad\qquad otherwire \end{cases} \quad (3)$$

4. Математическая обработка. Перейдем к преобразованию бинарного (черно-белого) изображения. В основе математической морфологии лежит операция дилатации (4) и операция эрозии (5), где A и B – множества из пространства Z, $B_z = \{b + z | b \in B\}$. В результате применения операции эрозии все объекты, соединённые тонкими линиями, становятся разъединёнными, и размеры всех объектов уменьшаются. При применении дилатации происходит устранение разрывов линий на изображении путем их перекрытия (Рис. 4).

$$\mathrm{A} \oplus \mathrm{B} = \{\mathrm{Z} | (\mathrm{B_Z}) \cap \mathrm{A} \neq \emptyset\} \quad (4)$$

$$A \ominus B = \{Z | (B_Z) \subseteq A\} \quad (5)$$

5. Анализ и отбор внутренних контуров. На выходе после математической морфологии мы получили изображение, которое не содержит контуров фона. Далее мы приступаем к анализу и отбору контуров, который происходит в 2 этапа. Сначала мы оцениваем, насколько контуры объекта приближены к контурам эллипса с помощью значения эксцентриситета. Контуры, которые имеют большое расхождение от эллипсовидной формулы, не рассматриваются как возможный очаг заболевания (Рис. 5).
6. Определение новообразования. Теперь мы рассматриваем оставшийся набор контуров. Очевидно, что очертание головы имеет эллипсовидную форму, поэтому, чтобы очертания головы не определить как опухоль, необходимо ввести порог для площади внутренней области контура и ограничение по радиусу. На выходе мы получаем единственный контур с закрашенной внут-

ренней областью. Этот контур и является предполагаемым очагом заболевания (Рис. 6).

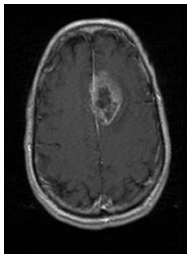


Рис. 1. Исходное изображение

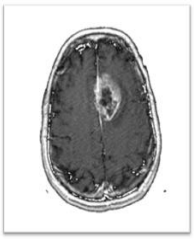


Рис. 2. Этап стандартизации

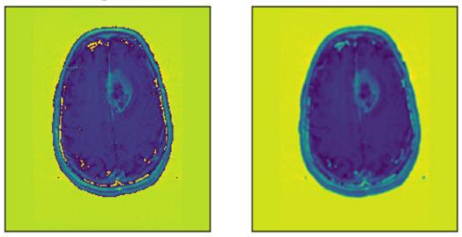


Рис. 3. Этап сглаживания



Рис. 4. Этап математической морфологии



Рис. 5. Этап анализа и отбора контуров



Рис. 6. Результат обработки

Для разработки алгоритма было использовано 2 выборки, по 98 элементов каждая. Первая выборка состоит из реальных снимков, которые обрабатывала сама программа. Вторая выборка состоит из искусственно обработанных нами снимков, для возможности сравнения точности работы программы.

Таблица 5. Результат работы алгоритма

precision	0.6066849411108274
recall	0.5904222857838448
fscore	0.5609784082148528
specificity	0.7934666585815137
accuracy	0.9891606155706911

Результат работы алгоритма оценивается на основе пяти различных метрик: точность (6), полнота (7), F-мера (8), специфичность (9) и численная оценка качества алгоритма (10).

$$precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (6)$$

$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (7)$$

$$fscore = 2\frac{recall*precision}{recall+precision} \quad (8)$$

$$\text{specificity} = \frac{TN}{TN+FP} \quad (9)$$

$$\text{accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+FN+TN+FP} \quad (10)$$

Все метрики показывают отношение классифицированных пикселей, где TP – истинные пиксели, классифицированные как объект; TN – истинные пиксели, классифицированные как фон; FP – ложные пиксели, классифицированные, как объект; FN – ложные пиксели, классифицированные, как фон.

На данный момент достоверность классификации пикселей (10) составляет 98, 9%.

Литература

1. Telrandhe, S.R. Detection of brain tumor from MRI images by using segmentation & SVM / S.R. Telrandhe, A. Pimpalkar, A. Kendhe // 2016 World Conference on Futuristic Trends in Research and Innovation for Social Welfare (Startup Conclave). – Coimbatore, 2016.

2. Kaus, M.R. Automated Segmentation of MR Images of Brain Tumors / M.R. Kaus, S.K. Warfield, A. Nabavi, P.M. Black, F.A. Jolesz, R. Kikinis // Radiology. – 2001. – Vol. 218(2). – P. 586-591.

3. Gaidel, A. Method of automatic ROI selection on lung CT images / A. Gaidel // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 201. – P. 258-264.

А.К. Алимурадов, А.Ю. Тычков, П.П. Чураков

НОВЫЙ ПОДХОД К СЕГМЕНТАЦИИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ДЕКОМПОЗИЦИИ НА ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

(Пензенский государственный университет)

Контроль психоэмоционального состояния очень важен в тех отраслях человеческой деятельности, которые сопряжены с повышенным риском возникновения техногенных и биогенных аварий [1]. Особенно это актуально для операторов систем управления с высокой степенью ответственности: пилотов, космонавтов, диспетчеров аэропортов и опасных производственных объектов (АЭС, ТЭС, объектов химической и ядерной промышленности).

В настоящее время исследования в области обнаружения и оценки психоэмоционального расстройства человека по речи активно поддерживаются грантами крупных компаний и международных технологических фондов: Industry Cooperation with BMW AG, проект «Sentiment Analyses», 01.05.2018 - 31.05.2021; EU H2020 Marie Sklodowska-Curie Innovative Training Networks European Training Networks (MSCA-ITN-ETN: ENG), проект «Training network on Automatic Processing of Pathological Speech» (#766287), 01.11.2017 - 31.10.2021.

Наибольший интерес в данных исследованиях представляют новые подходы и технологии обработки речевых сигналов, однако в силу коммерческой тайны данная информация не распространяется. По этой причине модернизация существующих и разработка новых технологий обработки речи остаются в центре внимания исследователей при решении задач по обнаружению и оценке психоэмоционального расстройства человека.

В данной статье представлена новая технология сегментации речевых сигналов на информативные участки, основанная на методе декомпозиции на эмпирические моды (ДЭМ) [2]. Работа является продолжением ранее опубликованной статьи [3] и выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ, проект № СП-246.2018.5, 2018-2020 гг.

В зависимости от степени участия голосовых связок, речь человека делится на вокализованную, невокализованную и паузы. В соответствии с физиологическим аспектом формирования речи человек перед произношением делает начальную кратковременную паузу от 200 до 500 мс, соответствующую тишине. Речевой аппарат чрезвычайно чувствителен к нарушениям работы нервной системы. Продолжительность, скорость, ускорение и энтропия распределения временных интервалов вокализованных, невокализованных участков и участков пауз характеризуют работу речевого аппарата.

Сегментация на информавтиные участки представляется собой процесс определение точных границ вокализованных, невокализованных участков и участков пауз в слитной речи. Корректное определение границ информативных участков речи не только повышает эффективность обнаружения и оценки

психоэмоционального расстройства человека, но и уменьшает количество вычислительных операций.

В настоящее время существует много различных подходов к сегментации речевых сигналов. Среди наиболее известных можно выделить следующие способы: основанные на анализе кратковременной энергии (*Short-time Energy, STE*) и скорости пересечения сигнала через нулевое значение (*Zero-crossing Rate, ZCR*); основанные на анализе статистических свойств фонового шума и одномерного расстояния Махаланобиса.

Метод ДЭМ был разработан Норденом Хуангом в 1998 году и предназначался для разложения нестационарных сигналов, возникающих в нелинейных системах [2]. Принцип ДЭМ состоит в разложении сигнала в сумму функций с ограниченной полосой, называемых эмпирическими модами (ЭМ):

$$x(n) = \sum_{i=1}^{I} IMF_i(n) + r_I(n),$$

где $x(n)$ - исходный сигнал; $IMF_i(n)$ - ЭМ; $r_I(n)$ - конечный остаток, $i = 1, 2, \ldots, I$ - номер ЭМ, n - дискретный отсчет времени.

При разложении, модель сигнала не задаётся заранее, ЭМ вычисляются в ходе процедуры отсеивания с учетом локальных особенностей (таких как экстремумы и нули сигнала) и внутренней структуры каждого конкретного сигнала. Результаты подробных исследований технологий декомпозиций, выявили перспективность использования улучшенной полной множественной декомпозиции на эмпирические моды с адаптивным шумом (ПМДЭМАШ) [4], базисом которой является классическая ДЭМ.

Особенностью улучшенной ПМДЭМАШ является добавление к исходному сигналу контролируемого шума для создания новых экстремумов:

$$x_j(n) = x(n) + w(n),$$
$$x_j(n) = \sum_{i=1}^{I} IMF_{ji}(n) + r_{jI}(n),$$
$$IMF_i(n) = \sum_{j=1}^{J} \frac{IMF_{ji}(n)}{J},$$
$$r_I(n) = \sum_{j=1}^{J} \frac{r_{jI}(n)}{J},$$

где $j = 1, 2, \ldots, J$ - количество реализаций белого шума; $x_j(n)$ - шумовые копии речевого сигнала; $w_j(n)$ - реализации белого шума.

Способ сегментации на основе новой технологии состоит из двух этапов, в рамках которых этапа осуществляется: линейное деление речевого сигнала на кратковременные фрагменты длительностью 30 мс; декомпозиция фрагментов на ЭМ; определение параметров ЭМ; формирование пороговых значений параметров ЭМ фрагментов, соответсвующих начальной паузе; определение вокализованных, невокализованных участков и участков пауз.

В соответствии с новым подходом каждый кратковременный фрагмент речевого сигнала представляется набором ЭМ, полученных методом улучшенной ПМДЭМАШ. Особенностью новой технологии сегментации является то, что соотнесение анализируемого фрагмента сигнала к вокализованной, невокализованной речи или к паузе осуществляется, исследуя свойства каждой ЭМ фрагмента в отдельности. Учитывая, что каждая ЭМ

обладает определенными параметрами, сравнительный анализ мод по отдельности значительно повышает эффективность определения границ вокализованных, невокализованных участков и участков пауз при нестабильной работе речевого аппарата.

К исследуемым параметрам ЭМ фрагментов речевого сигнала относятся:

– логарифм энергии:

$$LE_{s,i} = log_2\left(\sum_{n=1}^{N}\left(IMF_{s,i}(n)\right)^2\right),$$

где $LE_{s,i}$ - логарифм энергии ЭМ фрагмента речевого сигнала; s - номер фрагмента;

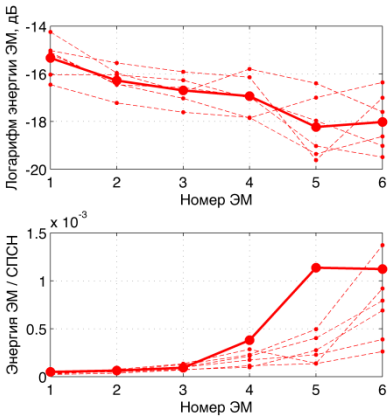
– отношение кратковременной энергии ЭМ к скорости пересечения сигнала ЭМ через нулевое значение (СПСН):

$$Z_{s,i} = \frac{\sum_{n=1}^{N}\left(IMF_{s,i}(n)\right)^2}{ZCR_{s,i}},$$

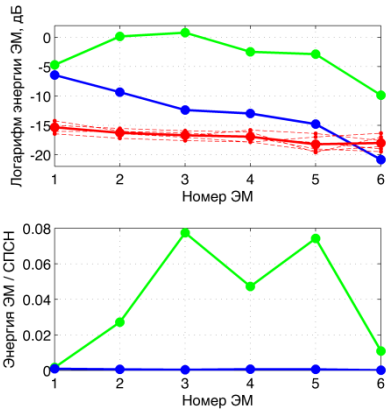
$$ZCR_{s,i} = 0{,}5\sum_{n=1}^{N-1}\left|sgn\left(IMF_{s,i}\left((n-1)N+n+1\right)\right) - sgn\left(IMF_{s,i}\left((n-1)N+n\right)\right)\right|,$$

где $ZCR_{s,i}$ - скорость пересечения сигнала ЭМ через нулевое значение; sgn - знаковая функция ($sgn(x) = 1$, если $x \geq 0$ и -1 при $x < 0$).

Применяя усреднее значений параметров LE и Z ЭМ для фрагментов начальной паузы (200 мс), можно определить пороговые значения $LE_{tresh.}$ и $Z_{tresh.}$. На рисунке 1а представлена графическая интерпретация формирование пороговых значений по шести первым модам. Пунктирными линиями красного цвета отмечены значения параметров ЭМ фрагментов начальной паузы, утолщенной сплошной линией красного цвета отмечены усредненные пороговые значения параметров ЭМ.



а. Формирование пороговых значений



б. Пороговая обработка

Рисунок 1 - Анализ параметров ЭМ фрагментов речевого сигнала

На рисунке 1б представлена графическая интерпретация пороговой обработки. Утолщенной сплошной линией зеленого цвета отмечены значения параметров ЭМ вокализованного фрагмента речи. Утолщенной линией синего цвета - для невокализованного фрагмента.

Для исследования новой технологии сегментации сформирована группа исследуемых – 220 человек с признаками психоэмоциональных расстройств.

Зарегистрирована база данных речевых сигналов. Эффективность сегментации оценивалась посредством коэффициента действительного обнаружения (*Detection Rate, DR*) - безразмерной величины, равной отношению правильно определенных фрагментов к общему числу фрагментов. В качестве эталона использовалась сегментация речевых сигналов в ручном режиме в специализированном аудио редакторе. В таблице 1 представлены усредненные результаты сегментации речевых сигналов на вокализованную, невокализованную речь и паузы в сравнении с другими способами.

Таблица 1 - Результаты сегментации речевых сигналов

Информативные участки	***DR*, %**		
	Способ на основе анализа *STE+ZCR*	Способ на основе анализа расстояния Малаханобиса	Способ на основе новой технологии
Вокализованная речь	88,6	46,4	78,5
Невокализованная речь	78,5	90,2	58,6
Паузы	97,5	77,3	91,4

В соответствии с полученными значениями коэффициента действительного обнаружения можно сделать вывод, что способ на основе новой технологии обеспечивает наилучшие результаты сегментации речевых сигналов, зарегистрированных с признаками психоэмоциональных расстройств. Данные результаты достигаются за счет исследования свойств каждой ЭМ анализируемого фрагмента, позволяющего точно определять границы информативных участков речи при нестабильной работе речевого аппарата. Таким образом, предлагаемая технология сегментации, может успешно тестироваться на этапах предварительной обработки в системах обнаружения и оценки психоэмоционального расстройства человека.

Литература

1. Schuller B.W. Computational Paralinguistics: Emotion, Affect and Personality in Speech and Language Processing / B.W. Schuller, A.M. Batliner // New York: Wiley. - 2013. - P. 344.

2. Huang, N. E. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis / N. E. Huang, Sh. Zheng, R. L. Steven // Proc. R. Soc. Lond. - 1998. - A 454. - P. 903 - 995.

3. Алимурадов А. К. Повышение точности измерения частоты основного тона на основе оптимизации процесса декомпозиции речевых сигналов на эмпирические моды / А. К. Алимурадов, Ю. С. Квитка, П. П. Чураков, А. Ю. Тычков // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. - 2018. - № 4 (26). - С. 53 - 65.

4. Colominasa M. A. Improved complete ensemble EMD: a suitable tool for biomedical signal processing / M. A. Colominasa, G. Schlotthauera, M. E. Torres // Biomed. Signal Proces. - 2014. - Vol. 14. - P. 19 - 29

[1]И.М. Богданов, [1]Л.С. Зеленко, [2]Н.В. Филатова

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСНОВНЫХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

([1]Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва
[2]Самарский государственный медицинский университет)

Согласно данным ВОЗ, во всем мире у 60-90 % детей школьного возраста и почти у 100 % взрослых людей имеется зубной кариес, который часто вызывает боль и неудобства. Эффективной профилактики этих заболеваний можно достичь на обычном стоматологическом приеме при индивидуальном подходе, основанном на выявлении факторов риска и диагностике начальных форм поражения [1].

Для определения основных показателей стоматологического здоровья детей используется методика Всемирной организации здравоохранения, основанная на вычислении различных индексов, по которым врач-стоматолог может определить факторы риска стоматологических заболеваний. Именно она положена в основу автоматизированной системы, которая разработана авторами.

Рассмотрим индексы, которые вычисляются в системе:

1 индекс КПУ$_{зубов}$, предложенный в 1939 году Кляйном и Палмером [1], позволяет определять интенсивность кариеса зубов как сумму кариозных (К), запломбированных (П) и удаленных (У) зубов;

2 индексы PUFA/pufa (pulp-ulcer-fistula- abscess) , предложенный в 2009 году коллективом авторов [2], отражает наличие в полости рта хронических очагов инфекции и дает возможность регистрировать осложненные формы кариеса как для постоянных, так и для временных зубов;

3 индекс кровоточивости, предложенный в 1971 году Мюллеман (Muhlemann) [3], позволяет оценить состояние десен в области зубов Рамфьорда (с номерами 16, 21, 24, 36, 41, 44) и вычисляется как среднеарифметическое значение кодов для этих зубов.

4 индекс гигиены ИГР-У, предложенный в 1964 году Грином и Вермиллионом и доработанный П.А. Леусом в 1990 году [1], здесь каждому зубу в зависимости от степени поражения присваивается коэффициент по зубному налету (ЗН) и зубному камню (ЗК) (рисунок 1).

Разработанная система является настольным приложением, которое можно использовать на клиническом приеме. Она имеет структуру, приведенную на рисунке 2, и состоит из трех разделов (рисунок 3):

1 «Пациенты», в котором врач ведет учет пациентов и вводит результаты осмотров полости рта: состояние зубов (в том числе осложнен-

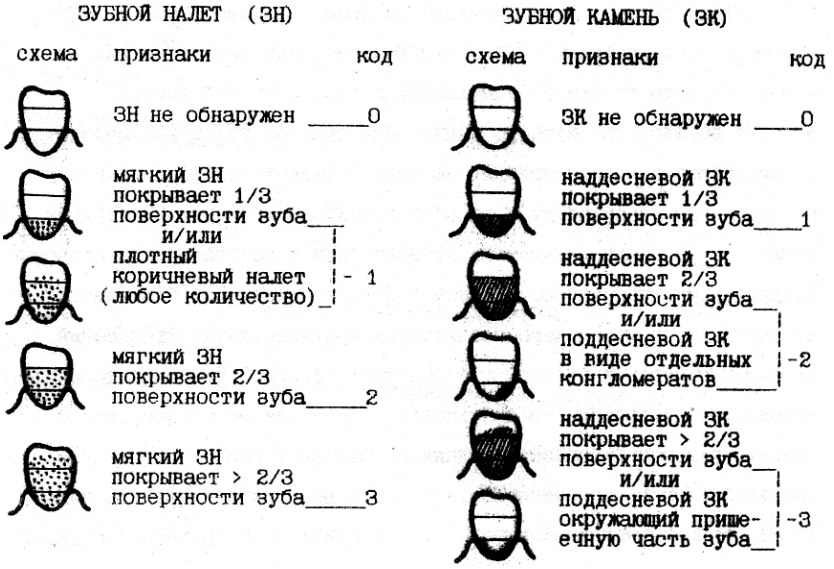


Рисунок 17 – Графическое изображение методики определения ИГР-У по П.А. Леусу

ные формы кариеса по индексу pufa/PUFA), их поверхностей. На основании этих данных система рассчитывает индекс гигиены полости рта (ИГР-У), распространенность и интенсивность кровоточивости десневых сосочков.

2 «Справочники», в котором врач может работать с географическими справочниками базы данных.

3 «Статистика», в котором можно будет посмотреть статистику по разным группам и показателям (кпу/КПУ зубов и поверхностей; pufa временных зубов и PUFA постоянных зубов; ИГР-У; кровоточивость).

Все данные сохраняются в базе данных.



Рисунок 18 – Структурная схема системы

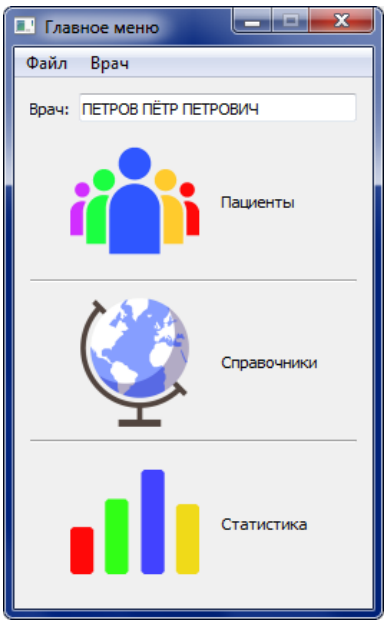


Рисунок 3 – Главное меню программы

Рассмотрим работу системы более подробно. В ней предусмотрено разграничение прав доступа, каждому врачу выдается свой логин и пароль, после авторизации он может работать в своем профиле (личном кабинете). За каждым врачом закреплены пациенты, которых он наблюдает (проводит регулярные профилактические осмотры) и назначает им лечение в случае необходимости. Результаты осмотра заносятся в «карточку» пациента, чтобы обеспечить удобство работы врача каждая группа индексов представлена на отдельных вкладках. На рисунке 4 представлена вкладка с индексами состояний зубов.

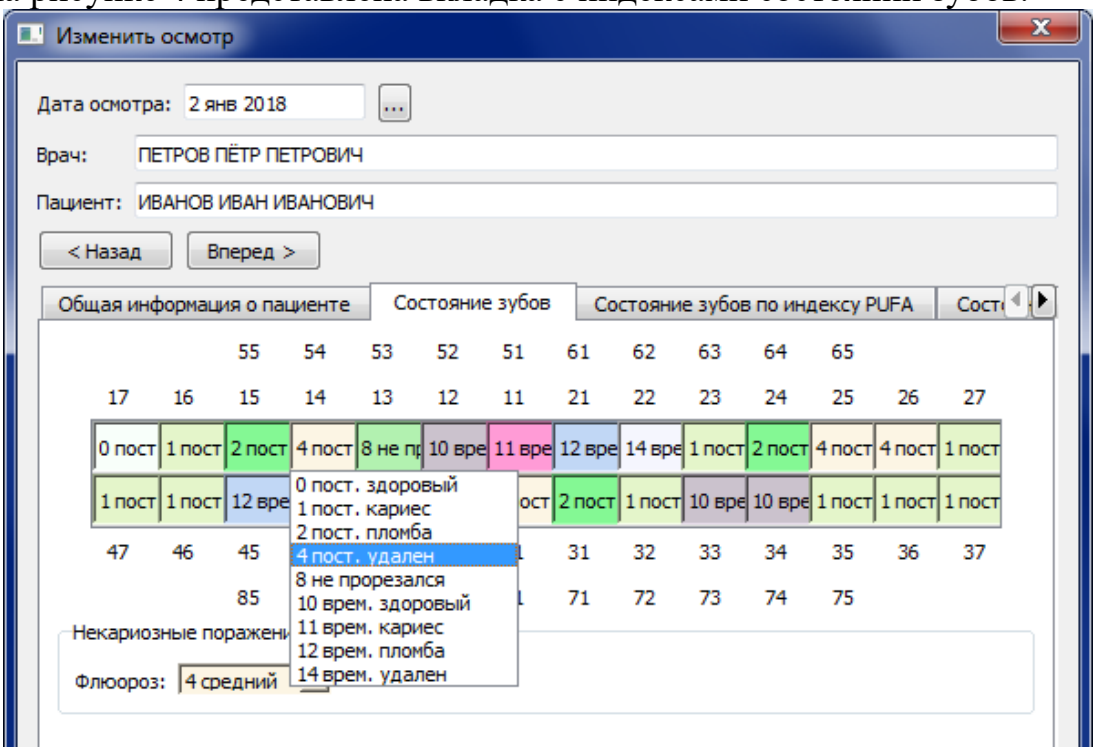


Рисунок 4 – Экранная форма изменения осмотра.
Вкладка с индексами состояний зубов

Для ввода результатов осмотра используются таблицы, ячейки которых пронумерованы в соответствии со схемой обозначений зубов. Нажав на ячейку таблицы, открывается выпадающий список с возможными значениями индекса, из которых пользователь должен выбрать нужное значение.

При необходимости врач может сформировать карту осмотра и экспортировать в файл формата MS Word *.rtf. Пример карты осмотра приведен на рисунке 5.

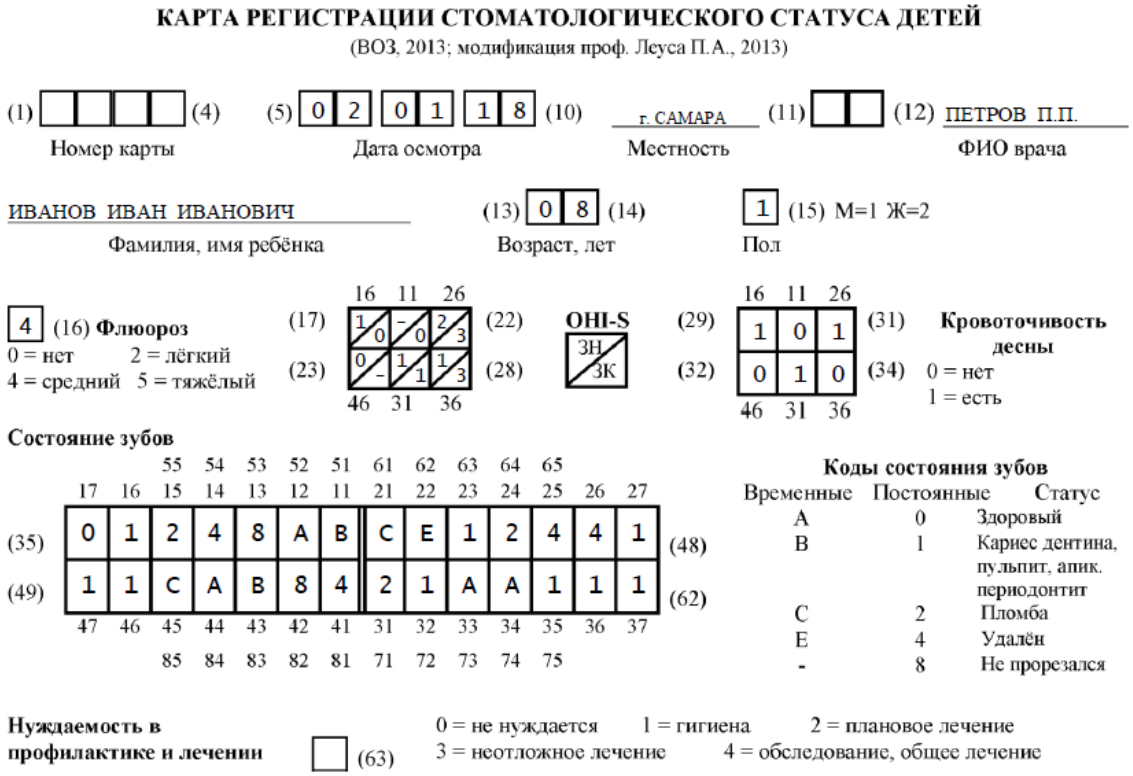


Рисунок 5 – Пример карты осмотра

В разделе «Статистика» врач может посмотреть информацию о пациентах в интегральном виде в различных разрезах, используя такие параметры для выборки, как: интервал дат осмотров, возраст пациентов, являются ли они школьниками, группы пациентов. Статистическая информация выводится по всем показателям в графическом виде (графики, круговые и столбчатые диаграммы), пример приведен на рисунке 6.

Система разработана на языке C++ в среде программирования Qt Creator. Для хранения информации о врачах, пациентах и осмотрах использована СУБД SQlite.

Система используется в повседневной практике врачей кафедры стоматологии детского возраста СамМГУ, с ее помощью можно формировать группы детей в зависимости от возрастного показателя, длительности посещения дошкольных детских учреждений, а также участии или отсутствии участия в программе профилактики стоматологических заболеваний и её регулярности.



Рисунок 19 – Экранная форма статистики. Пример графика КПУ

Литература

1 Покровская О.М. Совершенствование комплекса гигиенических мероприятий у пациентов с ортопедическими конструкциями на имплантатах. : дис. ... канд. мед. наук: 14.00.21: защищена 02.09.2008/ Покровская Ольга Михайловна. М., 2008. 115 с.: ил.

2 Современные системы оценки и регистрации кариеса зубов / Пастбин М.Ю., Горбатова М.А. и [др.]. Архангельск: Северный государственный медицинский университет, 2013. 7 с.

3 Методическое пособие по теме «Индексная оценка кариеса зубов и заболеваний пародонта» / Молоков В.Д., Доржиева З.В. и [др.]. Иркутск: Иркутский государственный медицинский университет, 2008. 23 с.

К.С. Добратулин, И.О. Аюпова, А.В. Гайдель, А.И. Ивлева

ЛОКАЛИЗАЦИЯ АНАТОМИЧЕСКИХ ОРИЕНТИРОВ НА РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ПРОФИЛЯ ГОЛОВЫ

(Самарский университет, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России,
ИСОИ РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН,
ИПУСС РАН, ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Телерентгенографическое исследование головы в боковой проекции является наиболее информативным методом диагностики пациентов с зубочелюстными аномалиями (Хорошилкина Ф. Я., 2010; Табахова О. В., 2010; Емельянова О. С., Гиоева Ю. А., Яворовская Т. Д., 2011; Ленденгольц Ж. А. и др., 2014; Arat Z.M., 2008). Цефалометрический анализ данных двухмерных рентгенограмм играет важную роль в ортодонтической диагностике и планировании лечения [1]. Методики расшифровки двухмерных рентгеновских изображений

при аномалиях окклюзии [2, 3] заключаются в расстановке ключевых точек на двухмерных изображениях головы пациента и анализе ряда линейных и угловых параметров. Данный вид исследований на сегодняшний день является неотъемлемой частью любого ортодонтического лечения пациентов с зубочелюстно-лицевыми аномалиями. Однако получение данных цефалометрического анализа является трудоемким, требует высокого уровня подготовки специалистов и вызывает наибольшие трудности у начинающих врачей. Поэтому особую актуальность в ортодонтии приобретают задачи компьютерного зрения, решение которых позволяет быстро и тщательно извлекать необходимую для обследования и назначения лечения пациента информацию.

В современной научной литературе имеются сведения об отдельных небольших исследованиях по алгоритмам идентификации цефалометрических ориентиров на двумерных и трехмерных рентгеновских снимках [4-6]. Однако результаты в существующих исследованиях получены на малых (до 40 изображений) выборках и для небольшого количества ключевых точек, недостаточного для полной оценки состояния пациента по существующим методикам. В связи с этим актуальной задачей является создание автоматизированных систем для распознавания оптимальных позиций расстановки анатомических ориентиров на двухмерных изображениях головы.

Целью работы является разработка автоматизированной системы для распознавания оптимальных позиций постановки опорных точек на изображении, полученных с помощью рентгена профиля головы, для проведения дальнейшего математического расчета и формирования медицинского диагноза.

Выявление признаков, необходимых для распознавания оптимальных позиций, основывается на анализе множества уже существующих результатов разметки позиций опорных точек. В процессе выявления признаков выделяются необходимые участки, служащие обучающей выборкой, на основе результатов анализа которых формируются критерии для постановки точек на изображениях.

Одним из методов, определяющим наиболее подходящие на начальном этапе позиции для постановки опорных точек, является отыскание участков, схожих с обучающей выборкой, основываясь на признаках Хаара. Для обучающей выборки, состоящей из изображений области в районе опорных точек, вычисляются значения признаков, которые должны быть классифицированы на новом изображении без опорной точки [7].

Обучающая выборка для формирования признаков состоит из 100 изображений размерами 64x64 пикселей для области в районе опорной точки определенного типа. Таким образом, для уникальных изображений с поставленными по определенному признаку опорными точками формируется обучающая выборка для данного типа точек. Изменяя постановку опорной точки на изображениях для обучающей выборки, можно сформировать новую выборку для классификации точек на новом изображении по другим признакам. При формировании признаков для метода Хаара использовалось 100 изображений с положительными примерами области и 10000 изображений с отрицательными при-

мерами возможных областей на изображении, что позволило добиться высокой точности классификации. Пример фрагмента обучающей выборки представлен на рисунке 1.

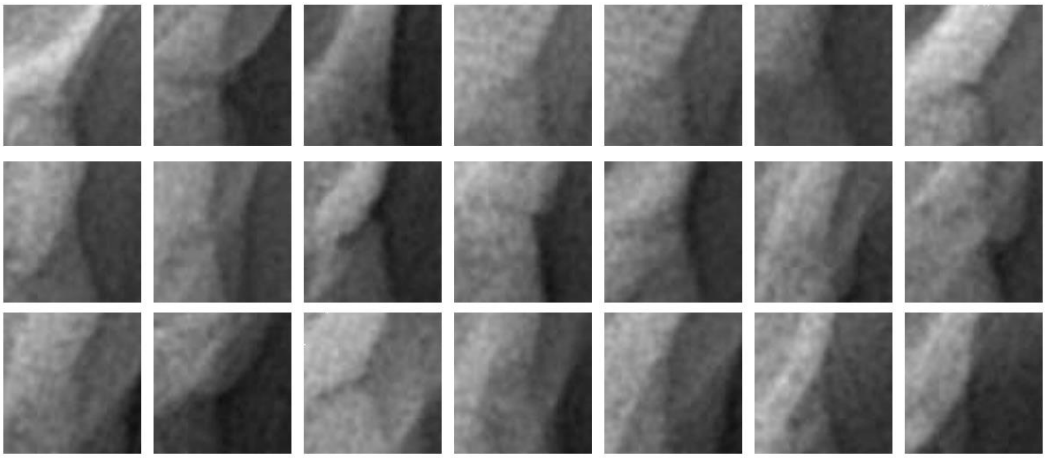


Рисунок 1 – Фрагмент обучающей выборки для признаков Хаара

Применение классификации по признакам Хаара позволяет получить предварительные участки, наиболее схожие с участками из обучающей выборки, используемые для дальнейшего анализа с целью выбрать из них наилучший для опорной точки. С точки зрения разработки программного обеспечения, детектор Хаара позволяет получить результат сравнительно быстро и достаточно точно.

Дальнейший анализ включает в себя исключение участков, не соответствующих оптимальным математическим значениям для участков из обучающей выборки (ситуация, типичная для ошибочно определенных участков), а также применение контурного аппарата для определения наилучшего участка. Оптимальной позицией для постановки опорной точки служит центр наилучшего участка, так как в силу его наибольшего соответствия по критериям с участками из обучающей выборки не требуются дополнительные операции для определения лучшей позиции точки.

Критерием схожести для участков, найденных с помощью применения алгоритма, основанного на признаках Хаара, может служить среднее значение расстояния S_i от участка h_i из множества участков, найденных алгоритмом, до каждого из окон c_j обучающей выборки, определяемого как:

$$S_i = \frac{1}{N}\sqrt{\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1}^{n}\left\{\left(h_{kl}^{i} - c_{kl}^{j}\right)^2\right\}}, \quad (1)$$

где h_{kl}^{i} – элемент на позиции k-й строки -го столбца участка, найденного с помощью алгоритма, c_{kl}^{j}–элемент на позиции k-й строки l-го столбца участка из обучающей выборки, $i = 1, \dots, K$ – количество участков, найденных с помощью алгоритма, $j = 1, \dots, N$ – количество участков в обучающей выборке.

Наиболее оптимальным для выбора будет считаться участок, для которого значение S_iявляется минимальным.

Результатом работы программы является определение координат опорных точек и постановка точек на изображении. Методом оценки качества постановки опорных точек на изображении служит расстояние L от поставленной программой точки до точки на изображении из обучающей выборки, которое должно стремиться к минимуму:

$$L = \sqrt{(x_{\text{опт}} - x_{\text{ср}})^2 + (y_{\text{опт}} - y_{\text{ср}})^2}, \quad (2)$$

где$(x_{\text{опт}},\ y_{\text{опт}})$–координата для оптимальной опорной точки, $(x_{\text{ср}}, y_{\text{ср}})$–координата средней позиции оптимальной точки для данной обучающей выборки.

Для целевой выборки изображений, на которых отмечаются опорные точки, критерием оценки качества служит среднее расстояние от поставленной программой точки до точки на изображении из обучающей выборки:

$$L_{\text{ср}} = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} L_k, \quad (3)$$

где L_k – расстояние от поставленной программой точки на изображении k до точки на изображении из обучающей выборки, $k = 1, \dots, N$–изображения из целевой выборки.

На этапе разработки оценка качества позволяет сделать вывод о целесообразности применения тех или иных методов для работы с изображениями, а также сформировать оптимальные параметры для применяемых алгоритмов.

На рисунке 2 представлен результат работы алгоритма для распознавания наиболее схожих с обучающей выборкой областей, основанного на признаках Хаара, а также результат выбора наиболее оптимальной из найденных областей для постановки опорной точки.

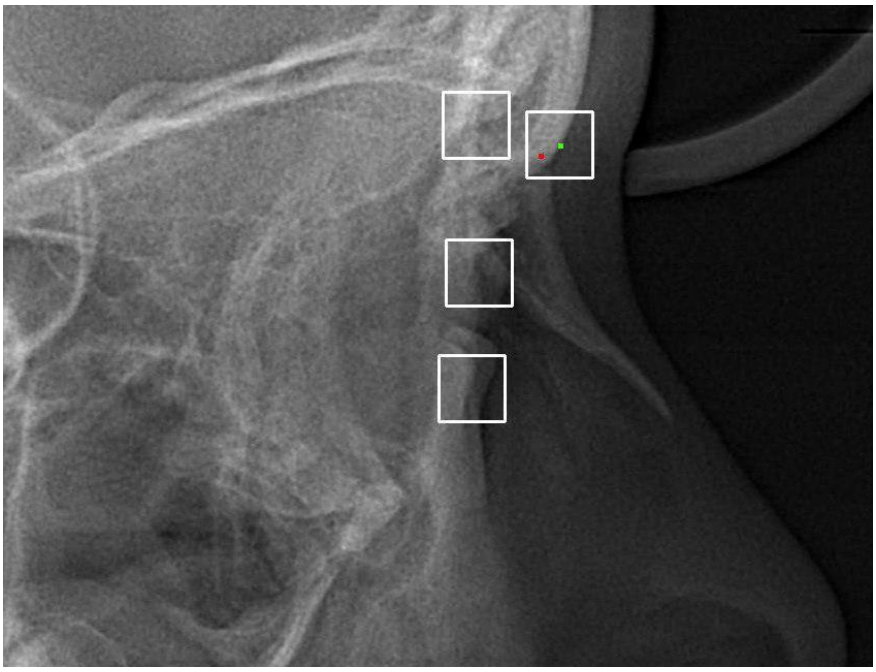


Рисунок 2 – Результат работы алгоритмов определения оптимального участка для постановки опорной точки

В таблице 1 представлен результат работы алгоритма для 10 случайно выбранных изображений из целевой выборки при сравнении их с 50 случайно выбранными изображениями из обучающей выборки.

Таблица 1 – Результат работы алгоритма

Оригинальная позиция	Вычисленная позиция	Расстояние, пиксели	Расстояние, мм
1504 832	1518 796	38.626	3.511
1488 720	1504 683	40.311	3.665
1392 672	1403 654	21.095	1.918
1440 768	1475 707	70.328	6.393
1488 720	1518 642	83.570	7.597
1520 800	1561 756	60.141	5.467
1504 800	1492 799	12.042	1.095
1539 816	1375 938	204.402	18.582
1472 848	1490 819	34.132	3.103
1412 767	1421 764	9.486	0.862
Среднее значение		57.413	5.219

Литература

1. Gunenkova I.V., Samoylova N.V., Bondarets A.Y. Optimization of diagnostics and orthodontic treatment planning in children and adolescents with multiply adentia. Moscow: Stomatologiia 2015; 94(3): 61-66. DOI: 10.17116/stomat201594361-66. PMID: 26331177.

2. Alshahrani I., Kamran M.A., Alhaizaey A., Abumelha N. Evaluation of skeletal variations and establishment of Cephalometric Norms in Saudi Sub Population using Bjork Jarabak's analysis. Pak J Med Sci. 2018 Sep-Oct; 34(5):1104-1109. DOI: 10.12669/pjms.345.15556.

3. Персин, Л. С. Ортодонтия. Диагностика и лечение зубочелюстных аномалий: руководство для врачей / Л. С. Персин // - М. : ОАО «Издательство «Медицина», 2015. -640 с.

4. Vasamsetti S., Sardana V., Kumar P., Kharbanda O.P., Sardana H.K. Automatic landmark identification in lateral cephalometric images using optimized template matching. J Med Imaging Health Inform 2015; 5: 458–70. DOI: https://doi.org/10.1166/jmihi.2015.1426

5. Shahidi S., Shahidi S., Oshagh M., Gozin F., Salehi P., Danaei S.M. Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks by a designed software. Dentomaxillofac Radiol 2013; 42: 20110187. DOI: https://doi.org/10.1259/dmfr.20110187

6. Bala Chakravarthy Neelapu, Om Prakash Kharbanda, Viren Sardana, Abhishek Gupta, Srikanth Vasamsetti, Rajiv Balachandran, and Harish Kumar Sardana Automatic localization of three-dimensional cephalometric landmarks on CBCT im-

ages by extracting symmetry features of the skull. Dentomaxillofac Radiol. 2018 Feb; 47(2): 20170054. Published online 2018 Jan 2. doi: 10.1259/dmfr.20170054

7. Face Detection using Haar Cascades [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.opencv.org/3.4.6/d7/d8b/tutorial_py_face_detection.html (дата обращения: 17.05.2019)

Н.Е. Дятлов, Ф.К. Рахматуллов

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИОКАРДА НА ОСНОВЕ ХОЛТЕРОВСКОГО ЭКГ-МОНИТОРИРОВАНИЯ

(Пензенский государственный университет)

Холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМ) – неинвазивный и широкодоступный инструмент, который позволяет выявить и охарактеризовать нарушения ритма сердца и проводимости [1]. Устройства длительной регистрации ЭКГ являются одними из самых востребованных приборов в кардиологии [2]. В настоящее время ХМ применяется сугубо для оценки текущей клинической картины пациента, в то время как его возможности могут быть существенно расширены благодаря дополнительной оценке электрофизиологических свойств миокарда: времени восстановления функции синусового узла (ВВФСУ), рефрактерных периодов атриовентрикулярного узла (РПав) и предсердий (РПпр). Ранее данные показатели могли быть определены лишь с помощью дорогостоящего внутрисердечного или чреспищеводного электрофизиологического исследования [3].

Нами была произведена оценка электрофизиологических свойств миокарда методом суточного мониторирования ЭКГ у 20 пациентов с пароксизмами фибрилляции предсердий (ФП), средний возраст которых составил 56,8±2,2 лет. С помощью ручного анализа записи ХМ произведен расчет следующих показателей: ВВФСУ, РПав, РПпр.

ВВФСУ определяли как интервал между последним сокращением предсердий, вызванным пароксизмальной тахикардией (волна f фибрилляции предсердий), и первым синусовым сокращением (зубец P1) (рисунок 1).

Примечание: P1 – сокращение предсердий синусового происхождения; R1 – желудочковый комплекс синусового происхождения; f – волна фибрилляции предсердий; R2 – желудочковый комплекс при фибрилляции предсердий; f-P1 – ВВФСУ; P1-P1 – исходная длина кардиоцикла; V – скорость записи.

Корригированное к частоте сердечных сокращений значение КВВФСУ рассчитывалось путем вычитания из ВВФСУ исходной длины кардиоцикла (интервал P1-P1 на синусовом ритме).

РПав определяли как интервал между синусовым зубцом P1 и зубцом P2 блокированной предсердной экстрасистолы (рисунок 2).

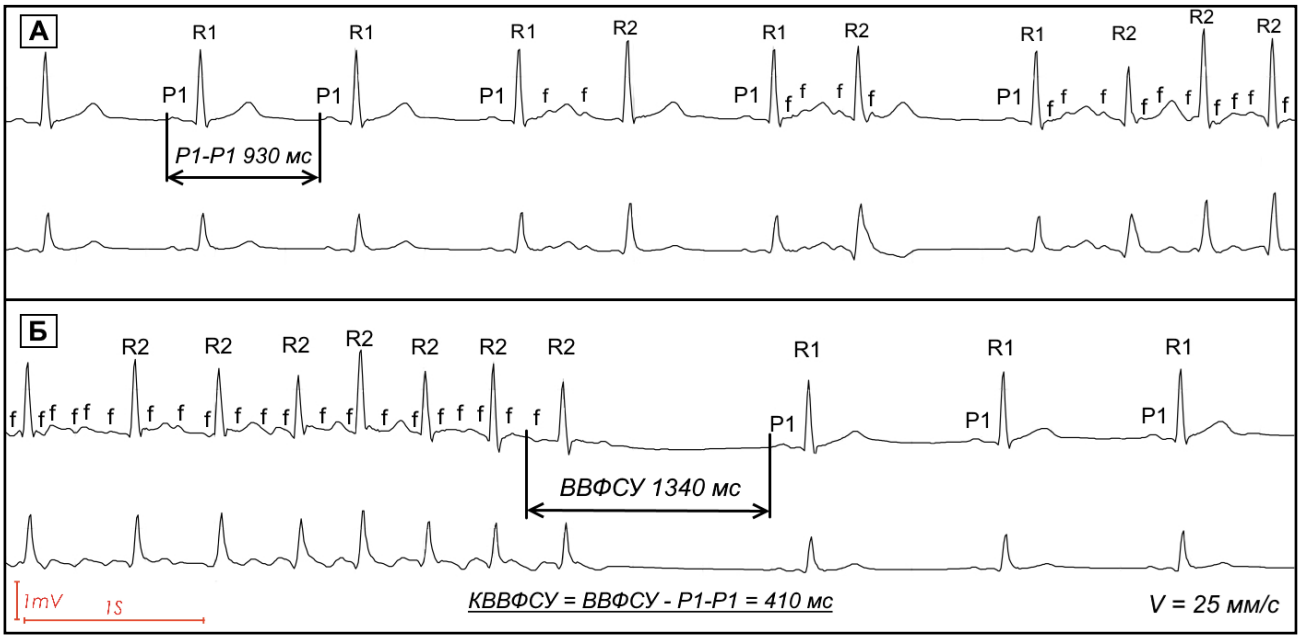


Рисунок 1 – Определение ВВФСУ

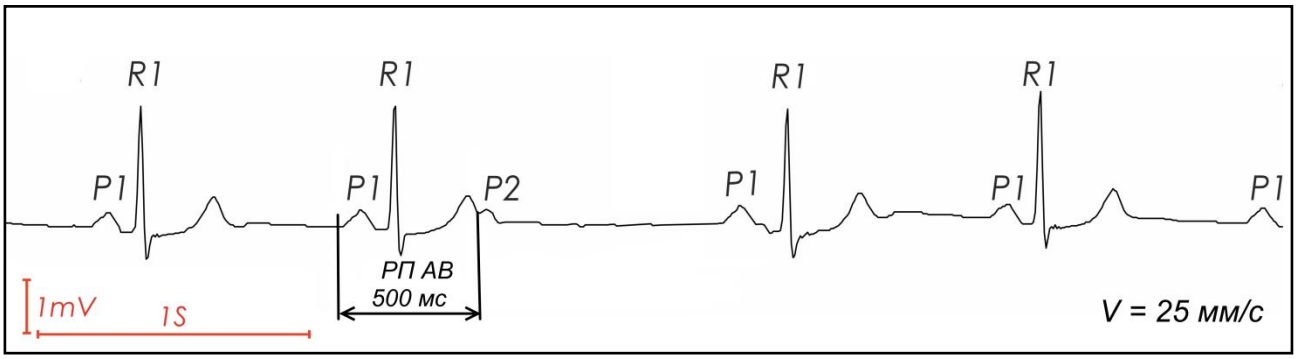


Рисунок 2 – Определение РПав

Примечание: Р1 – сокращение предсердий синусового происхождения; R1 – желудочковый комплекс синусового происхождения; Р2 – предсердная экстрасистола, не проведенная на желудочки; Р1-Р2 – РПав; V – скорость записи.

Расчет РПпр представляется более сложным. Для его определения требуется выявление на суточной ЭКГ записи предсердной экстрасистолы с уширением зубца Р2 более 20 мс от синусового зубца Р1, что может трактоваться как межпредсердный блок [4]. Межпредсердный блок свидетельствует о разобщении рефрактерности отдельных мышечных волокон предсердий. Методика определения РПпр представлена на рисунке 3.

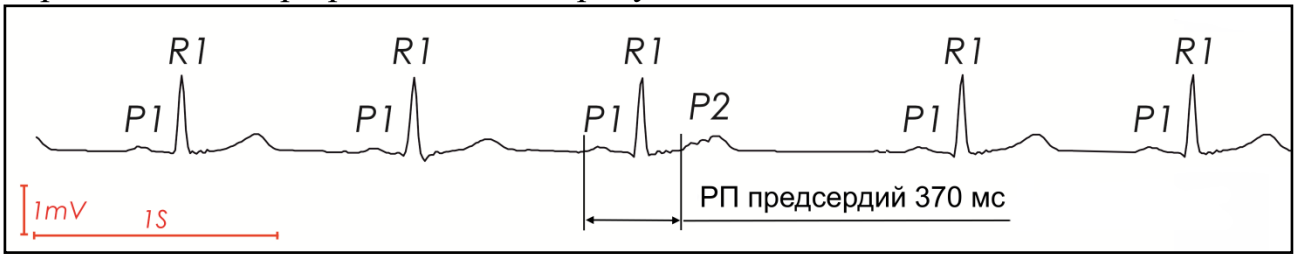


Рисунок 3 – Определение РПпр

Примечание: Р1 – сокращение предсердий синусового происхождения; R1 – желудочковый комплекс синусового происхождения; Р2 – предсердная экстрасистола с уширением зубца Р2 более 20 мс от зубца Р1, свидетельствующая о развитии межпредсердного блока; Р1-Р2 – РПпр; V – скорость записи.

Таким образом, предложенные методы оценки электрофизиологических свойств миокарда с помощью суточной регистрации ЭКГ можно рекомендовать в качестве дополнительных, позволяющих расширить клиническое и научное применение данного диагностического инструмента. Предложенные методы могут быть интересны производителям ЭКГ-оборудования, научным сотрудникам и врачам-клиницистам.

Источник финансирования. Исследование выполнено при финансовой поддержке конкурса «Ректорские гранты» в рамках договора №17/19-НИР.

Литература

1. 2017 ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry / J.S. Steinberg, N. Varma, R. Piotrowicz, et al. // Heart Rhythm. – 2017. – V. 14 (7). – P. 96.

2. Kuzmin A. Device and software for mobile heart monitoring [Текст] / A. Kuzmin, M. Safronov, O. Bodin, M. Petrovsky, A. Sergeenkov // Proceedings of the 19th Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2016. – P. 121-127.

3. Состояние проводящей системы сердца при симптомной и бессимптомной изолированной мерцательной аритмии у женщин / Н.Е. Дятлов, Ф.К. Рахматуллов, А.М. Куряева, Л.Ф. Бурмистрова, Р.Ф. Рахматуллов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2015. – № 3 (15). – С. 137-143.

4. Third-degree inter-atrial block and supraventricular tachyarrhythmias / A. Bayés de Luna, J. Guindo, X. Viñolas, A. Martinez-Rubio, R. Oter, A. Bayés-Genís // Europace. – 1999. – V. 1. – P. 43-46.

М.Ю. Здорнов, А.Г. Храмов

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНИВАНИЯ ПРИЗНАКОВ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ШИЗОФРЕНИИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

(Самарский университет)

Решение задачи автоматического оценивания признаков цифровой электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в настоящее время, безусловно, актуально, так как способствует более точной оценке текущего физиологического состояния пациента и дает возможность адекватно устанавливать характер заболевания, проводить его диагностику, контролировать эффективность лечения, прогнозировать время и этапы восстановления.

Целью данной работы является обнаружение шизофрении у детей и подростков с помощью цифровой электроэнцефалограммы, используя метод корреляционной синхронности ЭЭГ.

Исходная запись ЭЭГ представляет собой временной ряд, состоящий из 16 каналов ($F_7, F_3, F_4, F_8, T_3, C_3, C_z, C_4, T_4, T_5, P_3, P_z, P_4, T_6, O_1, O_2$) на промежутке времени от 0 до 55 секунд, с шагом 0,005 секунд. Данные записи ЭЭГ взяты из научного центра психического здоровья РАМН [1], они были получены в лаборатории нейрофизиологии этого центра. Данный набор содержит записи 39 детей и подростков в возрасте от 8 до 15 лет с диагнозом шизофрения – основная группа, и 39 записей группы контроля, включающей учащихся различных школ, средний возраст которых аналогичен основной группе. Записи электроэнцефалограмм были сделаны в состоянии бодрствования с закрытыми глазами по системе 10-20% в 16 зонах коры головного мозга с частотой пропускания от 0,5 до 35 Гц и частотой дискретизации 200 Гц.

Перед применением метода анализа корреляционной синхронности требуется произвести предварительную обработку сигнала, которая заключается в следующих шагах:

1. Фурье-фильтрация ЭЭГ-сигнала в пяти частотных диапазонах: δ - 0,5 – 4 Гц, θ - 4 – 8 Гц, α - 8 – 13Гц, β_1 - 13 – 20 Гц , β_2 - 20 – 32 Гц;
2. Вычисление огибающей [2] от отфильтрованных ЭЭГ-сигналов, которая прямо отображает амплитудную модуляцию ЭЭГ – рисунок 1.
3. Оценка ЭЭГ-синхронизма по коэффициентам корреляции Пирсона [3] между огибающими в сравниваемых парах отведений.

Значимость коэффициентов корреляции оценивается по критерию Стьюдента с вычислением критического значения:

$$r_{кр} = \frac{T^2}{n-2+T^2}, \tag{1}$$

где $T = r_{xy}\sqrt{\frac{n-2}{1-r_{xy}^2}}$ - статистика Стьюдента с $n-2$ степенями свободы.

Если $r_{xy} < r_{кр}$, то коэффициент корреляции считается незначимым (не отличным от нуля).

После получения значений коэффициентов корреляции требуется сформировать признаки, для этого в каждой группе, в каждом частотном диапазоне вычислялись средние значения синхронности между одноименными отведениями (межполушарные различия) $F_3 - F_4$, $C_3 - C_4$, $P_3 - P_4$, $O_1 - O_2$, представленные на рисунке 2.

На ряду с межполушарными синхронностями были найдены региональные внутриполушарные различия. Для каждой группы испытуемых и каждого частотного диапазона были вычислены средние значения синхронности для шести регионов мозга: левого и правого лобного (F_L, F_R), левого и правого цен-

трального (C_L,C_R), левого и правого затылочного (O_L,O_R). Соответствующие результаты представлены на рисунке 3.

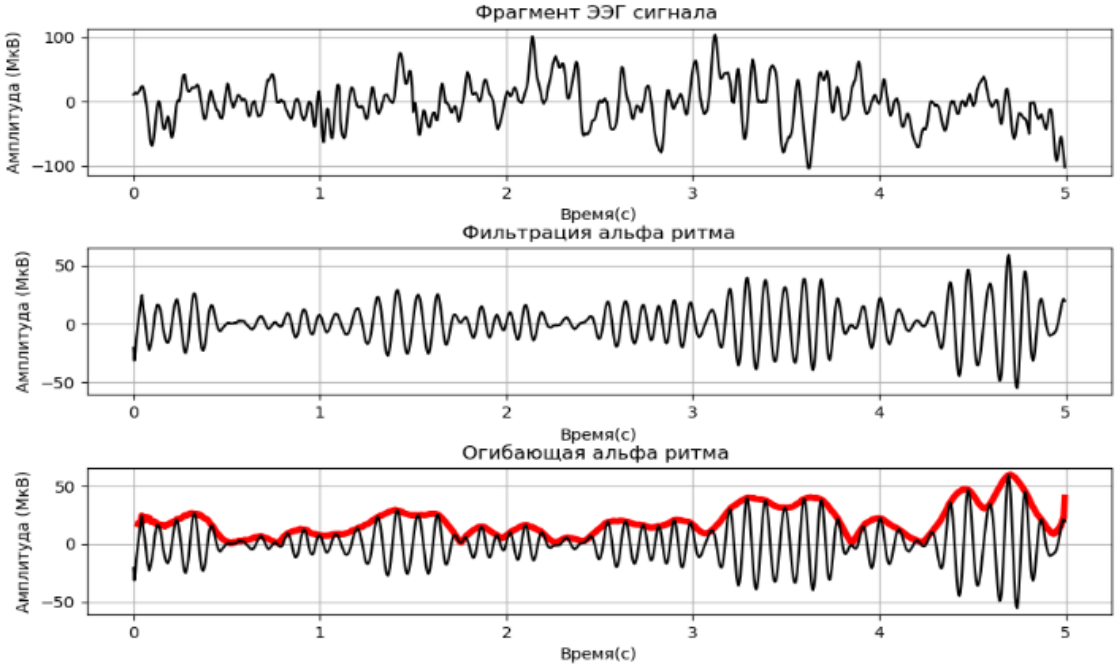


Рис.1. Графики канала ЭЭГ, фильтра в альфа диапазоне и огибающей отфильтрованного сигнала

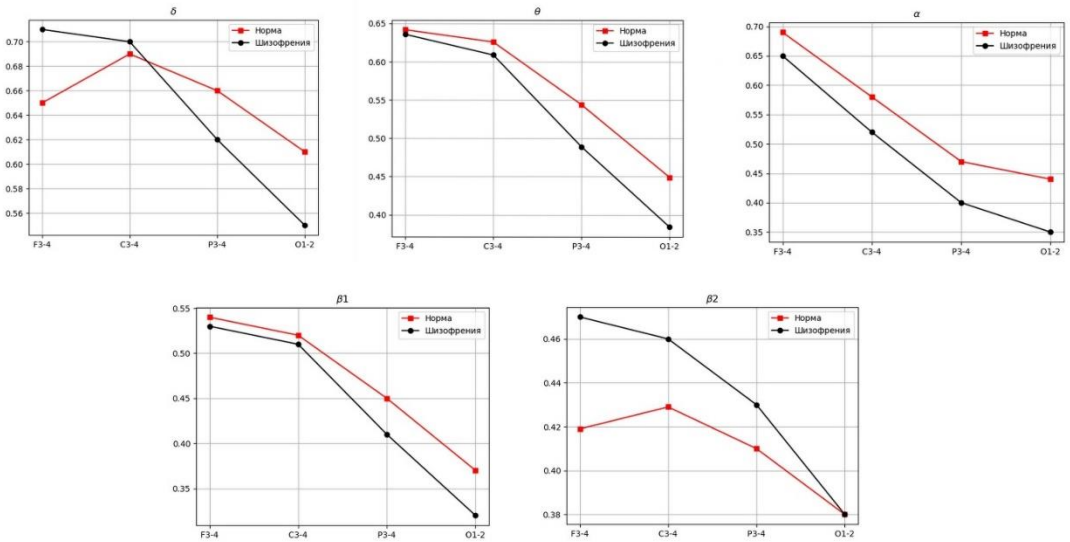


Рис. 2. Различия в межполушарной синхронности в пяти частотных диапазонах

Анализируя результаты, изображенные на рисунке 2, прежде всего следует отметить, что в большинстве случаев наблюдается более высокая межполушарная синхронность в группе контроля относительно группы больных шизофренией. Кроме того, наблюдается уменьшение синхронности в направлении центр, темя, затылок. Наиболее выраженное снижение синхронности в направлении лоб – центр для обеих групп наблюдается только в альфа диапазоне.

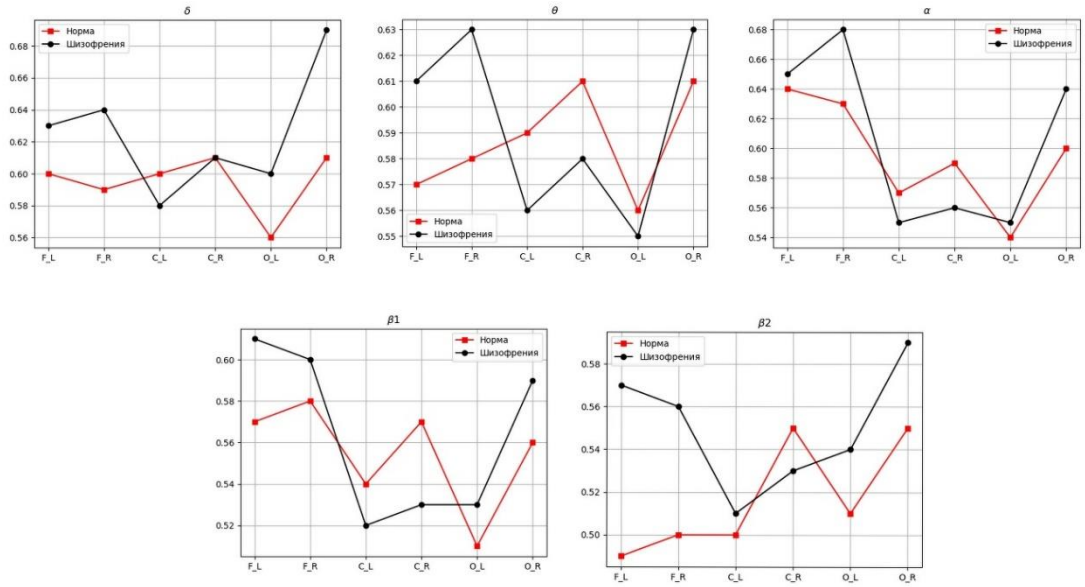


Рис. 3. Региональные внутриполушарные различия

На рисунке 3 видно, что в группе больных шизофренией наблюдается уменьшение синхронности в центральном регионе по сравнению с лобным и затылочным. Синхронность в группе контроля в центральном регионе оказалась выше по сравнению с группой больных шизофренией. Это совпадает с результатами работ [4,5,6]. Синхронность в группе больных шизофрений в лобном и затылочном регионе в большинстве случаев оказалась выше, чем в группе контроля.

Следующим шагом будет проведение классификации с помощью метода опорных векторов (SVM). Для этого из полученных выше значений межполушарных и внутриполушарных синхронностей были составлены матрица профилей синхронизма, где столбцы – корреляционные связи между отведениями, а строки – пациенты. Данные матрицы были составлены для пяти частотных диапазонов. Результаты классификации после прохождении кросс-валидации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты классификации

Диапазон	Идентификация шизофрении			Идентификация нормы		
	Верно	Ошибки	Чувствительность	Верно	Ошибки	Специфичность
Альфа	31	8	79%	31	8	79%
Бета1	32	7	82%	32	7	82%
Бета2	30	9	77%	30	9	77%
Тета	27	12	69%	27	12	69%
Дельта	33	6	85%	30	9	77%

В левой части таблицы 1 видно, что при использовании матрицы профилей синхронизма в дельта диапазоне удалось верно определить шизофрению у 33 пациентов из 39 (чувствительность 85%). Как видно из правой части таблицы 1, наилучший результат идентификации нормы дает использование бета1 диапазона (32 здоровых пациента из 39 были классифицированы правильно, специфичность 82%). Точность данного метода составила 78%.

Полученные результаты показывают, что предложенная методика может быть рекомендована к применению на практике для исследования психических заболеваний.

Литература

1 Кафедра Высшей нервной деятельности биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова [Электронный ресурс] /URL: http://www.neurobiology.ru/doc/index.php?ID=83 (дата обращения: 15.11.2018).

2 Кулаичев, А.П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика. Учебное пособие для классического университетского образования. М.: ФОРУМ–ИНФРА-М, 2007. 640 с.

3 Коэффициент корреляции Пирсона[Электронный ресурс] // URL: http://machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Коэффициент_корреляции_Пирсона (дата обращения: 08.12.2018).

4 Norman, R.M. EEG coherence and syndromes in schizophrenia / R.M. Norman, A.K. Malla, P.C. Williamson, L. Helmes. – Br. J. Psychiatry. – 1997. – P. 411-415.

5 Tauscher, J. Low frontal electroencephalographic coherence in neuroleptic-free schizophrenic patients / J. Tauscher, P. Fischer, A. Neumeister, P. Rappelsberger, S. Kasper/ Biol. Psychiatry. –1998. – P. 438-447.

6 Кулаичев, А.П. Различия показателей синхронности биоэлектрической активности на ЭЭГ у здоровых и больных шизофренией детей и подростков /А.П. Кулаичев, Н.Л. Горбачевская, А.В.Горюнов.– М.: Московский психолого – педагогический университет, 2012. – 60 с.

Э.С. Константинов

ОЦЕНКА АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПУТЕМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

В настоящее время проведено достаточно много исследований, основанных на косвенном измерении артериального давления. Артериальное давление (АД) является одним из показателей жизнедеятельности, используемых в качестве показателя состояния здоровья человека. Состояние АД выше нормальных значений называется гипертонией [1]. Непрерывный мониторинг повышенного

давления может улучшить контроль артериальной гипертензии. В обычной среде это может сыграть особую роль и предоставить нужную информацию об изменении артериального давления в течение некоторого времени, чем в амбулаторных условиях, обеспечивая наилучшее лечение заболеваний как для врача, так и для пациента.

В данной работе рассматривается метод оценки АД человека путем распространения пульсовой волны. Время, за которое проходит артериальный пульс, можно назвать простым диагностическим средством. Но тем не менее необходимо показание электрокардиограммы (ЭКГ) и фотоплетизмограммы для измерения. Предметом этого анализа является вариация скорости прохождения импульса. Такой подход имеет большие перспективы в обеспечении поддержки непрерывного артериального давления без использования манжет. Измерение времени распространения пульсовой волны включает фотоплетизмографическую клипсу на пальце, поскольку именно там ЭКГ более доступна. Время распространения импульса – это формы временной задержки ЭКГ R пика и периферической пульсовой волны.

В период одного из состояний сердечной мышцы при сердцебиении, а именно сокращение левого и правого желудочков и выброс крови в аорту из левого желудочка и в лёгочный ствол из правого желудочка, давление в артерии быстро возрастает и нарушает диаметр артерии. Эта искаженная пульсовая волна распространяется по артериальной системе к периферии и имеет осевую скорость, определяемую уравнением Моенса-Кортевега [2]. Когда сердце сокращается, кровь из левого желудочка выталкивается в артериальную систему со скоростью кровотока $U(t)$. И можно предположить, что входное комплексное электрическое сопротивление R является постоянным. Тогда артериальное давление будет равно: $p(t) = R * U(t)$.

Скорость кровотока определим уравнением: $U(t) = \frac{q_0}{\tau^2} e^{\frac{-\tau^2}{2T^2}}$, $0 \le t \le T$, где q_0 – сердечный выброс, τ – время достижения максимального сердечного выброса, T – период сердечного цикла (период сокращения сердца).

Электрическая аналоговая модель артериальной системы определяет связь между кровотоком $U(t)$ в качестве входных данных артериальной системы и АД $p(t)$, которые действуют на артериальную стенку. В ней используются ток крови, представленная в виде электрического, артериальное давление в качестве напряжения, R_1 – сопротивление артериального клапана (системное сосудистое сопротивление), R_2 – периферическое сосудистое сопротивление, C_1 - системная сосудистая совместимость, C_2 – податливость периферических сосудов, L – инертность кровотока.

Для оценки результатов создана экспериментальная система. Она состоит из фотоплетизмографического зажима (ФЗ), одноканального электрокардиографа, АЦП и программного обеспечения для сбора данных. ФЗ имеет источник света и фотоприемник. Световая энергия распространяется через ткани и кровеносные сосуды. Наибольшее количество света поглощается тканями и остается частично отраженным от стенки артерии и попадает в

фотодетектор. Изменение фототока в базовой линии пропорционально поглощению света тканями, а переменный фототок малой амплитуды пропорционален внутреннему диаметру артерии. Значительные значения скорость начального повышения могут быть объяснены свойством артериальной стенки, которое приводит к быстрому изменению артериальной пульсовой волны в начальной части периода систолы при небольшом изменении давления [3].

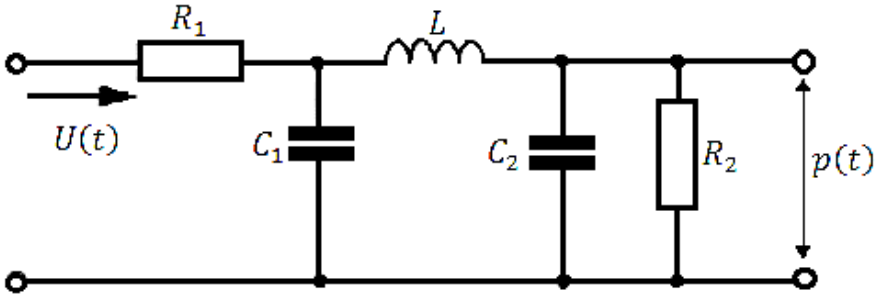


Рис. 1. Электрическая аналоговая модель артериальной системы

Таким образом, из результатов моделирования и экспериментальных исследований можно сказать, что время прохождения импульса для данной оценки более подходят для носимых устройств.

Литература

1. Bernini G, Moretti A, Orlandini C, Berti P. Plasma and urine aldosterone to plasma renin activity ratio in the diagnosis of primary aldosteronism. // J Hypertens. – 2008. – №5. – pp. 981-987.
2. Артериальная гипертония, нарушения липидного обмена и атеросклероз. В.В. Кухарчук. В «Руководство по артериальной гипертонии» / Под ред. Е.И. Чазова, И.Е. Чазовой. – М.: Медиа Медика, 2005. – С. 289-299.
3. Остроумова О.Д., Дубинская Р.Э. Дисфункция эндотелия при сердечно-сосудистых заболеваниях // XIII Европейской конференции по артериальной гипертензии. Кардиология. – 2005. – С. 59-62.

Э.С. Константинов, З.М. Гизатуллин

РАСПОЗНАВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

В настоящее время нейронная сеть широко применяется во многих областях. Она включает в себя процессы классификации, обнаружения, прогнозирования, диагностики и многие другие. Распознавание пиков сигналов электрокардиограммы (ЭКГ) важно для анализа болезни сердца. На данный момент

кардиолог или врачи идентифицируют распознавания, основанные на их знаниях и опыте. Некоторые сигналы ЭКГ легко можно распознать, глядя на форму сигнала, но есть также некоторые, которые очень трудно определить [1]. Это ручная работа выполняется определенно трудоемким и не эффективным способом. Она может содержать неточность и небольшие ошибки. Кроме того, это может быть утомительным способом при анализе очень низкой частоты ЭКГ сигналы.

Отсюда возникает идея, которая может быть полезна кардиологам для распознавания элементов электрокардиограммы с использованием подхода, которая является нейронной сетью. Нейронная сеть (НС) имеет возможность запомнить шаблон и напрямую дать эффективный результат соответственно. Использование метода нейронной сети поможет в экономии времени, в сокращении потребностей человеческих усилий [2, 3].

Потребности в технологиях и использовании компьютерного анализа побуждают исследователей, специалистов, инженеров и других объединять свои усилия для реализации средств прогнозирования и диагностики. Всё это объясняется как более простой и быстрый анализ, отсутствие технического обслуживания, высокая эффективность, а также низкая стоимость. К анализу сигналов ЭКГ (с выделением на распознавание элементов, поскольку они предоставляют информацию врачам в отношении диагностики сердца) выбран метод нейронной сети. Правильное определение указывает на состояние сердца, а также отражает его функциональность.

Роль сердца будет играть синоатриальный узел, который будет возбуждать удары, которые заставят сокращаться сердечным мышцам. Сокращение сердечных мышц является как электрическая активность сердца, называемая ЭКГ сигналом. На основании записи ЭКГ можно определить состояние сердца независимо от того, имеет ли какие-либо нарушения сердечного ритма или нет.

Как известно, сердечная мышца обладает свойством деполяризации и реполяризации. Деполяризация относится к активности электрического потенциала, возбуждаемой сердечными мышцами, а реполяризация – это состояние расслабления, когда сердце возвращается в исходное положение. *P* – волна, вызванная деполяризацией предсердий, комплекс *QRS* представляет деполяризацию желудочков, а зубец *T* – реполяризацию желудочков. Отклонения от норм, произошедшие в соответствующем сегменте волн, дадут идеи врачам и кардиологам. На рис. 1 показана соответствующая часть сердечной функции по отношению к полученному сигналу ЭКГ [3].

Нейронная сеть состоит из крупных обрабатывающих элементов, называемых нейронами, которые работают вместе для выполнения определенных задач. Как и в человеческом мозге, существуют тысячи дендритов, которые содержат информационные сигналы. Они передают сигналы аксону в виде электрических шипов. Аксон затем посылает сигналы другим дендритам, вызывающим синапс. Синапс возникает, когда возбуждающий входной сигнал достаточно велик, чем запрещающий входной сигнал, и эта концепция передачи сигнала также отображает, как обрабатываются входные сигналы нейронной сети.

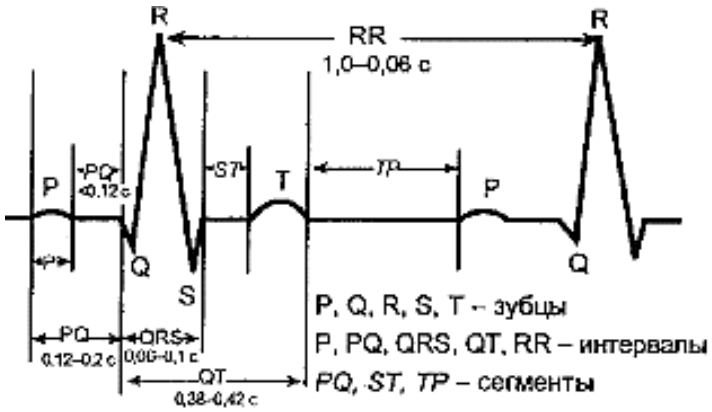


Рис. 1. ЭКГ сигнал на основе функции сердца

В нейронной сети дендриты, несущие сигналы, могут быть аналогичны множеству входов, собранных вместе для суммирования. Объединенные входы активированы с функцией активации. Входы, которые превышают пороговое значение, передаются в выходной слой для окончательной обработки. На этапе обработки входных данных обучает для получения желаемых целевых выходных данных, пока они не дойдут до этапа синтеза. Синтез означает, что сеть в состоянии распознавать входные данные и соответствующие нормы после прохождения данного обучения.

Нейронная сеть состоит из нескольких архитектур, от простой структуры до сложных. Одноуровневые сети с прямой связью – эта самая простая форма сетевой архитектуры с выводом только одного слоя без какого-либо скрытого слоя. Входной слой исходных узлов будет напрямую проецироваться на выходной слой нейронов или вычислительных узлов, только одним способом, но не наоборот. Один слой относится к выходному слою, который является просто одним выходом и не считается входным слоем исходных узлов, так как там не выполняются никакие вычисления.

Многослойные сети прямой связи отличаются от указанного выше, так как имеют один или несколько скрытых слоев. Вычисление также происходит в этих скрытых узлах. Скрытые узлы также используются для вмешательства между внешним входом и выходом сети в зависимости от способа работы сети.

Рекуррентная нейронная сеть имеет как минимум одну петлю обратной связи. Он может состоять из одного слоя нейронов, каждый из которых подает свой выход обратно ко всем входным нейронам. Циклы обратной связи увеличивают способность сети к обучению и ее производительность. Кроме того, эти петли обратной связи также связаны с единичными элементами задержки, которые приводят к нелинейному динамическому поведению, когда нейронная сеть содержит нелинейные единицы.

Особенности извлечения сигналов ЭКГ необходимы для анализа с использованием нейронной сети. На самом деле, сотни входных функций могут быть извлечены. Если принять во внимание все функции, то предоставленная распознавательная информация не будет иметь значения для сети. Прежде всего рассматривается несколько типов сигналов ЭКГ, в которых содержится ком-

плекс *PQRST*, полученных от здоровых и нездоровых пациентов. Первый сегмент – это сигнал *P*, второй – сигнал *QRS*, а последний – сигнал *T*. Эти три сигнала *P, QRS* и *T* должны быть распознаны нейронными сетями. Максимальная амплитуда обнаруживается по самому высокому пику сигнала. Как только форма сигнала *QRS* правильно определена системой нейронной сети, будет известно, что самый высокий пик должен быть *R,* до является Q, а после *R* должен быть *S*.

Распознавание образов нейронной сети является подходящим программным обеспечением классифицировать определенные отклонения в соответствующую выходную норму. Можно сделать вывод, что распознавание элементов ЭКГ можно определить, обучив нейронную сеть. . Аналогично НС могут использоваться и для других задач, например, автоматический анализ качества электроэнергии в сети или информативных электромагнитных излучений от электронных средств [4, 5].

Литература

1. Попов В.В., Фрицше Л.Н. Вариабельность сердечного ритма: возможности применения в физиологии и клинической медицине // Український медичний часопис. – 2006. – №2. – С. 24-31.

2. Васенков Д.В. Методы обучения искусственных нейронных сетей // Компьютерные инструменты в образовании. – 2007. – №1. - и С. 20-29.

3. Григорьев Д.С., Спицын В.Т. Применение нейронной сети и дискретного вейвлет-преобразования для анализа и классификации электрокардиограмм // Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – №5. – С. 57-61.

4. 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.

5. 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.

А.В. Мачтаков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОРРЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ С ИНВАЛИДАМИ ПО СЛУХУ НА ОСНОВЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева)

В докладе рассматривается разработка веб-сервиса, реализующего панель администратора для работы с слабослышащими людьми. Система написана на языке PHP с использованием JavaScript, HTML, CSS и реализована в виде вебсайта для комфортной работы администратора с приложением Bekar. Bekar это

приложение, для обучения слабослышащих людей, которое искажает звук видео или аудио урока с учебным материалом с учетом уровня слуха.

Предложенная архитектура разрабатываемого веб-сервиса представлена на рисунке 1. Приложение имеет клиент-серверную архитектуру.

Системная архитектура состоит из 3 уровней:

- Сервер базы данных
- Сервер приложения
- Клиентская часть

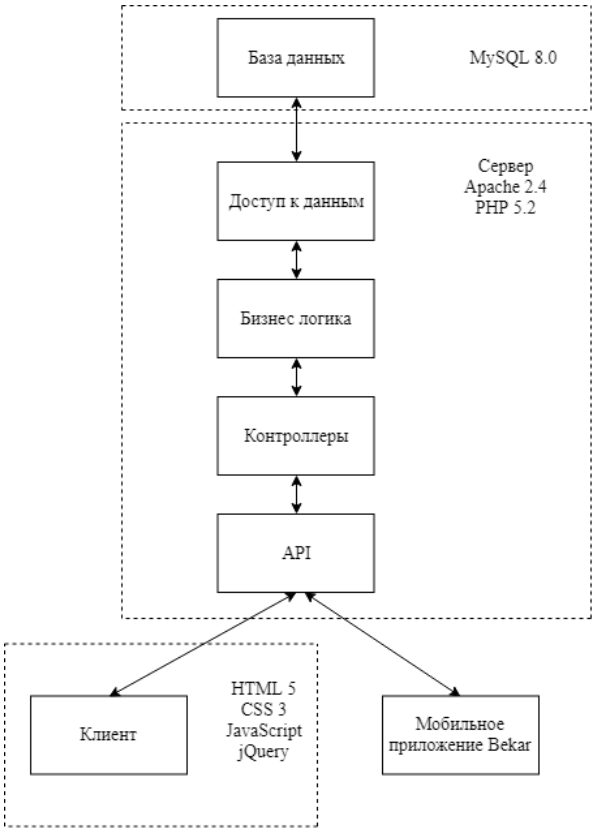


Рис. 1

Клиентская часть состоит из web – страниц, написанных с использованием технологий HTML 5, CSS 3, JavaScript и с использованием библиотеки jQuery.

Сервер приложения – приложение, обрабатывающее запросы, реализующее бизнес логику и защищающие данные от несанкционированного доступа. Сервер приложения развернут на базе Apache 2.4, с установленным модулем PHP 5.2. и доступен по адресу в сети Интернет http://bekar.kai.ru .

Сервер базы данных – среда хранения всех данных системы и пользователей. В качестве СУБД используется MySQL 8.0

Функциональная структура системы состоит из 4 частей (см. рис. 2):

- Библиотека материалов
- Уроки
- Аккаунты
- Школы



Рис. 2. Функциональная структура

Модуль «Библиотека материалов» состоит из 3 основных компонентов (см. рис. 3):

- Темы – набор записей, сортируемый по смыслу
- Содержание темы – набор записей (обучающий материал), запись представляет собой емкий видеоматериал
- Просмотр записи – видео плеер для удобной работы с видеоматериалами

Данный модуль имеет функционал:

- Добавление темы / записи
- Удаления темы / записи
- Редактирование темы / записи
- Воспроизведение видеоматериала

В зависимости от роли пользователя, функционал модуля ограничивается.

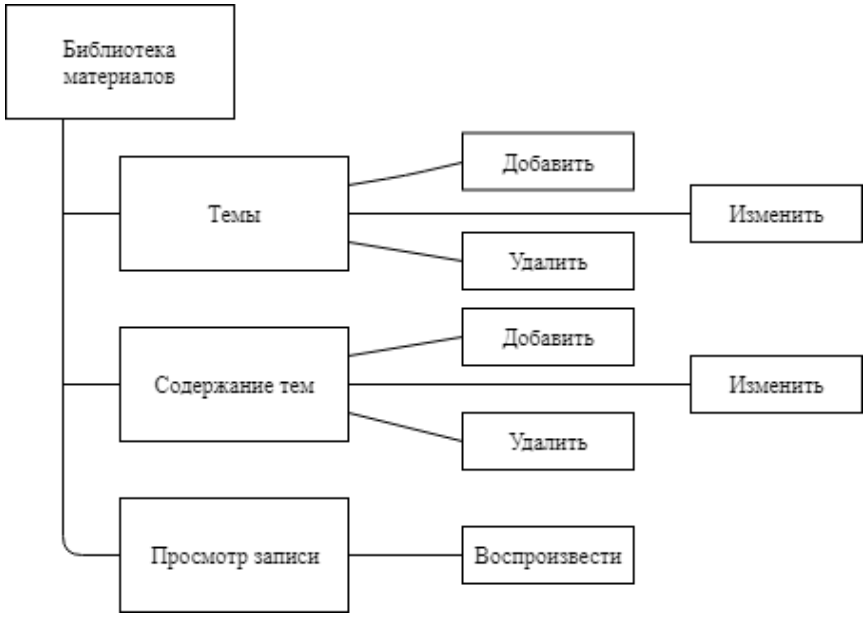


Рис. 3. Модуль «Библиотека материалов»

Модуль «Уроки» состоит из 2 основных компонентов (см. рис. 4):

- Панель выбора урока – выбор школы, даты и урока
- Форма создания / редактирования урока

Модуль «Уроки» имеет функционал:

- Выбор школы
- Выбор даты
- Выбор урока
- Создание урока
- Редактирование урока
- Удаление урока

В зависимости от роли, функционал модуля ограничивается.

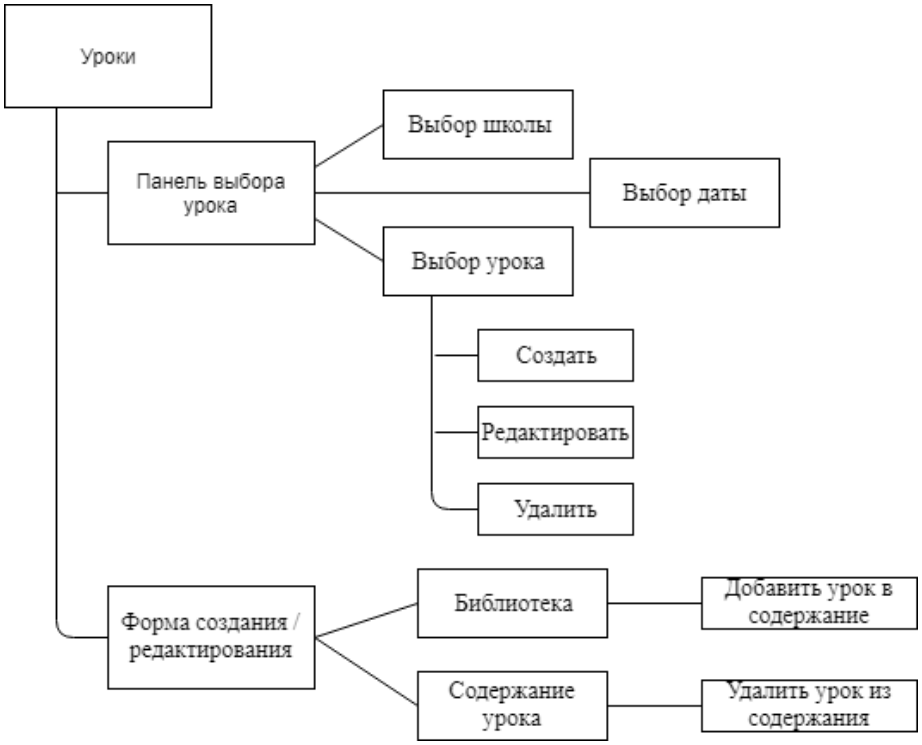


Рис. 4. Модуль «Уроки»

Модуль «Аккаунты» состоит из двух основных компонентов (см. рис. 5):

- Форма создания аккаунта
- Таблица аккаунтов – таблица пользователей сайта

Модуль «Аккаунты» имеет функционал:

- Просмотр аккаунта
- Создание аккаунта
- Редактирование аккаунта
- Удаление аккаунта
- Выбор школы
- Просмотр аудиограммы
- Редактирование аудиограммы

В зависимости от роли пользователя функционал ограничивается.

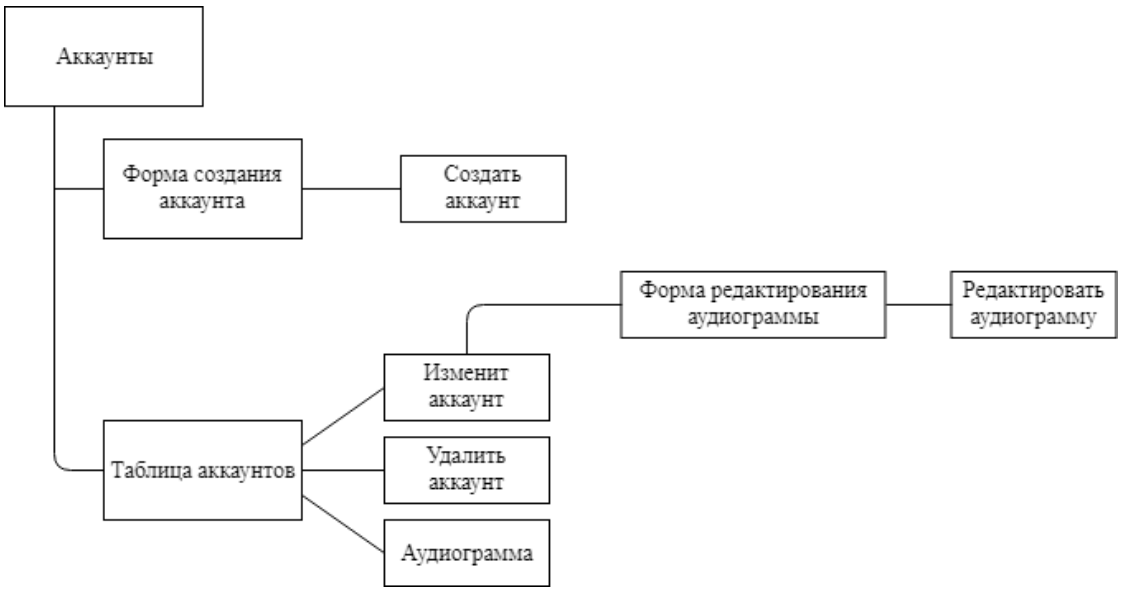


Рис. 5. Модуль «Аккаунты»

Модуль «Школы» состоит из двух основных компонентов (см. рис. 6)

- Форма создания школы
- Таблица школ – таблица школ, пользующихся сайтом.

Модуль «Школы» имеет функционал:

- Просмотр информации о школе
- Редактирование школы
- Удаление школы
- Создание школы

Доступ к модулю ограничен в зависимости от роли пользователя

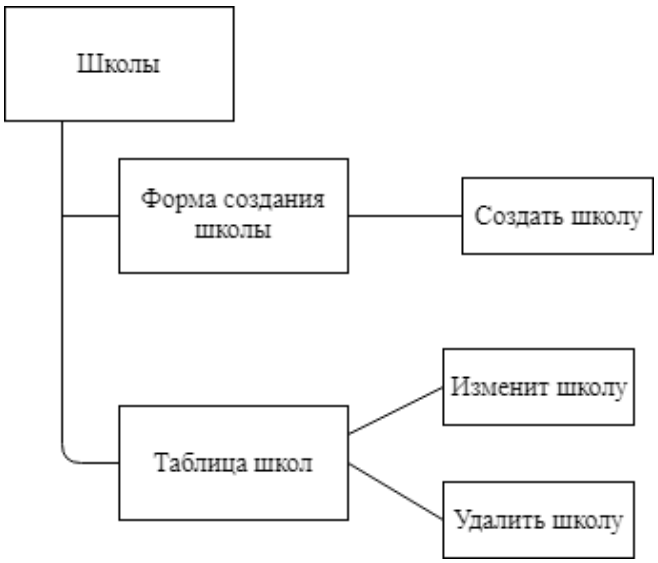


Рис. 6. Модуль «Школы»

Литература

1. Р. Никсон «Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, Javascript и CSS» 3-е изд. (2016)
2. Девид Скляр «Изучаем PHP 7. Руководство по созданию интерактивных веб-сайтов» (2017)
3. Дэвид Флэнаган «JavaScript. Подробное руководство» (2013)

Т.А. Пашина, А.В. Гайдель

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ИНТЕРЕСА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ЛЁГКИХ

(Самарский университет, ИСОИ РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН)

Выделение области интереса является довольно актуальной задачей. В настоящее время медицинским работникам приходится вручную выделять область интереса, что занимает много времени. Именно поэтому сегментация лёгких, да и других объектов, является важной технологией на аппаратах компьютерной диагностики.

В настоящее время написано достаточное количество работ, касающихся сегментации. Например, в [1] был разработан метод автоматического выделения области интереса на изображениях компьютерной томографии лёгких, при которой лучше всего работает классификация изображений, а в [2,3] представлены алгоритмы автоматической сегментации долей лёгкого. В [3] был достигнут результат точности сегментации в районе 74-80%

Целью данной работы является исследование эффективности обнаружения легких на компьютерной томографии с помощью метода Оцу. Основными задачами являются: подготовка изображений компьютерной томографии, выделение области интереса с помощью метода Оцу, устранение посторонних частей на изображении и исследование эффективности алгоритма. Предметом исследования являются 143 изображения компьютерной томографии лёгких, полученных в Клиниках СамГМУ.

Перед тем как приступить к выделению области интереса, следует подготовить изображения компьютерной томографии. Первым делом нужно стандартизировать изображение с помощью формулы (1) [4], чтобы избежать возможные поэлементные искажения, например, засветление снимка.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}, \qquad (1)$$

где μ – математическое ожидание, σ – дисперсия, x – случайная величина, z – стандартизированная величина.

Затем для каждого изображения компьютерной томографии легких вручную специалистом были созданы маски для сравнения полученного результата с ожидаемым – рисунок 1.

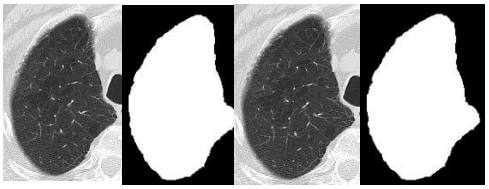


Рис. 1. Исходные изображения и их маски

Для выделения области интереса используется пороговая обработка. Исходя из гистограммы изображения лёгкого, выбирается такой порог t, что каждый пиксель изображения $x(i_1,i_2)$ преобразовывается в $y(i_1,i_2)$ по правилу [5]:

$$y(i_1,i_2)=\begin{cases} y_0, при\ x(i_1,i_2)\le t, \\ y_1, при\ x(i_1,i_2)>t. \end{cases} \quad (2)$$

По формуле (2), если пиксель изображения меньше порога, то данный пиксель принадлежит фону - y_0, а если больше порога, то лёгкому - y_1.

Чтобы определить нужное значение порога для каждого изображения, используется метод Оцу. Имеется два класса – объект и фон. Суть данного метода заключается в том, чтобы минимизировать внутриклассовую дисперсию $\sigma_\omega^2(t)$ [6]. А именно, следует минимизировать формулу (3).

$$\sigma_\omega^2(t)=q_1(t)\sigma_1^2(t)+q_2(t)\sigma_2^2(t), \quad (3)$$

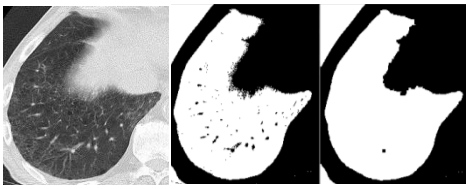
$$q_1(t)=\sum_{i=1}^{t}P(i);\ \ q_2(t)=\sum_{i=t+1}^{I}P(i);\ \ P(i)=\frac{n_i}{N};$$

где $$\mu_1(t)=\sum_{i=1}^{t}\frac{iP(i)}{q_1(t)};\ \ \mu_2(t)=\sum_{i=t+1}^{I}\frac{iP(i)}{q_2(t)};$$

$$\sigma_1^2(t)=\sum_{i=1}^{t}[i-\mu_1(t)]^2\frac{P(i)}{q_1(t)};\ \ \sigma_2^2(t)=\sum_{i=t+1}^{I}[i-\mu_2(t)]^2\frac{P(i)}{q_1(t)};$$

n_i - число пикселей с яркостью i, N -общее число пикселей, I - максимальное значение яркости.

Сегментация легких является сложной задачей ввиду наличия объектов, сложных для выявления на изображении. К таким объектам относятся неоднородности в области легких и легочные структуры с одинаковыми плотностями (артерии, вены, бронхи и бронхиолы) [7]. После нахождения порога и применения пороговой обработки, получается неоднородная маска с дырками и лишними частями на ней, не являющимися лёгкими – рисунок 2.



а) б) в)

Рис. 2. а) Исходное изображение б) маска, полученная с помощью пороговой обработки в) маска после операций математической морфологии

Можно заметить, что края маски не гладкие, а лёгкое не является односвязным. Для того чтобы исправить это, были использованы операции математической морфологии (сначала операция закрытия, а затем открытия маской в виде матрицы единиц 4x4), но как можно заметить на рисунке 2, операции математической морфологии не всегда могут заделать дыры в лёгком и не помогут избавится от лишних частей, не относящихся к лёгкому.

Чтобы избавиться от лишних частей, были использованы контуры. Первым делом находятся все внешние контуры, которые присутствуют на изображении. Затем среди них находится самый большой контур и внутри него все закрашивается в цвет лёгкого-белый. Все остальные контуры закрашиваются в цвет фона – черный. Таким образом, мы получаем конечную маску. Результат работы данного алгоритма представлен на рисунке 3.

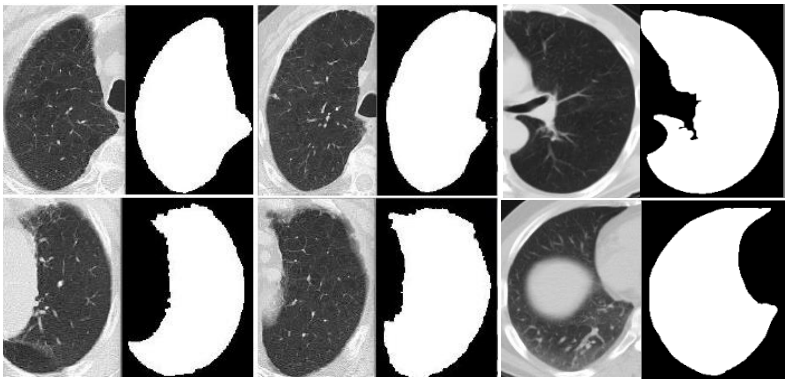


Рис. 3. Исходные изображения и полученные для них маски

Для исследования эффективности данного алгоритма были рассчитаны такие показатели как достоверность сегментации a (4), чувствительность b (5) и специфичность c (6) [8].

$$a = \frac{количество\ правильно\ определённых\ пикселей}{общее\ количество\ пикселей\ изображения}; \quad (4)$$

$$b = \frac{кол-во\ верно\ найденных\ пикселей\ легкого}{кол-во\ пикселей\ легкого\ в\ маске}; \quad (5)$$

$$c = \frac{кол-во\ верно\ найденных\ пикселей\ фона}{кол-во\ пикселей\ фона\ в\ маске}; \quad (6)$$

Средняя достоверность сегментации составила 96%, средняя чувствительность – 94% и средняя специфичность- 99,5%. Исходя из фрагмента таблицы 1, худшее значение достоверности сегментации в данной выборки изображений составило 86,8%, а лучшее – 97,9%.

Таким образом, можно отметить, что пороговая обработка является эффективным способом выделения области интереса на изображениях компьютерной томографии.

Таблица 1 – Достоверность сегментации

№	Верных пикселей	Всего пикселей	Достоверность сегментации
1	30734	32046	95,9%
5	51392	52734	97,4%
9	21616	22331	96,7%
30	63220	64630	97,8%
87	6549	7540	86,8%
104	56199	57405	97,9%

Литература

1 Gaidel, A. Method of automatic ROI selection on lung CT images / A. Gaidel // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 201. – P. 258-264

2 Bianca Lassen, Eva M. van Rikxoort, Michael Schmidt, Sjoerd Kerkstra, Bram van Ginneken, Jan-Martin Kuhnigk. Automatic Segmentation of the Pulmonary Lobes From Chest CT Scans Based on Fissures, Vessels, and Bronchi. IEEE Trans. Med. Imaging 32(2): 210-222 (2013)

3 Van Rikxoort E.M., De Hoop B., Van De Vorst S.et al. Automatic segmentation of pulmonary segments from volumetric chest CT scans. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2009, vol. 28, no. 4, pp. 621–630

4 Kreyszig, E. (1979). Advanced Engineering Mathematics (Fourth ed.). Wiley. p. 880, eq. 5. ISBN 0-471-02140-7.

5 Грузман, И.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах [Текст]: Учебное пособие/ И.С. Грузман, В.С. Киричук, В.П. Косых, Г.И. Перетягин, А.А. Спектор. – Новосибисрк: Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с.

6 Otsu, N. A threshold selection method from gray-level histograms //IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 1979. – Т. 9 (1). – P. 62-66.

7 Митрюшина, Н.Н. Компьютерная диагностика рака легкого: обзор методов сегментации легких на изображении [Текст]/ Н.Н. Митрюшина, Ю.С. Белов // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2015. – С. 1-9.

8 Альбом, Андрерс Введение в современную эпидемиологию [Текст]: учебное пособие/ Андрерс Альбом, Стефан Норрел, Мати Раху; пер. с англ. И. Боня. — Таллин: Ин-т эксперим. и клин. медицины (Эстония), Дат. противорак. о-во. - Таллин: [б. и.], 1996. - 122 с.

К.Д. Рябов

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНТРОПИИ ГРАФА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ВИДИМОСТИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ АЛКОГОЛИЗМА ПО СИГНАЛАМ ЭЭГ

(Самарский университет)

Алкогольная зависимость это многофакторное расстройство, вызванное сложным взаимодействием генетических и внешних факторов. Для некоторых нейрокогнитивных нарушений, вызывающих изменения в различных регионах мозга и нервных соединениях, была обнаружена связь с хроническим алкоголизмом, а также с предрасположенностью к развитию алкоголизма [1,2,3]. Надёжный способ диагностики алкогольной зависимости может позволить уменьшить экономические и социальные проблемы. ЭЭГ – это эффективный инструмент изучения мозговой активности, позволяющий регистрировать сложные активности мозга как электрические сигналы. ЭЭГ может быть применена для отличия пациентов с алкогольной зависимостью от здоровых пациентов по характеристикам сигналов ЭЭГ, что позволяет выполнять диагностику алкоголизма. Несколько нейробиологических и психофизиологических подходов и методов анализа были применены для исследования природы этих нейрокогнитивных нарушений, связанных с алкоголизмом.

В работе Zhu et al. [2] были исследованы сигналы испытуемых с алкогольной зависимостью с применением энтропии графа горизонтальной видимости (ЭГГВ). В работе было показано, что сигналы испытуемых с алкогольной зависимостью значительно отличаются от сигналов здоровых испытуемых по данному признаку. В работе Zhu et al. [2] были получены значения точности классификации порядка 80% для одного канала и 95% для набора каналов. Эксперименты проводились на наборе записей ЭЭГ, доступном на сайте Калифорнийского Университета UCI Machine Learning Repository [4]. Однако исследование проводилось на сокращённом наборе данных, включающем записи 16 испытуемых. В данной работе были исследовано применение ЭГГВ для классификации записей ЭЭГ по двум классам (наличие/отсутствие алкогольной зависимости) на сокращённом наборе данных и на полном наборе, включающем записи 122 испытуемых.

Граф горизонтальной видимости как способ постановки в соответствие графа для дискретного сигнала был предложен в работе Luque et al. [5]. Граф горизонтальной видимости (ГГВ) – это граф $\mathrm{G(V,E)}$, построенный на основе дискретного временного сигнала $\{x_j\}_{j=1,..,n}$ с помощью алгоритма горизонтальной видимости. Каждому отсчёту сигнала x_j ставится в соответствие вершина графа $v_\mathrm{j} \in V$. Отношение между любыми двумя отсчётами x_i и x_j, где $i < j$, представляется в виде ребра e_{ij}. Две вершины соединены ребром тогда и только тогда, когда между соответствующими отсчётами нет отсчёта x_k, со значением, равным или превышающим x_i или x_j. Последовательность степеней является

одной из базовых характеристик графа. Степень вершины $d(v_j)$ это число рёбер, выходящих из этой вершины. Энтропия графа вычисляется как энтропия Шеннона для распределения степеней графа. Распределение степеней $p(k)$ это вероятность степени k в последовательности степеней d графа G: $p(k) = P\{d(v_j) = k; v_j \in V\}$. Значение $p(k)$ вычисляется по формуле $p(k) = \frac{m}{n}$, где m – это число вершин со степенью k, а n – размер последовательности степеней d.

В данной работе были вычислены значения ЭГТВ для 60 каналов каждой записи ЭЭГ из малого набора данных.

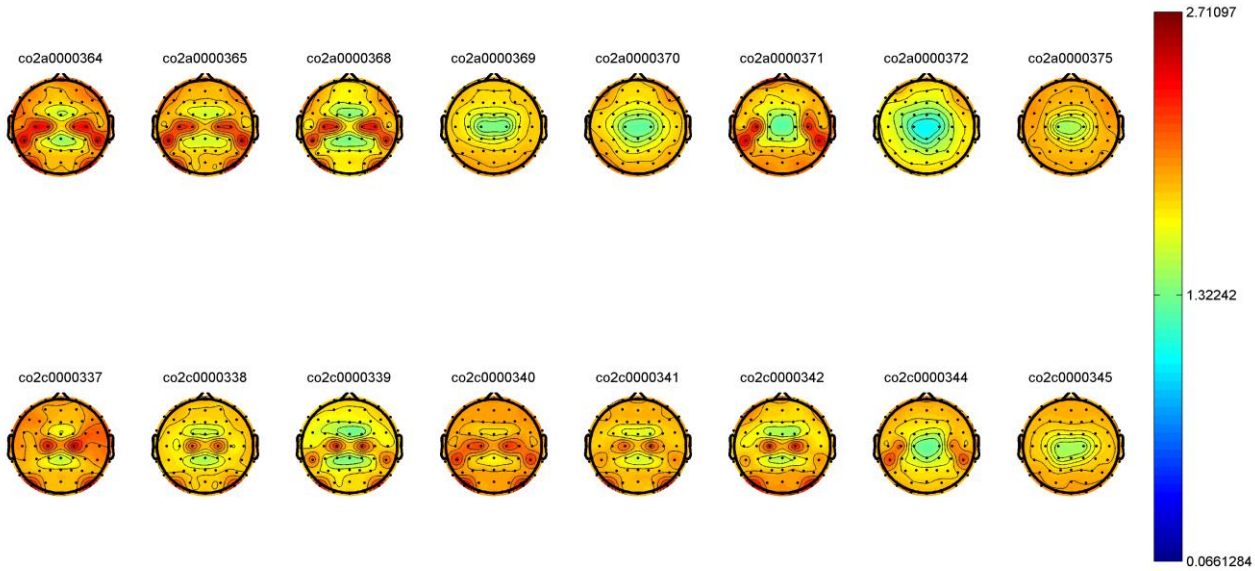


Рисунок 1 – Усреднённые по испытаниям значения ЭГТВ для испытуемых из малого набора

На рисунке 1 в верхнем ряду представлены испытуемые из алкогольной группы, в нижнем ряду испытуемые из контрольной группы. Можно увидеть, что сигналы разных испытуемых различаются между собой, однако различия между группами испытуемых не очевидны.

Для классификации ЭЭГ записей по вычисленным признакам в работе использовались классификаторы на основе метода опорных векторов, а также классификатор на основе метода k ближайших соседей. В статье [2] для классификации записей ЭЭГ использовались два классификатора: метод ближайших соседей (k-NN) и метод опорных векторов с радиальной базисной функцией (SVM RBF). В статье [2] приведены полученные экспериментально значения точности классификации для одного канала (CP6) и для наборов из трёх и 13 каналов. В данной работе были проведены эксперименты для этих наборов каналов и тех же классификаторов. В таблице 1 приведены значения точности из статьи [2] и полученные экспериментально с применением кросс-валидации со случайным разбиением на малом наборе данных.

Таблица 1 – Сравнение значений точности классификации

Каналы	k-NN		SVM RBF	
	Zhu et al.	Получено в работе	Zhu et al.	Получено в работе
CP6	77,2%	80,0%	79,1%	80,7%
C1, C3, FC5	86,5%	91,0%	85,5%	90,1%
13 каналов	94,5%	97,0%	96,2%	95.3%

Как видно из таблицы 1, разница в точности достигает 4,5% и может быть объяснена различными параметрами классификаторов. Тем не менее, полученные значения точности классификации согласуются с результатами, приведёнными в статье [2].

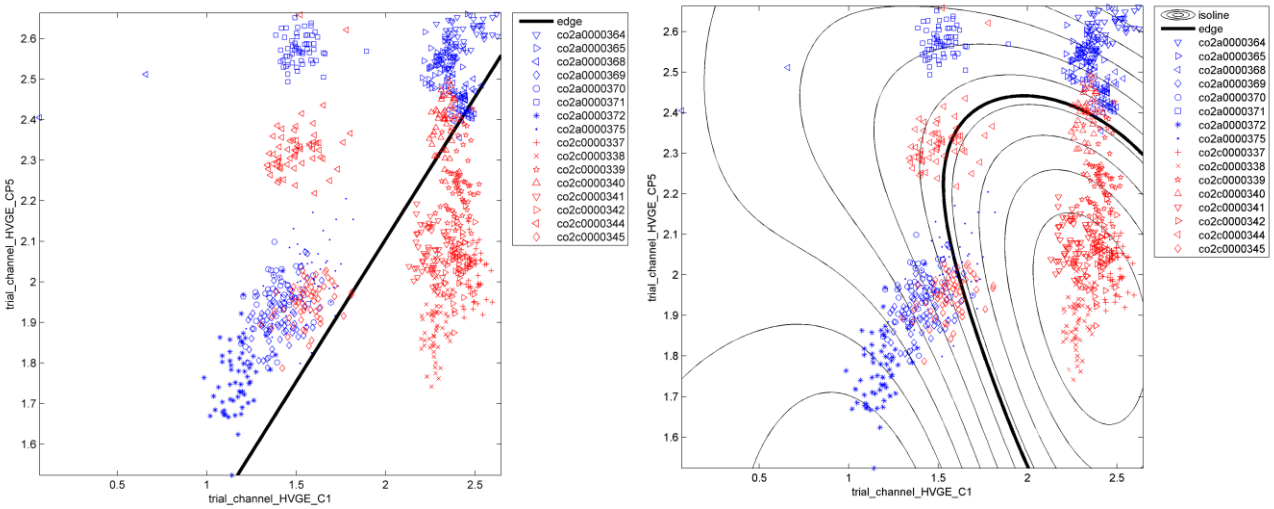


Рисунок 2 – Распределение значений ЭГГВ испытаний для пары каналов C1 и CP6 на малом наборе данных. На графиках приведены разделяющие поверхности, построенные методом опорных векторов с линейным ядром (слева) и с радиальной базисной функцией (справа)

По графикам на рисунке 2 видно, что для данной пары каналов значения ЭГГВ для разных испытаний одного испытуемого близки относительно различий между испытуемыми. Также видно, что значения ЭГГВ для канала C1 группируются в два кластера с центроидами примерно в точках 1,5 и 2,4.

При анализе графиков распределения усреднённых значений ЭГГВ для испытуемых из полного набора данных не было обнаружено закономерностей, присутствующих на малом наборе данных. Малый набор данных в данном случае является нерепрезентативной выборкой по отношению к полному набору данных. Максимальная точность классификации, полученная на полном наборе данных, составила только 68%. Можно заключить, что выводы о применимости ЭГГВ для классификации испытуемых по наличию алкогольной зависимости, полученные в результате экспериментов на малом наборе данных, не подтверждаются на полном наборе данных.

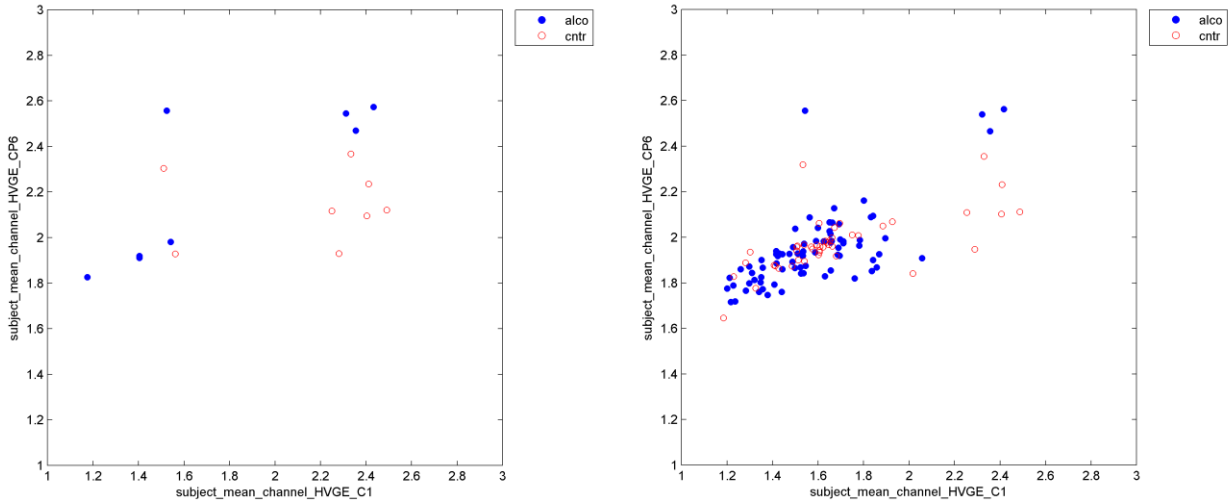


Рисунок 3 – Распределение усреднённых по испытаниям значений ЭГГВ для малого и полного набора данных для каналов CP6 и C1

Литература

1 Electrophysiological Evidence of Memory Impairment in Alcoholic Patients [Текст] / X. L. Zhang, H. Begleiter, B. Porjesz, A. Litke // Biological Psychiatry. – 1997. – Vol. 42(12). – P. 1157-1171.

2 Analysis of alcoholic EEG signals based on horizontal visibility graph entropy [Текст] / G. Zhu, Y. Li, P. Wen, S. Wang // Brain Informatics. – 2014. – Vol. 1(1-4). – P. 19-25.

3 Interhemispheric electroencephalographic coherence as a biological marker in alcoholism [Текст] / A. Michael, K. A. H. Mirza, C. R. Mukundan, S. M. Channabasavanna // Acta Psychiatr Scand. – 1993. – Vol. 87(3). – P. 213-217.

4 Begleiter, H. EEG Database Data Set [Электронный ресурс] / H. Begleiter, L. Ingber // UCI Machine Learning Repository. – URL: https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/eeg+database (дата обращения 10.02.2019).

5 Horizontal visibility graphs: exact results for random time series [Текст] / B. Luque, L. Lacasa, F. Ballesteros, J. Luque // Physical review. – 2009. – Vol. 80(4-2).

Г.А. Саитова, К.Н. Камильянов, А.С. Михайлов

ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ РОБОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Актуальность

Учебная техника, удовлетворяющая современным требованиям подготовки будущих технических специалистов в области управления, является хорошим инструментом для их обучения. Одним из таких объектов является учеб-

ный робототехнический комплекс (УРТК) [1], но современные технологии очень быстро развиваются, и управляющая часть комплекса морально устарела.

Учебное оборудование должно формировать умение и навыки работы с техническими объектами, их системами управления, разработки алгоритмов их работы, выполнения программирования управляющих программ, дистанционного управления и контроля, и соответствовать современному уровню развития техники.

Поэтому, с учетом современных требований, модернизация учебного робототехнического комплекса на основе новой элементной базы, позволяющего обучать основам управления техническими (киберфизическими) системами, является актуальной задачей. Возникает также необходимость в написании новых программ управления комплексом – для персонального компьютера и для мобильного устройства (смартфона, планшета).

Структурная схема робототехнического комплекса

Была разработана структурная схема робототехнического комплекса с учётом современного оборудования и требований (рисунке 1.)
Список элементов схемы:

- Персональный компьютер (ПК). Используется для управления стендом.
- Мобильное устройство. Применяется для удалённого управления роботом.
- Сервер. Используется в качестве связующего звена между мобильным устройством и Wi-Fi модулем.
- Wi-Fi модуль. Обрабатывает команды с мобильного устройства и передаёт их в ПЛК. Используется для управления на средних и дальних дистанциях. Выбран ESP8266 ESP07.
- Bluetooth модуль. Принимает команды с мобильного устройства и отправляет их в ПЛК. Используется HC-06
- ПЛК. Основа системы управления комплексом. В нём происходит обработка пришедших команд и управление двигателями комплекса. Принимает команды с Bluetooth и Wi-Fi модулей через интерфейс UART. С компьютера команды принимаются через USB с последующим их преобразованием в UART
- Плата согласования (драйвер). Преобразует сигналы с ПЛК в сигналы, которые подходят для управления электродвигателями. Используются DRV8825
- Электродвигатель (ЭД). Придаёт движение рабочим органам комплекса в соответствии с сигналами, полученных с ПЛК. Используются шаговые двигатели 17HS8401
- Передаточный механизм (ПМ), для преобразования движения ЭД в поступательное движение рабочего органа. В качестве ПМ используется шарико-винтовая передача (ШВП)
- Рабочий орган. Основа, на которой расположены ЭД, ПМ. Обеспечивает положение инструмента комплекса в пространстве.

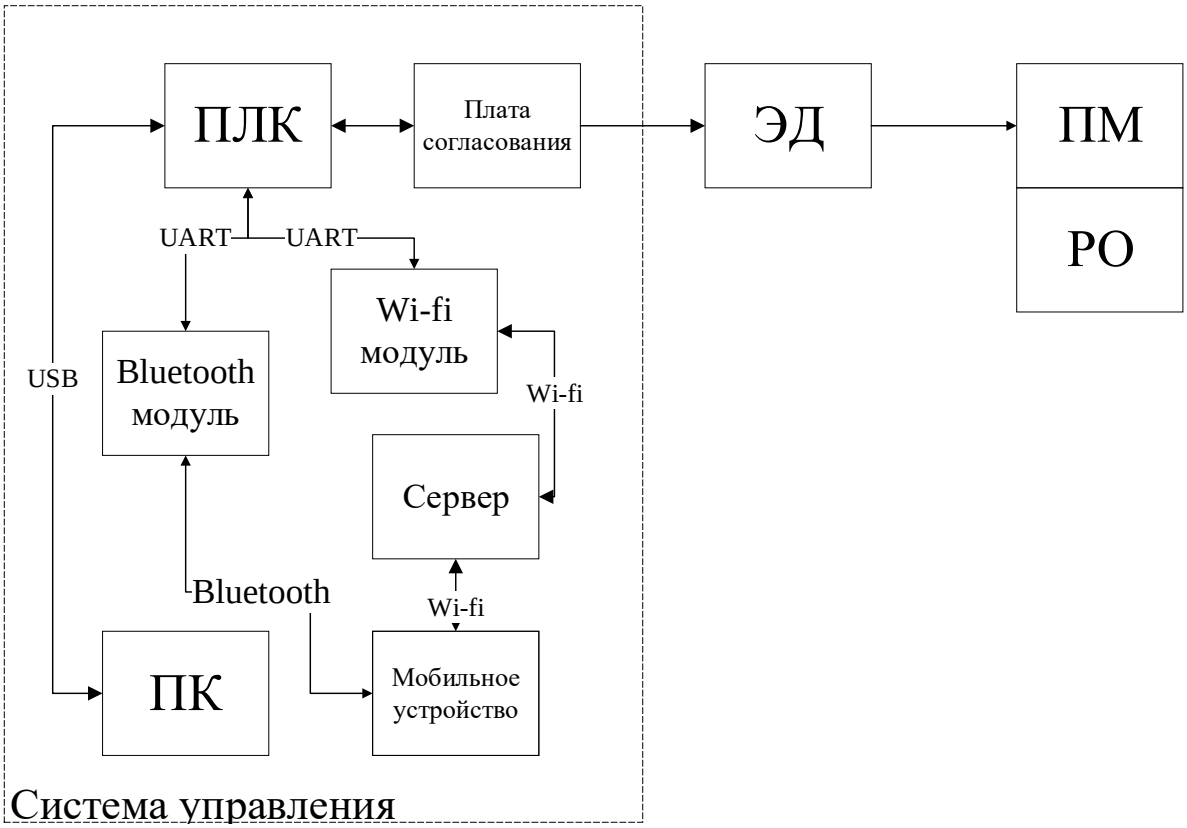


Рисунок 1 – Структурная схема робототехнического комплекса

Таким образом, на данный момент комплекс обладает законченной современной структурой.

Программы управления учебным робототехническим комплексом

Для обеспечения качественного управления робототехническим комплексом, необходимо разработать программы управления как для компьютера, так и для мобильного устройства. Разработаны функционирующие программы управления комплексом. На рисунке 2 показан интерфейс мобильного приложения управления комплексом

Мобильное приложение выполняет следующие функции (рис. 3):

- Управление движением робота (как вручную, так и с помощью задания цели роботу)
- Изменение скорости движения осей стенда
- Вывод текущих координат комплекса
- Управление шпинделем робота и изменение его скорости

Связь с комплексом осуществляется с помощью Bluetooth и Wi-Fi. Для написания приложения использовалась среда разработки Android Studio от компании Google [2].

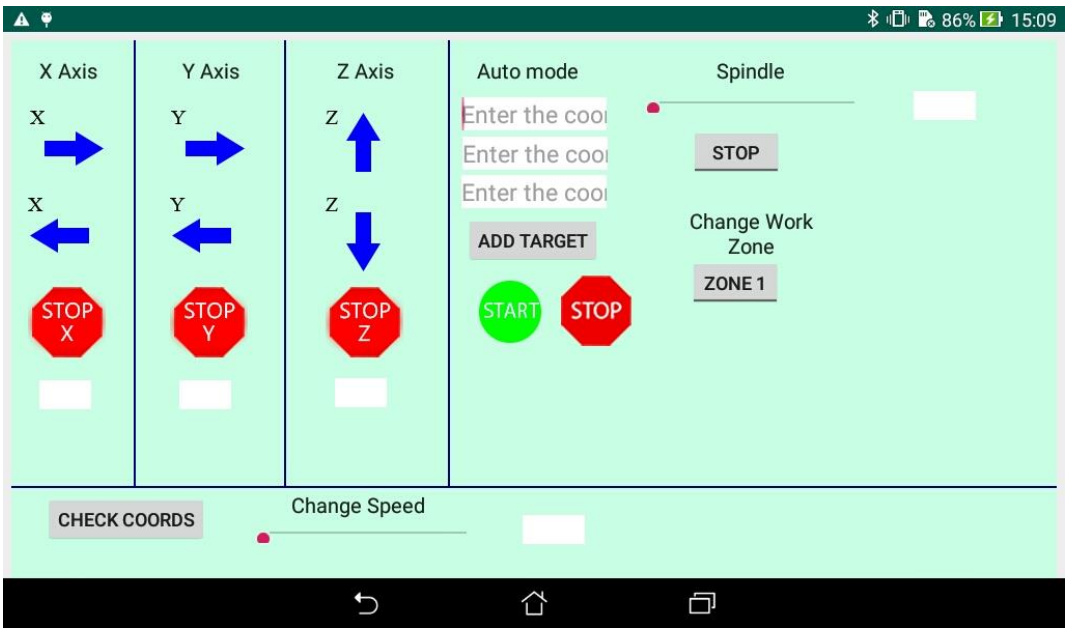


Рисунок 2 – Окно приложения управления робототехническим комплексом

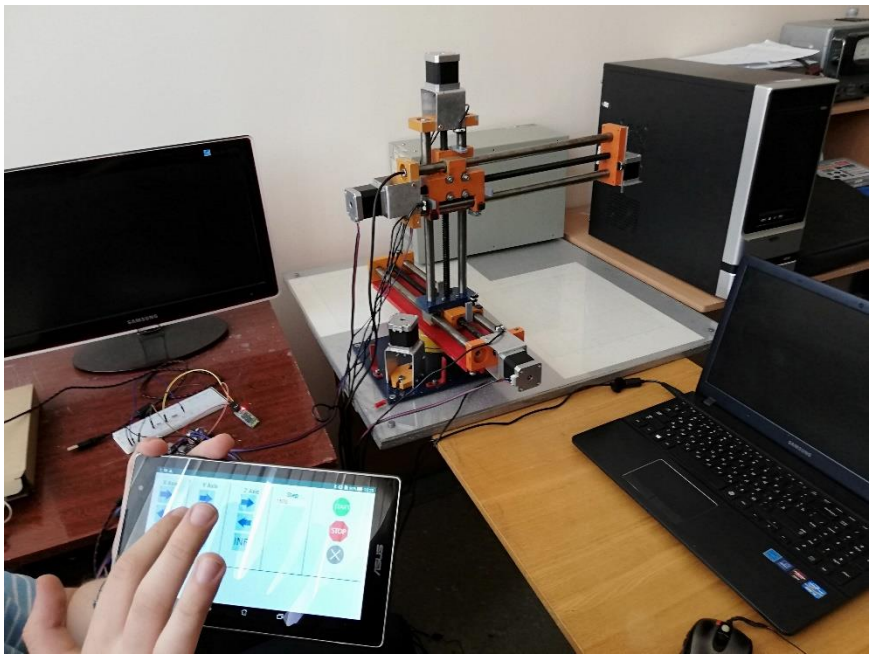


Рисунок 3 – Управление УРТК с планшета

Также разработана программа для управления роботом с помощью компьютера. На рисунке 4 показан графический интерфейс программы. Здесь более расширенный функционал, чем в мобильном приложении. Разрабатывается 3-D модель УРТК, которую планируется интегрировать в процесс управления для визуализации. Для обмена данными с комплексом используется USB. Программа написана в среде разработки Microsoft Visual Studio [3].

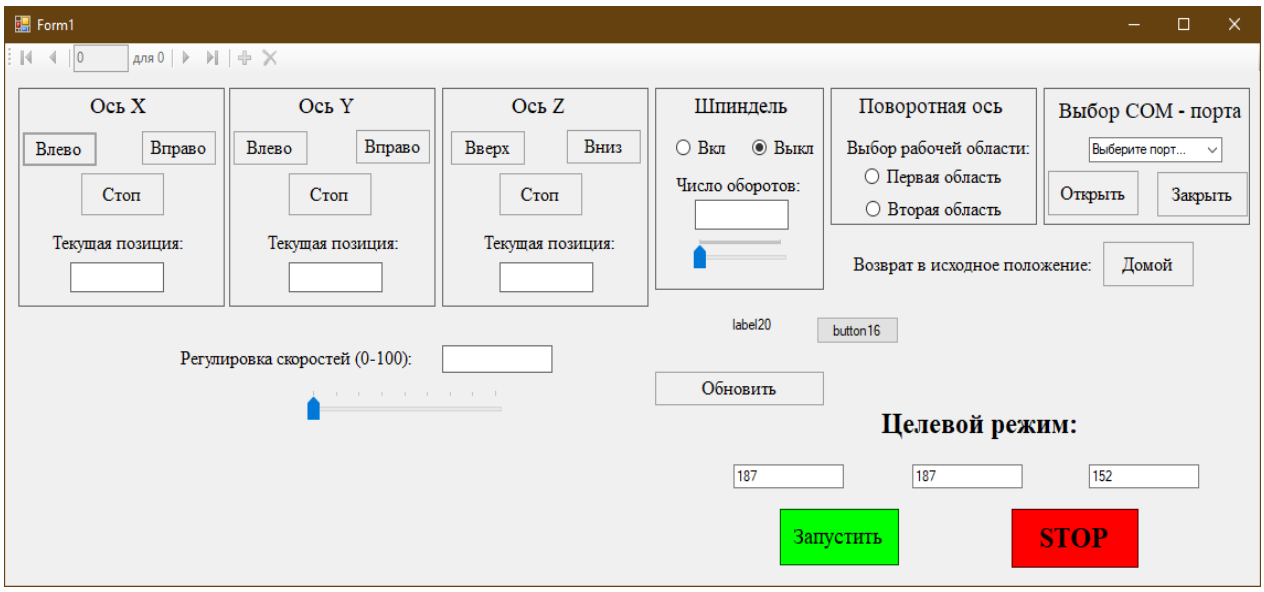


Рисунок 4 – Окно программы управления УРТК с компьютера

Заключение

На данный момент модернизация робототехнического стенда практически завершена. Модернизация УРТК позволяет теперь управлять им дистанционно с помощью Bluetooth и Wi-Fi через интернет. Были разработаны программы управления учебным робототехническим комплексом как для компьютера, так и для мобильного устройства. В дальнейшем планируется отладка разработанных программ и совершенствование графического интерфейса.

Литература

1. Зайцева Н. А., Заломов В. А., Морозов Ю. В., Чалова М. Ю. Учебный робототехнический комплекс: Методические указания к лабораторным работам/Под ред. Н.А.Зайцевой, - М.: МИИТ, 2007.- 22 с.

2. Медникс З., Дорнин Л., Мик Б., Накамура М. Программирование под Android. 2-е изд. — СПб.: Питер, 2013. — 560 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O’Reilly»).

3. Стиллмен Э., Грин Дж. Изучаем C#. 3-е изд. — СПб.: Питер, 2014. — 816 с.: ил. — (Серия «Head First O’Reilly»).

Д.А. Спиваков, Л.С. Зеленко

МОДИФИКАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ВРАЧА-ЭНДОКРИНОЛОГА ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИЁМА

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

Эндокринные заболевания характеризуются болезнями организма человека, причиной которых являются дисфункции эндокринных желез. Очень важно вовремя обнаружить болезнь и начать курс лечения. Среди встречающихся нарушений обмена веществ сахарный диабет стоит на втором месте после ожирения. В мире сахарным диабетом страдает около 10% населения, однако, если учесть скрытые формы заболевания, то эта цифра может быть в 3-4 раза больше.

Количество пациентов, приходящих на прием к врачу-эндокринологу, постоянно увеличивается, поэтому важно обеспечить врача современным программным обеспечением (автоматизированным рабочим местом), с помощью которого он мог бы собирать актуальные и достоверные медицинские данные пациентов.

Ранее авторами по заказу ГБУЗ Самарской области «Самарская городская поликлиника № 4 Кировского района» было разработано автоматизированное рабочее место (АРМ) врача-эндокринолога [1], в состав которого вошли два модуля: «Щитовидная железа» и «Сахарный диабет», – которые предназначались для сбора результатов осмотра, жалоб, результатов УЗИ, постановки диагноза, выписки медикаментов пациентов с данными заболеваниями.

При использовании АРМ во врачебной практике показало, что встречаются пациенты с более сложными случаями заболеваний, появилась необходимость разработки еще одного модуля «Сочетанная патология», с помощью которого врач мог бы принимать пациентов и с заболеваниями и щитовидной железы, и с сахарным диабетом. Это позволит почти полностью охватить всю группу пациентов с эндокринологическими заболеваниями.

При разработке нового модуля пришлось внести изменения в шаблоны для формализованных протоколов консультаций, добавить новые сущности в базу данных. АРМ врача-эндокринолога позволит комплексно решить задачу ввода первичных медицинских данных, проведения консультаций и консилиумов, а также обеспечит мониторинг состояния здоровья пациента.

Литература

1 Спиваков Д.А., Первишин Н.А., Зеленко Л.С. Разработка автоматизированного рабочего места врача-эндокринолога // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2018): сб. науч. тр. межд. научно-техн. конф.; [под ред. С.А. Прохорова]. Электрон. текстовые и граф. дан. (34,4 Мбайт). Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2018. С. 747-750.

Т.А.Чеснокова

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ ИНТЕРЕСА НА РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКАХ ЛЕГКИХ

(Самарский университет)

Рентгеновские снимки легких обычно используются в пульмонологии. Поскольку обследование с использованием рентгена грудной клетки является относительно быстрой и дешевой процедурой, его можно использовать в качестве надлежащего диагностического инструмента для скрининга заболеваний органов дыхания таких, как пневмония и туберкулез. Согласно результатам медицинских исследований масса легких неравномерно распределена в органах, а именно с большей плотностью в нижних лепестках. Кроме того, масса лёгких увеличивается с увеличением степени фиброза (разрастания соединительной ткани) [1]. На основе отслеживания изменения размеров легких и параметров рёбер многие заболевания могут быть диагностированы уже на их ранних стадиях. В настоящее время нет клинических методов непосредственного измерения плотности массы легких. Высококачественная компьютерная томография является клиническим стандартом для диагностики фиброза легких с учетом специфических характеристик ослабления излучения ткани легких [2, 3]. Эти изменения можно обнаружить на основе анализа изображений рентгеновских снимков легких.

Для анализа изображений рентгеновских снимков была предложена технология, основанная на выборе текстурных признаков. Текстурные признаки и ранее показывали хорошие результаты при распознавании биомедицинских изображений и их дальнейшей диагностики [4-8]. Для расчёта текстурных признаков была использована известная библиотека MaZda [9, 10]. В работе [11] исследуется задача выявления патологий по изображениям клеток крови на основе анализа текстурных признаков различных классов исходных изображений в разных цветовых подпространствах, и как показывают последние исследования, текстурный анализ очень хорошо подходит для выделения областей интереса на медицинских изображениях [4-8]. В этой работе предложена технология выделения областей интереса, разработанная на основе метода классификации изображений k-средних, работающая с рентгеновским снимком легких. Основным вкладом предложенного метода является возможность выделения области интереса на рентгеновских снимках по текстурным признакам. Такая методика была использована в работе [12] и обеспечила высокую точность сегментации изображений глазного дна. Представленные результаты свидетельствуют о том, что предложенная технология лучше всего подходит для анализа рентгеновских снимков.

В данной работе программой «MaZda» рассчитывались 287 признаков. На рисунке 1 приведена схема выделения областей интереса методом k-средних, рассмотрим подробнее каждый из пунктов.

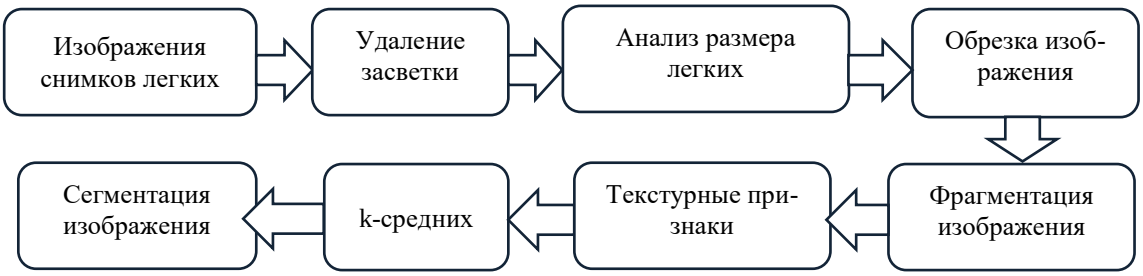
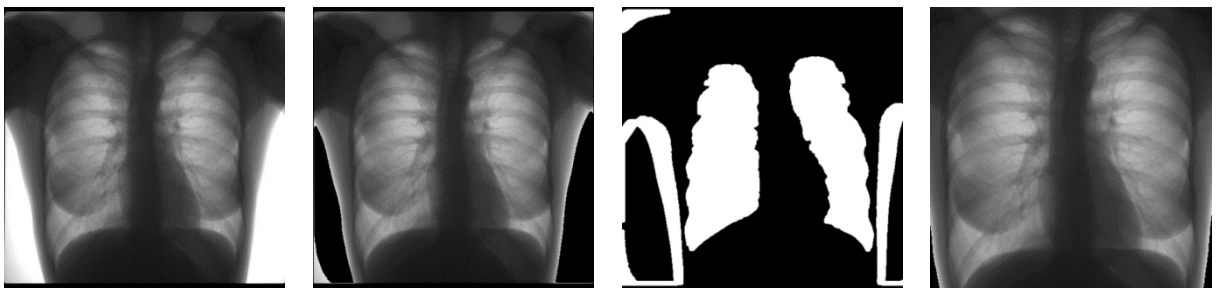


Рис. 1. Технология выделения областей интереса методом k-средних.

Для решения задачи распознавания отдельных объектов на изображении рентгеновского снимка были проделаны следующие шаги: предварительная обработка исходного изображения (рисунок 2а) (автоматическое удаление засветки, несоответствующей информативной части изображений); фрагментация изображения для нахождения текстурных признаков (исходное изображение фрагментировалось окнами 12×12, 24×24, 36×36); формирование набора текстурных признаков фрагментированных изображений и кластеризация изображений на базе сформированных информативных признаков. Для выделения области с лёгкими предварительно осуществлялась эквализация исходного изображения, далее пороговая обработка с порогом 160, подобранным экспериментальным образом. Полученное изображение проиллюстрировано на рисунке 2в. После чего была осуществлена оценка высоты и ширины каждого из лёгких, и в соответствии с полученными данными обрезано изображение без засветки так (рисунок 2б), чтобы оставить только часть с лёгкими, являющимися областью интереса врача (рисунок 2г). Далее было фрагментировано изображение и вычислены текстурные признаки программой Mazda для каждого из пикселей.



(а) (б) (в) (г)

Рис. 2. Результаты предобработки изображения: исходное изображение (а); изображение без засветки (б); эквализированное изображение с выделенными легкими и засветкой (в); изображение содержащее области интереса (г).

После формирования признакового пространства была произведена кластеризация на основе метода k-средних. Результаты данной технологии проиллюстрированы на рисунке 3.

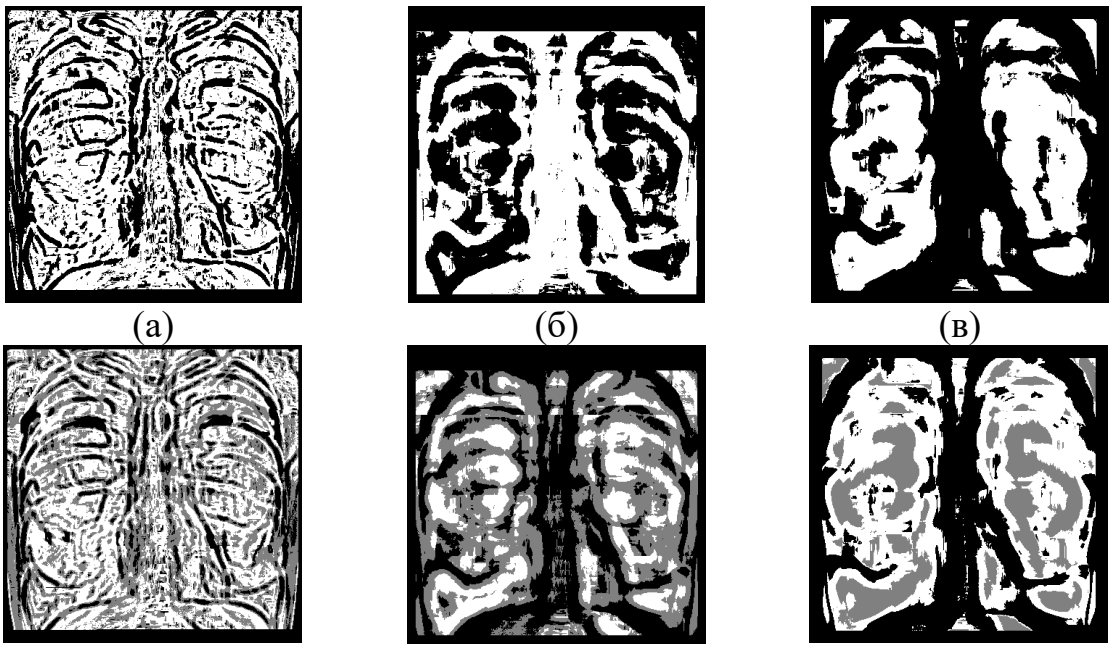


Рис. 3. Результаты сегментации изображений рентгеновского снимка с использованием представленной технологии: при k=2 и фрагментация 12×12 (а); при k=2 и фрагментация 24×24 (б); при k=2 и фрагментация 36×36 (в); при k=3 и фрагментация 12×12 (г); при k=3 и фрагментация 24×24 (д); при k=3 и фрагментация 36×36 (е).

Как видно из рисунка, кластеризация k-средних на лёгких по текстурным признакам выделила области интереса не полностью. Для улучшения качества выделения лёгких на рентгеновских снимках была рассмотрена вторая технология, основанная на морфологических методах. Данная технология представлена на рисунке 4.

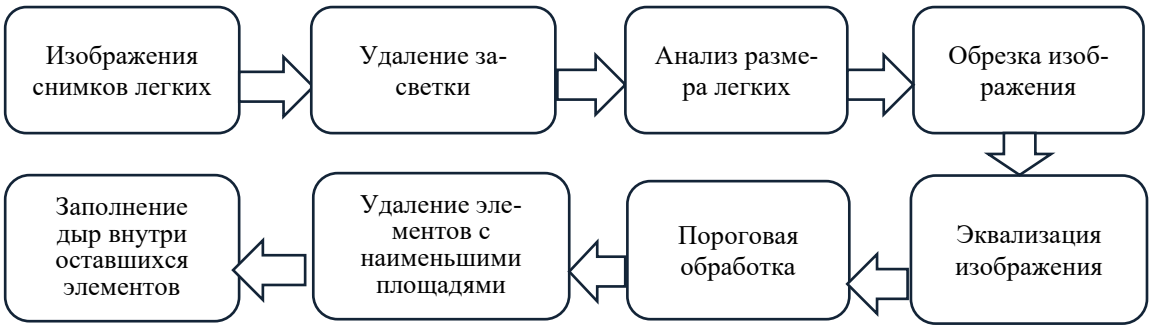


Рис. 4. Технология выделения областей интереса морфологическими методами.

Как и для технологии, основанной на методе k-средних, сначала исходное изображение было обрезано таким образом, чтобы при выполнении операций не обрабатывать фрагменты, не несущие интерес. Данный метод реализуется на основе выполнения следующих шагов: эквализация исходного изображения; удаление элементов с наименьшими площадями (остаются только 2 элемента, являющиеся лёгкими); заполнение дыр внутри оставшихся элементов. Полученный результат обработки изображения представлен на рисунке 5.



(а) (б)

Рис. 5. Результаты обработки изображений рентгеновского снимка: обработка с использованием морфологических операций (а); легкие, выделенные экспертом (б).

Для анализа полученных результатов эталонным изображением считалось изображение лёгких, выделенных экспертом (рисунок 5б). Ошибка кластеризации рассчитывалась для каждого класса отдельно, то есть для легких своя ошибка – отношение количества неверно классифицированных фрагментов изображения к общему количеству, входящему в область легких, для фона аналогично. Общая ошибка кластеризации равна 42,67% для фрагментации 12×12, 36,42% и 25,83% для фрагментации 24×24 и 36×36 соответственно при кластеризации методом k-средних. Для эквализации эта ошибка заметно меньше и составляет 13,9% и все пиксели приходящиеся на ошибку сегментации находятся на границах области интереса, что заметно упрощает дальнейшее улучшение алгоритма.

Литература

1. Zhou, B. Lung mass density analysis using deep neural network and lung ultrasound surface wave elastography / Boran Zhou, Xiaoming Zhang // Ultrasonics. – 2018. – Vol. 89. – P. 173-177.

2. Mathieson, J.R. Chronic diffuse infiltrative lung disease: comparison of diagnostic accuracy of CT and chest radiography / J. R. Mathieson, J. R. Mayo, C. A. Staples, N. L. Müller // Radiology. – 1989. – Vol. 171 (1). – P. 111–116.

3. Verschakelen, J.A. The role of high-resolution computed tomography in the work-up of interstitial lung disease //Curr Opin Pulm Med. – 2010. – Vol.16 (5). – P. 503–510.

4. Ilyasova, N. A smart feature selection technique for object localization in ocular fundus images with the aid of color subspaces/ N. Ilyasova, R. Paringer, A. Shirokanev // Procedia Engineering. — 2017. — Vol. 201. — P. 736-745.

5. HeiShun, Yu. Using texture analyses of contrast enhanced CT to assess hepatic fibrosis/ Yu. HeiShun, B. Tischler, M.M. Qureshi, J.A. Soto, S. Anderson, N. Daginawala, B. Li, K. Buch //European Journal of Radiology. – 2016. – No.85 – P.511-517.

6. Ilyasova, N. Particular Use of BIG DATA in Medical Diagnostic Tasks/ N. Ilyasova, A. Kupriyanov, R. Paringer // Pattern Recognition and Image Analysis. — 2018. — Vol. 28. Issue 1. — P. 114-121.

7. Acharya, U.R. An integrated index for the identification of diabetic retinopathy stages using texture parameters/ U.R Acharya, E.Y. Ng, J.H. Tan, S.V. Sree, K.H. Ng //Journal of Medical Systems — 2012 — No.36, iss.3 — P.2011-2020.

8. Hajek, M. Texture Analysis for Magnetic Resonance Imaging/ M. Hajek, M. Dezortova, A. Materka, R. Lerski//Med4publishing — 2006 — P.234.

9. Strzelecki, M. A software tool for automatic classification and segmentation of 2D/3D medical images/M. Strzelecki, P. Szczypinski, A. Materka, A. Klepaczko //Nuclear Instruments and Methods In Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment — 2013 — No.702 — P.137-140.

10. Szczypiński, M. MaZda – A software package for image texture analysis/ M. Strzelecki, P. Szczypinski, A. Materka, A. Klepaczko //Computer Methods and Programs in Biomedicine — 2009 — No.94, iss.1 — P.66-76.

11. Nikitaev, V. Sposob raspoznavaniya izobrazheniya tekstury kletok / V. Nikitaev, B. Flury // Biometrika. – 2010. – Vol. 77. – P. 33-41.

12. Ilyasova, N. Intelligent feature selection technique for segmentation of fundus images/ N. Ilyasova, A. Kupriyanov, R. Paringer // 7th International Conference on Innovative Computing Technology, INTECH 2017. — 2017. — P. 138-143.

Е.И. Шаболкина, Л.С. Зеленко, С.А. Иливицкий

РАЗРАБОТКА КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ С ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ

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

В настоящее время инсульт является важнейшей медико-социальной проблемой как во всем мире, так и в Российской Федерации. Как будет развиваться в дальнейшем заболевание и его положительный прогноз зависят от первых 270 минут с момента начала инсульта. Необходимо за это время оказать человеку срочную помощь, чтобы избежать летального исхода или инвалидизации.

Ранее авторами была разработана автоматизированная система для оценки состояния больных с ишемическим инсультом, которые планируются на эндоваскулярное вмешательство [1]. Она была реализована как настольное приложение с помощью языка программирования C# и фреймворка Entity v6.0.

Опыт применения системы показал, что для более оперативного доступа к функциям системы необходимо реализовать ее в виде веб-приложения и обеспечить доступ к ней не только врачам, но и всем заинтересованным лицам (то есть обеспечить гостевой доступ). Новая версия системы поможет врачу

быстро и оперативно определить наилучший метод лечения, что повысит шансы пациента на полное или частичное восстановление.

Структурная схема системы приведена на рисунке 1, как любое веб-приложение она имеет клиент-серверную архитектуру, взаимодействие между клиентской частью и сервером осуществляется по протоколу HTTP, вся обработка ведется на клиентской части, на сервере хранятся только данные, т.е. реализована технология «толстого клиента».

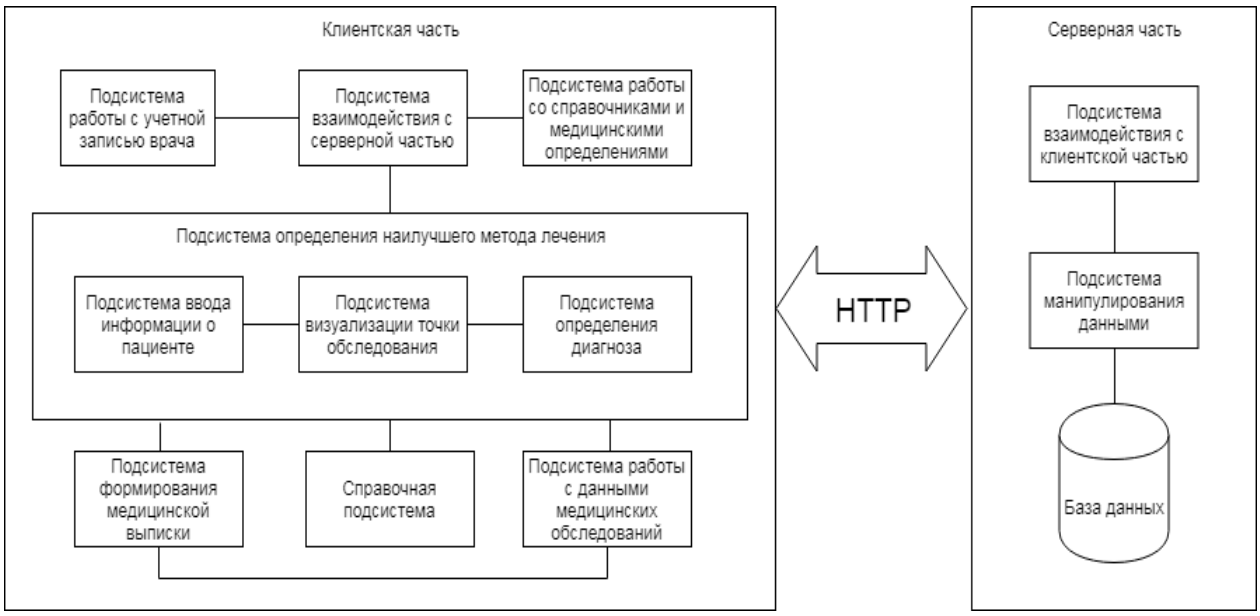


Рисунок 1 – Структурная схема системы

Основные функции системы не изменились:

1 Ввод информации о предоперационном состоянии пациента зависит от дислокации закупорки сосуда и осуществляется в форме последовательности вопросов: чтобы ответить на них, необходимо выбрать один из предложенных системой вариантов или же ввести число (рисунок 2).
2 Визуализация ключевых точек обследования: каждый вопрос иллюстрируется картинкой, позволяющей врачу быстро ориентироваться, на какой стадии обследования он находится.
3 Определение наилучшего метода лечения: система по введенным данным определяет тяжесть состояния пациента, на основании этого врач принимает решение о методе лечения (рисунок 3).
4 Хранение и редактирование информации об обследованиях: вся информация хранится в базе данных.
5 Формирование медицинской выписки и экспорт ее в файл формата *.docx.
6 Выдача справочной информации: в системе можно получить справочную информацию о медицинских терминах и об основных функциях системы.

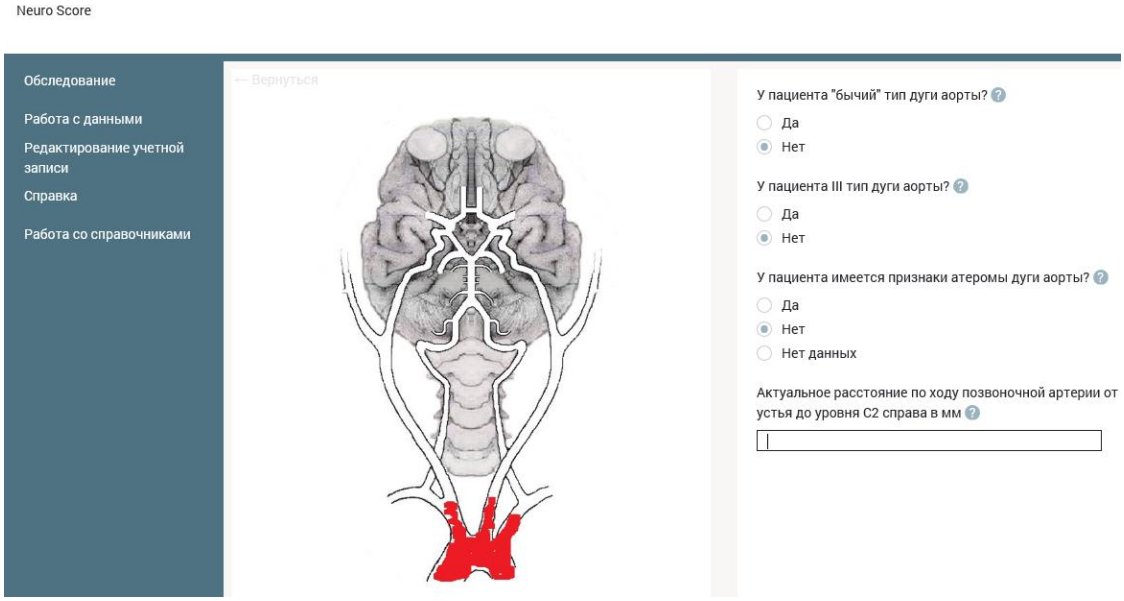


Рисунок 2 – Ввод данных о состоянии пациента

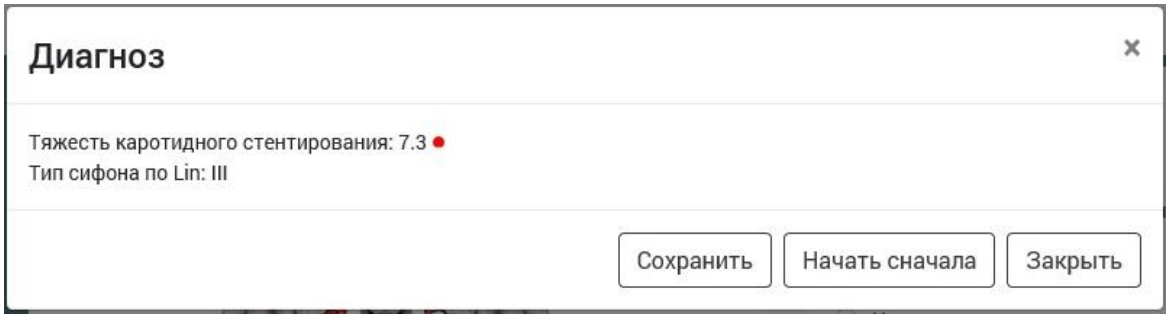


Рисунок 3 – Результат прохождения обследования в случае выбора каротидного бассейна (красный индикатор)

При реализации клиентской части системы использовались языки JavaScript, TypeScript, HTML, таблица стилей CSS, а для серверной части был выбран язык C#. Для доступа к данным используется СУБД MySQL Server 5.7. Система разработана по заказу отделения эндоваскулярных методов диагностики и лечения клиник СамМГУ, ее использование позволит сократить время на постановку диагноза больным, что в свою очередь снизит риск функциональных ухудшений, улучшит активность пациента и качество его жизни.

Литература

1 Разработка автоматизированной системы оценки состояния больных с ишемическим инсультом/ Иливицкий С.А., Шаболкина Е.И., Зеленко Л.С., Кругомов А.В. // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2018): сб. науч. тр. межд. научно-техн. конф.; [под ред. С.А. Прохорова]. Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2018. С. 708-710.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

Е.О. Арискин, М.Р. Миннебаев

ПОСТРОЕНИЕ И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА БОРТУ ВЕРТОЛЕТА С ИОННО-МЕТОЧНЫМИ И АЭРОМЕТРИЧЕСКИМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ КАНАЛАМИ*

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

На стоянке до запуска силовой установки и при раскрутке несущего винта, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на этапах взлета, снижения, висения и посадки для предотвращения авиационных происшествий, связанных с опрокидыванием вертолета на бок или хвостовую балку, соударением лопастей несущего винта с землей, рулевым винтом и между собой экипажу необходима достоверная информация о текущем значении скорости и угла направления вектора ветра относительно продольной оси вертолета при изменении его положения в азимуте в диапазоне ±180º [1].

На рисунке приведена структурно-функциональная схема системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета, построенная на основе комбинации ионно-меточных и аэрометрических измерительных каналов.

В качестве ионно-меточных каналов используется панорамный ионно-меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости [2], включающий плату *1* с системой приемных электродов *3*, в центре *0* которой установлен искровой разрядник *2*, подключенный к генератору меток (ГМ) *4*. При подаче на искровой разрядник *2* высоковольтного импульса от генератора меток (ГМ) *4* формируется ионная метка с явно выраженным электростатическим зарядом, которая движется совместно с воздушным потоком вектора ветра $\overline{W}$, приобретая его скорость *W* и направление ψ. При приближении заряженной ионной метки к приемным электродам *3*, расположенным на окружности радиусом *R*, на них наводятся электростатические заряды, величина которых зависит от расстояния ионной метки до приемного электрода и углового положения ψ траектории движения метки. За счет выбора конструктивных параметров системы приемных электродов [2] формируются положительные и отрицательные полуволны синусоидальных угловых характеристик информативных сигналов *U*(ψ), на выходе блока предварительных усилителей (БПУ) *5*, с помощью которых в каналах измерительной схемы *6* определяются угол направления ψ и скорость *W* ветра **на стоянке до запуска силовой установки**.

* Работа выполнена по гранту РФФИ №18-38-00187

* Работа выполнена по гранту РФФИ №18-38-00187

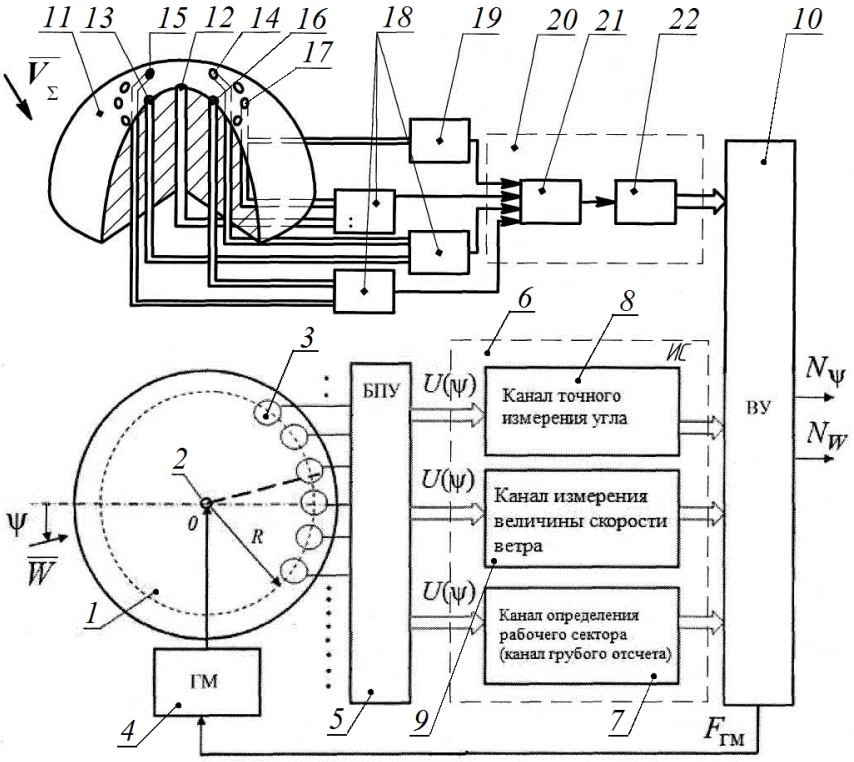


Рис. 1. Структурно-функциональная схема системы измерения параметров вектора ветра на основе ионно-меточных и аэрометрических измерительных каналов

Для восприятия информации результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта на поверхности полусферического аэрометрического приемника *11* (рисунок) расположены отверстия *12* для забора полного давления $P_{П\Sigma}$ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта, отверстия *13*, *14* и *15*, *16* для забора давлений P_1, P_2 и P_3, P_4, определяющих углы φ_1 и φ_2 положения вектора скорости $\overline{V}_\Sigma$ относительно оси симметрии полусферического приемника в плоскости параллельной продольной оси вертолета и в плоскости перпендикулярной продольной оси вертолета, а также отверстия *17* для забора статического давления $P_{СТ\Sigma}$ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта.

Воспринимаемые давления $P_{П\Sigma}$, P_1, P_2 и P_3, P_4, $P_{СТ\Sigma}$ с помощью пневмоэлектрических преобразователей перепада давлений *18* и преобразователя абсолютного давления *19* преобразуются в электрические сигналы, которые через канал *20* аналого-цифрового преобразования, включающего мультиплексор *21* и АЦП *22* подаются в вычислительное устройство *10*, на выходе которого формируются цифровые сигналы по скорости *W* и углу направления ψ вектора ветра.

На стоянке при запуске силовой установки и вращении несущего винта вектор скорости $\overline{V}_\Sigma$ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта можно представить в виде геометрической суммы $\overline{V}_\Sigma = \overline{W} + \overline{V}_{i0}$ вектора скорости ветра $\overline{W}$ и стационарной составляющей $\overline{V}_{i0}$ век-

тора скорости воздушного потока, создаваемого несущим винтом..

Величину (модуль) вектора скорости $\overline{V}_\Sigma$ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта можно определить по полному $P_{\text{ПΣ}}$ и статическому $P_{\text{СТΣ}}$ давлениям и температуре $T_{\text{ТΣ}}$ торможения результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта, воспринимаемой приемником температуры торможения, установленного на фюзеляже в зоне действия вихревой колонны несущего винта, используя соотношение [3]:

$$V_\Sigma = 44{,}826\sqrt{\frac{T_{\text{ТΣ}}\left[\left(\frac{P_{\text{ПΣ}}-P_{\text{СТΣ}}}{P_{\text{СТΣ}}}+1\right)^{0{,}2857143}-1\right]}{\left(\frac{P_{\text{ПΣ}}-P_{\text{СТΣ}}}{P_{\text{СТΣ}}}+1\right)^{0{,}2857143}}}. \qquad (1)$$

Продольная W_x, боковая W_z составляющие и модуль (величина) $W_\text{г}$ горизонтального ветра $\overline{W}$ на стоянке при запуске силовой установки и вращении несущего винта будут определяться, используя соотношения [4]:

$$W_x = V_\Sigma \frac{4}{9\sin 2\phi_{01}}\frac{P_1-P_2}{P_{\text{ПΣ}}-P_{\text{СТΣ}}} - K_{ix}V_{i0};\ W_z = V_\Sigma \frac{4}{9\sin 2\phi_{02}}\frac{P_3-P_4}{P_{\text{ПΣ}}-P_{\text{СТΣ}}} - K_{iz}V_{i0};$$
$$W_\text{г} = \sqrt{W_x^2+W_z^2};\quad \psi = \operatorname{arctg}\frac{W_z}{W_x}. \qquad (2)$$

На режиме руления и маневрирования вертолета по земной поверхности в качестве исходного уравнения для определения параметров вектора скорости ветра вместо выражения (1) необходимо использовать соотношение $\overline{V}_\Sigma = \overline{W} + \overline{V}_{i0} + \overline{V}_\text{р}$, где $\overline{V}_\text{р}$ – вектор скорости руления и маневрирования вертолета по земной поверхности, продольная $V_{\text{р}x}$ и боковая $V_{\text{р}z}$ составляющие которого можно определить, используя информацию от спутниковой навигационной системы, установленной на вертолете.

Выражения для определения продольной W_x и боковой W_z составляющих и величина (модуль) $W_\text{г}$ горизонтального ветра $\overline{W_\text{г}}$ при рулении и маневрировании по земной поверхности будут иметь вид, аналогичный (2).

На взлетно-посадочных режимах вертолета продольная V_x и боковая V_z составляющие и величина (модуль) $V_\text{в}$ вектора истинной воздушной скорости $\overline{V}_\text{в}$, углы атаки α и скольжения β вертолета будут определяться соотношениями [3]:

$$V_x = V_\Sigma \sin\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{01}}\frac{P_1-P_2}{P_{\text{ПΣ}}-P_{\text{СТΣ}}}\right)\right]\times$$

$$V_x = V_\Sigma \sin\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\phi_{01}}\frac{P_1 - P_2}{P_{\text{ПΣ}} - P_{\text{СТΣ}}}\right)\right]\times$$

$$\times\cos\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\phi_{02}}\frac{P_3 - P_4}{P_{\text{ПΣ}} - P_{\text{СТΣ}}}\right)\right] - K_{ix}V_{i0} - (\omega_y z - \omega_x y);$$

$$V_z = V_\Sigma \sin\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\phi_{02}}\frac{P_3 - P_4}{P_{\text{ПΣ}} - P_{\text{СТΣ}}}\right)\right] - K_{iz}V_{i0} - (\omega_x y - \omega_y x);$$

$$V_{\text{в}} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}; \quad \alpha = \operatorname{arctg}\frac{V_y}{V_x}; \quad \beta = \arcsin\frac{V_z}{V_{\text{В}}}.$$

Используя информацию о величине $V_{\text{п}}$ и угле сноса $\psi_{\text{с}}$ вектора путевой скорости $\overline{V}_{\text{п}}$ от доплеровского измерителя скорости и угла сноса и составляющих вектора истинной воздушной скорости $\overline{V}_{\text{в}}$, продольная W_x, боковая W_z составляющие, величина W и направление ψ горизонтального ветра $\overline{W}$ на взлетно-посадочных режимах вертолета определяются соотношениями:

$$W_x = |V_x| - V_{\text{п}}\cos\psi_{\text{с}}; \quad W_z = |V_z| - V_{\text{п}}\sin\psi_{\text{с}}; \quad \psi = \beta + \psi_{\text{с}}; \quad W_{\text{г}} = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}.$$

Применение бортовой системы измерения параметров вектора ветра на вертолетах различного класса и назначения позволяет повысить безопасность их эксплуатации на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах, что имеет существенное значение для гражданской и военной авиации.

Литература

1. Руководство по летной эксплуатации вертолета Ми-8 (издание 4). М.: Авторитет, 1996. 554 с.

2. Ганеев Ф.А., Солдаткин В.М. Ионно-меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интегрированной схемой обработки // Известия вузов. Авиационная техника. 2010. №3. С. 46 – 50.

3. 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. 284с.

4. Патент РФ на изобретение №2587389, МПК G01P5/14. Бортовая система измерения параметров вектора скорости ветра на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах / В.М. Солдаткин, В.В. Солдаткин, Ф.А. Ганеев, Е.О. Арискин, Н.Н. Макаров, В.П. Деревянкин, О.И. Кузнецов, Д.А. Истомин. Заявл. 10.12.2014. Опубл. 20.06.2016. Бюл. №17.

Е.О. Арискин, Р.А. Лисин, М.Р. Миннебаев

ТЕХНОЛОГИЯ АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА БОРТУ ВЕРТОЛЕТА С ИОННО-МЕТОЧНЫМИ И АЭРОМЕТРИЧЕСКИМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ КАНАЛАМИ*

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

Одним из направлений разработки системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета является использование аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта, воспринимаемой неподвижным приемником с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами [1, 2].

Операторную чувствительность ионно-меточных измерительных каналов рассматриваемой системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета можно представить в виде [3]

$$W_{\text{ИМ}}(p)=\frac{e^{-\tau_W p}}{(T_1 p+1)(T_3^2 p^2+2\xi T_3 p+1)}=\frac{e^{-\tau_W p}}{T_1T_3^2 p^3+(T_3+2\xi T_1T_3)p^2+(T_1+2\xi T_3)p+1}, \quad (1)$$

где τ_W - время пролета ионной метки от искрового разрядника до приемных электродов, которая обратно пропорциональна измеряемой скорости ветра ($\tau_W=\frac{R}{W}$); T_1 – постоянная времени канала выделения и преобразования информативных сигналов измерительной системы; T_2 и ξ – постоянная времени и показатель затухания вычислительного устройства, формирующего выходные сигналы по скорости и углу направления ветра.

Операторная чувствительность $W_{\text{АМ}}(p)$ аэрометрических измерительных каналов системы будет иметь вид [4]

$$W_{\text{АМ}}(p)=\frac{e^{-\tau_П p}}{(T_2 p+1)(T_3^2 p^2+2\xi T_3 p+1)}=\frac{e^{-\tau_П p}}{T_2T_3^2 p^3+(T_3+2\xi T_2T_3)p^2+(T_2+2\xi T_3)p+1}, \quad (2)$$

При известном (детерминированном) характере изменения полезных сигналов и внешних помех результирующая динамическая погрешность ионно-меточных и аэрометрических измерительных каналов системы контроля скорости ветра W можно представить в операторной форме

$$\begin{aligned}\Delta W_{ИМ}(p)&=\left[W_{ИМ}(p)-1\right]X(p)+W_{ИМ}(p)\xi_{ИМ}(p)=\Delta W_{ИМС}(p)+\Delta W_{ИМВ}(p);\\ \Delta W_{АМ}(p)&=\left[W_{АМ}(p)-1\right]X(p)+W_{АМ}(p)\xi_{АМ}(p)=\Delta W_{АМС}(p)+\Delta W_{АМВ}(p),\end{aligned} \quad (3)$$

где $X(p)$ – изображение изменения во времени измеряемой скорости ветра $W(t)$; $\xi_{ИМ}(p)$ и $\xi_{АМ}(p)$ – изображения входных возмущений ионно-меточного и аэрометрического измерительных каналов; $\Delta W_{\text{ИМ}}(p)$, $\Delta W_{\text{АМ}}(p)$, $\Delta W_{\text{ИМС}}(p)$, $\Delta W_{\text{АМС}}(p)$, $\Delta W_{\text{ИМВ}}(p)$ и $\Delta W_{\text{АМВ}}(p)$ – изображения собственной и вынужденной

* Работа выполнена по гранту РФФИ №18-38-00187

составляющих динамических погрешностей ионно-меточного и аэрометрического измерительных каналов.

Аналогично по каналу измеряемого угла направления вектора ветра будем иметь

$$\begin{aligned}\Delta\Psi_{\text{ИМ}}(p)&=\left[W_{\text{ИМ}}(p)-1\right]\Psi(p)+W_{\text{ИМ}}(p)\xi_{\text{ИМ}}(p)=\Delta\Psi_{\text{ИМС}}(p)+\Delta\Psi_{\text{ИМВ}}(p);\\ \Delta\Psi_{\text{АМ}}(p)&=\left[W_{\text{АМ}}(p)-1\right]\Psi(p)+W_{\text{АМ}}(p)\xi_{\text{АМ}}(p)=\Delta\Psi_{\text{АМС}}(p)+\Delta\Psi_{\text{АМВ}}(p),\end{aligned} \quad (4)$$

где $\Delta\Psi_{\text{ИМ}}(p)$, $\Delta\Psi_{\text{АМ}}(p)$, $\Delta\Psi_{\text{ИМС}}(p)$, $\Delta\Psi_{\text{АМС}}(p)$, $\Delta\Psi_{\text{ИМВ}}(p)$ и $\Delta\Psi_{\text{АМВ}}(p)$ – изображения результирующей, собственной и вынужденной составляющих динамических погрешностей ионно-меточного и аэрометрического каналов угла направления вектора ветра $\Psi(t)$; $\Psi(p)$ – изображение изменения во времени угла направления вектора ветра.

При скачкообразном изменении скорости ветра $W(t)=W_0 1[t]$ или угла направления ветра $\Psi(t)=\Psi_0 1[t]$ выражение для собственной динамической погрешности измерительных каналов, например аэрометрического будет иметь вид

$$\begin{aligned}\Delta W_c(t)&=-W_0\left\{\frac{k_2^2+\omega_0^2}{(k_1-k_2)^2+\omega_0^2}e^{-k_1t}+\left[\frac{k_1(k_1-2k_2)}{(k_1-k_2)^2+\omega_0^2}\cos\omega_0 t-\frac{k_1(\omega_0^2-k_2^2-k_1k_2)}{\omega_0(k_1-k_2)^2+\omega_0^2}\sin\omega_0 t\right]e^{-k_1t}\right\};\\ \Delta\Psi_c(t)&=-\Psi_0\left\{\frac{k_2^2+\omega_0^2}{(k_1-k_2)^2+\omega_0^2}e^{-k_1t}+\left[\frac{k_1(k_1-2k_2)}{(k_1-k_2)^2+\omega_0^2}\cos\omega_0 t-\frac{k_1(\omega_0^2-k_2^2-k_1k_2)}{\omega_0(k_1-k_2)^2+\omega_0^2}\sin\omega_0 t\right]e^{-k_1t}\right\}.\end{aligned} \quad (5)$$

При сложных законах изменения параметров вектора ветра собственные динамические погрешности измерительных каналов, например канала угла направления вектора ветра определяется с использованием коэффициентов динамической погрешности [5] в виде

$$\Delta\Psi_C(t)=c_0\Psi(t)+c_1\dot{\Psi}(t)+c_2\ddot{\Psi}(t)+\ldots+c_n\overset{n}{\Psi}(t), \quad (6)$$

где $c_0, c_1, c_2, \ldots, c_n$ – коэффициенты динамической погрешности, которые определяются по операторной чувствительности измерительного канала, например ионно-меточного как

$$c_0=(W_{ИМ}(p)-1)\big|_{p=0};\ c_1=\frac{d}{dt}(W_{ИМ}(p)-1)\big|_{p=0};\ \ldots c_n=\frac{1}{n!}\frac{d^n}{dt^n}(W_{ИМ}(p)-1)\big|_{p=0}; \quad (7)$$

В общем случае скорость W и угол Ψ направления вектора ветра $\boldsymbol{W(t)}$ являются случайной функцией времени. В качестве показателя динамической точности измерительных каналов системы контроля параметров вектора ветра на борту вертолета используется дисперсия собственной и вынужденной составляющих динамической погрешности.

При известной спектральной плотности мощности $S_X(\omega)$ контролируемых параметров вектора ветра дисперсия собственной динамической погрешности измерительных каналов, например ионно-меточных будут определяться из выражений вида

$$\sigma^2_{\Delta Wc} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} |W_{ИК}(j\omega) - 1|^2 S_W(\omega) d\omega; \quad \sigma^2_{\Delta\Psi c} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} |W_{ИК}(j\omega) - 1|^2 S_\Psi(\omega) d\omega. \quad (8)$$

где $S_W(\omega)$ и $S_\Psi(\omega)$ – спектральные плотности мощности стационарных случайных процессов изменения скорости $W(t)$ и угла направления $\Psi(t)$ вектора ветра на данном режиме эксплуатации вертолета, которые определяются по результатам статистических исследований эксплуатации данного класса вертолетов.

Внешние случайные помехи, действующие на измерительные каналы системы контроля параметров вектора ветра на борту вертолета обусловлены в основном атмосферной турбулентностью и флуктуационными составляющими потока вихревой колонны несущего винта, обусловленными маховыми движениями лопастей и работой автомата перекоса [4].

Атмосферная турбулентность имеет весьма широкий спектр частот, и может быть аппроксимированы «белым шумом» со спектральной плотностью мощности $S_{\xi T}(\omega) = S_T = const$. Возмущения, вызываемые флуктуационными составляющими потока вихревой колонны несущего винта можно оценить спектральной плотностью мощности $S_{\xi\Phi}(\omega)$ вида [3]

$$S_{\xi\Phi}(\omega) = \frac{2\sigma^2_\Phi a_1}{\pi} \cdot \frac{a_1^2 + b_1^2}{(\omega^2 + a_1^2 - b_1^2)^2 + 4a_1^2\omega^2}. \quad (9)$$

Тогда дисперсии вынужденных динамических погрешностей аэрометрических измерительных каналов системы контроля параметров вектора ветра на борту вертолета будут определяться выражениями

$$\sigma^2{}_{\Delta WB} = \frac{S_T}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} |W_{AK}(j\omega)|^2 d\omega + \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} |W_{AK}(j\omega)|^2 S_{\xi\Phi}(\omega) d\omega;$$

$$\sigma^2{}_{\Delta\Psi B} = \frac{S_T}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} |\Psi_{AK}(j\omega)|^2 d\omega + \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} |\Psi_{AK}(j\omega)|^2 S_{\xi\Phi}(\omega) d\omega. \quad (10)$$

Дисперсии результирующей динамической погрешности измерительных каналов системы контроля параметров вектора ветра на борту вертолета для аэрометрических каналов будут определяться как

$$\sigma^2_{\Delta W} = \sigma^2_{\Delta WC} + \sigma^2_{\Delta WB}; \quad \sigma^2_{\Delta\Psi} = \sigma^2_{\Delta\Psi C} + \sigma^2_{\Delta\Psi B}. \quad (11)$$

Из выражений (8) – (11) следует, что при известных спектральных плотностях мощности входных сигналов и действующих помех для снижения собственных динамических погрешностей измерительных каналов системы контроля параметров вектора ветра на борту вертолета необходимы операторные чувствительности ионно-меточного и аэрометрического измерительных каналов приближать к единице, а для уменьшения вынужденных составляющих динамических погрешностей каналов в области частот, где действуют помехи, приближать к нулю, что определяют постановку задачи синтеза по критерию динамической точности при случайных воздействиях, в частности с использованием оптимального линейного фильтра Винера [5].

Таким образом, полученные результаты исследования позволяют обоснованно проводить анализ динамической точности измерительных каналов системы контроля параметров вектора ветра на борту вертолета на основе неподвижного приемника с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами, решать задачи повышения точности при детерминированных и случайных воздействиях с использованием принципов оптимальной фильтрации и комплексирования.

Литература

1. Патент РФ на изобретение №2587389, МПКG01P5/14. Бортовая система измерения параметров вектора скорости ветра на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах / В.М. Солдаткин, В.В. Солдаткин, Ф.А. Ганеев, Е.О. Арискин, Н.Н. Макаров, В.П. Деревянкин, О.И. Кузнецов, Д.А. Истомин. Заявл. 10.12.2014. Опубл. 2016. Бюл. №17.

2. Арискин Е.О. Построение и алгоритмы системы контроля воздушных параметров полета и окружающей среды на борту вертолета с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами / Е.О. Арискин, М.Р. Миннебаев, А.В. Никитин, В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2018. №3(329). С.150-157.

3. Ганеев Ф.А. Ионно-меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки / Ганеев Ф.А., Солдаткин В.М. // Известия вузов. Авиационная техника. 2010. №3. С.46-50.

4. Солдаткин В.В. Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного аэрометрического приемника и информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта / В.В. Солдаткин: Монография. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. 284 с.

5. Браславский Д.А., Петров В.В. Точность измерительных устройств. М.: Машиностроение, 1976. 312 с.

А.А. Бородинов

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В СИСТЕМАХ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ПАССАЖИРОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

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

Благодаря широкому распространению и активному использованию современных систем электронных коммуникаций, глобальных навигационных систем, активных и пассивных датчиков различного типа и назначения, стало возможным получение большого объема разнородных данных, характеризующих транспортную ситуацию в городе. Подобная информация используется в навигационных или рекомендательных системах (сервисах) достаточно широко [1]. Однако, наряду с развитием сервисов и их популяризацией растет не только количество информации, которую приходится учитывать при планировании перемещений, но также растут ожидания и требования пользователей. Вместо классических задач поиска «кратчайшего пути» [2] или получения «прогноза прибытия на остановку общественного транспорта» [3, 4] пользовательский спрос индивидуализируется, смещая ожидания от сервисов в сторону т.н. персональных ассистентов. Учет всех обозначенных факторов возможен в «самоподстраивающихся» под индивидуальные предпочтения пользователей системах на основе методов машинного обучения [5]. Настоящая работа представляет один из возможных способов постановки и решения задачи определения индивидуальных предпочтений пользователей общественного маршрутного транспорта по данным их взаимодействия с мобильным сервисом в рамках проблемы построения персонализированной рекомендательной системы.

Целесообразными вариантами "пользовательских предпочтений" для проектируемой системы представляются следующие два (считаем пользователя известным):

- предпочитаемые пользователем остановки при его нахождении в определенных пространственно-временных координатах (см. рисунок 1);
- предпочитаемые пользователем "транспортные корреспонденции", рассматриваемые также в срезе пространственно-временного контекста. Под "транспортными корреспонденциями" понимаются фактические перемещения от одной остановки до другой и выбираемый при этом маршрут и/или вид маршрутного ТС. Дополнительной (производной) информацией является информация о "стартовых" и "конечных" остановках конкретного пользователя (см. рисунок 2).

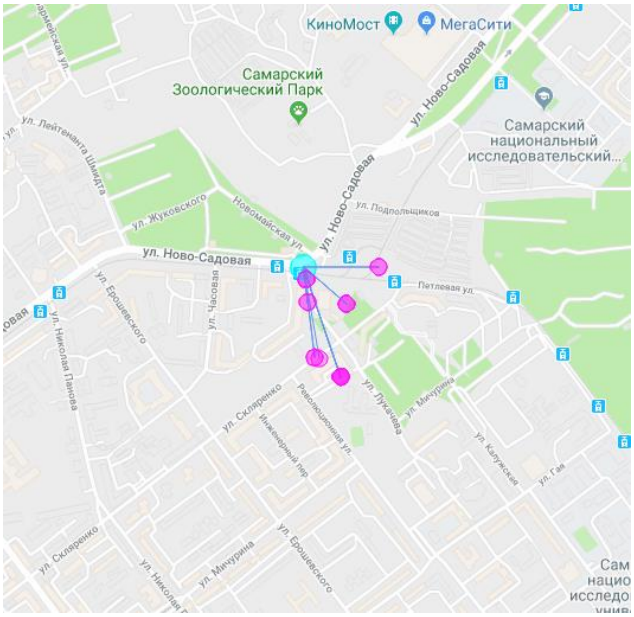


Рисунок 1 - Голубой круг - местоположение остановки, фиолетовые круги - точки положения пользователя при формировании запроса

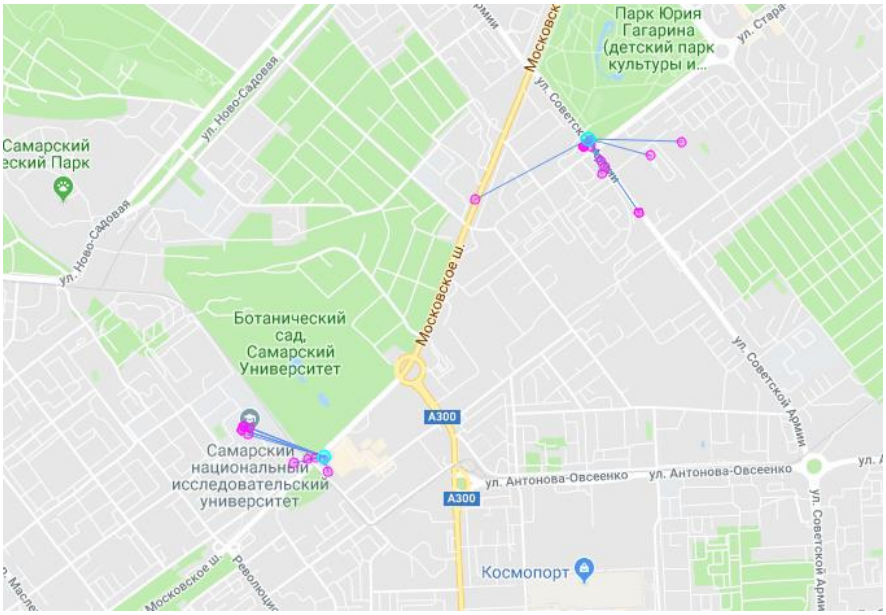


Рисунок 2 - "Стартовые" и "конечные" остановки конкретного пользователя

Пусть S - множество остановок общественного транспорта. И пусть для каждой остановки $s \in \mathrm{S}$ определены ее пространственные (например, географические) координаты $\mathbf{x}_s \equiv (x_s, y_s, z_s)$ и некоторый уникальный идентификатор остановки, обозначаемый ID(s). Без ограничения общности можем считать множество S упорядоченным (например, по ID(s)): $S = \{s_1, s_2, \ldots, s_{|S|}\}$.

Пусть величина d определяет календарную дату, величина t - время суток, а $w(d) \in W$ - день недели, принимающий значения из множества: $\mathrm{W}=\mathrm{W}_0 \cup \mathrm{W}_1$, $\mathrm{W}_0 \equiv \{MON, TUE, WEN, THU, FRI\}$, $\mathrm{W}_1 \equiv \{SAT, SUN\}$.

Задача определения "предпочитаемых пользователем остановок" при его нахождении в определенных пространственно-временных координатах может быть формализована следующим образом.

Дано:

а) множество $\{\mathbf{x}_i, d_i, t_i; z_i\}_{i\in\Im}$. прецедентов в виде (вектор признаков; ответ)

б) вектор признаков новой ситуации $\mathbf{x}, d, t$.

Надо: Для указанного вектора $\mathbf{x}, d, t$ определить перестановку $\sigma: \square_{|S|} \to \square_{|S|}$ объектов из упорядоченного множества (остановок). Результатом для пользователя является упорядоченный список остановок: $s_{\sigma(1)}, s_{\sigma(2)}, \ldots, s_{\sigma(|S|)}$.

Решение: В настоящей работы используется подход, основанный на идеи алгоритма вычисления оценок, предложенного академиком Ю.И. Журавлевым, и метода непараметрического оценивания плотности вероятности Парзена. А именно, зададим величину $\Gamma(\textit{вектор признаков}; \textit{класс})$, характеризующую принадлежность вектора признаков к классу, в виде

$$\Gamma(\mathbf{x}, d, t; z) = \sum_{i\in\Im} \mu(\mathbf{x}, d, t; \mathbf{x}_i, d_i, t_i) I(z_i = z),$$

$$\mu(\mathbf{x}, d, t; \mathbf{x}_i, d_i, t_i) = I\left(\begin{array}{l}\left(w(d)\in W_0 \wedge w(d_i)\in W_0\right)\vee \\ \left(w(d)\in W_1 \wedge w(d_i)\in W_1\right)\end{array}\right)\cdot \exp\left(-\alpha|t-t_i|\right)\cdot \exp\left(-\beta\|\mathbf{x}-\mathbf{x}_i\|\right).$$

Здесь индикатор события

$$I(a) = \begin{cases} 1, & a = true; \\ 0, & a = false. \end{cases}$$

Величины $\alpha, \beta \in \square_+$ - некоторые коэффициенты, $|t - t_i|$ - числовая величина (например, число секунд), характеризующая разницу между моментами времени t, t_i. В результате алгоритм решения задачи определения "предпочитаемых пользователем остановок" будет иметь следующий вид:

Шаг 1. Для всех остановок из множества S рассчитываются величины:

$$\Gamma(\mathbf{x}, d, t; ID(s_i)), \quad i = \overline{1, |S|}.$$

Шаг 2. Полученное в (15) множество значений упорядочивается по убыванию, формируется перестановка $\sigma: \square_{|S|} \to \square_{|S|}$.

Визуализация результатов проводилась на основе сервиса Google Maps. В экспериментальном исследовании работоспособности предложенных методов и алгоритмов использовались данные мобильного приложения «Прибывалка-63» сервиса tosamara.ru.

Для наглядного представления результатов работы предложенного подхода были построены карты с различными параметрами $\alpha, \beta \in \square_+$ и временем запроса. Цвет области на карте соответствует первой остановке из упорядочен-

ного списка. Пример определения предпочитаемой остановки для исследуемого пользователя представлен на рисунке 3.

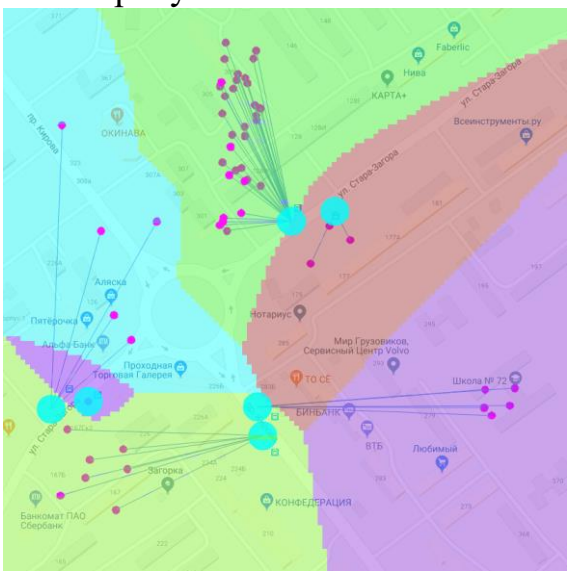


Рисунок 3 - Карта предпочитаемых остановок в зависимости от местоположения пользователя во время использования рекомендательной системы

Также для сравнения с предложенным алгоритмом был реализован метод, при котором пользователю предлагалась ближайшая остановка, без учета предыдущих запросов. Точность классификации остановки для предложенного алгоритма составила 93%, для алгоритма ближайшей остановки – 65%, что подтверждает правильность ранжирования остановок представленным методом.

Литература

1. Chorus, C.G. et al. Use and effects of Advanced Traveller Information Services (ATIS): A review of the literature / C.G. Chorus, E.J.E. Molin, B. Van Wee // Transport Reviews. — 2006. — T. 26(2). — C. 127–149. — DOI: 10.1080/01441640500333677.

2. Agafonov, A.A. et al. Numerical route reservation method in the geoinformatic task of autonomous vehicle routing / A.A. Agafonov, V.V. Myasnikov // Computer Optics. — 2018. — T. 42(5). — C. 912–920. — DOI: 10.18287/2412-6179-2018-42-5-912-920.

3. Agafonov, A.A. et al. Big data analysis in a geoinformatic problem of short-term traffic flow forecasting based on a K nearest neighbors method / A.A. Agafonov, A.S. Yumaganov, V.V. Myasnikov // Computer Optics. — 2018. — T. 42(6). — C. 1101–1111. — DOI: 10.18287/2412-6179-2018-42-6-1101-1111.

4. Agafonov, A. et al. Traffic flow forecasting algorithm based on combination of adaptive elementary predictors / A. Agafonov, V. Myasnikov // Communications in Computer and Information Science. — 2015. — T. 542. — C. 163–174. — DOI: 10.1007/978-3-319-26123-2_16.

5. Portugal, I. et al. The use of machine learning algorithms in recommender systems: A systematic review / I. Portugal, P. Alencar, D. Cowan // Expert Systems with Applications. — 2018. — T. 97. — C. 205–227. — DOI: 10.1016/j.eswa.2017.12.020.

О.К. Головнин

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

(Самарский университет)

Среди задач, возникающих в процессе управления транспортными потоками (ТП), распространенной является задача мониторинга характеристик ТП [1, 2], а также фиксация нарушений отдельными транспортными средствами скоростного режима, сигналов светофора, линий дорожной разметки. Применяемые системы мониторинга характеристик ТП обеспечивают опрос камер фиксации правонарушений, радарных детекторов, метеостанций, и позволяют осуществлять контроль их функционирования, однако проблема искажения данных вследствие нестабильности технических устройств и каналов связи еще не решена в полной мере. Достижения науки и практики в области искусственного интеллекта [3] и глубокого машинного обучения [4] позволят снизить влияние указанных проблем.

Модели ТП, используемые в передовых системах управления транспортом, усложняются [5]: с целью улучшения характеристик управления в них вводятся дополнительные параметры и переменные, значения которых задаются с помощью петлевых датчиков, фото- и видеокамер, спутниковых навигационных систем, операторов сотовой связи, дистанционного зондирования Земли. Таким образом, модели ТП становятся зависимы от большого количества первичных данных, которые могут быть противоречивы, неполны и недостоверны. Возникает потребность в оперативном анализе характеристик ТП с использование подходов, ориентированных на данные (data-driven), позволяющих динамически менять поведение системы управления в зависимости от информации, которую удаётся извлечь.

Цель работы состоит в повышений эффективности и оперативности мониторинга характеристик ТП путём разработки информационно-аналитической системы, обеспечивающей сбор, хранение и обработку информации с использованием глубокого машинного обучения и подходов, ориентированных на данные (data-driven).

Проведен системный анализ данных, полученных из различных источников, например, с датчиков ТП, метеостанций, видеокамер, открытых медиа, для получения характеристик ТП. Применен подход, ориентированный на данные, который оценивает влияние дорожных, погодных, организационных факторов на ТП. Применение искусственного интеллекта с глубоким машинным обучением на основе нейросетей позволило выработать решение, позволяющее снизить влияние пропусков наблюдений в первичных данных.

Реализуемое программное обеспечение интеллектуальной

информационно-аналитической системы оперативного мониторинга характеристик ТП масштабируется и тиражируется для возможности использования на практике в составе интеллектуальных транспортных систем, автоматизированных систем управления дорожным движением и подобных передовых систем управления транспортом (рисунок 1).

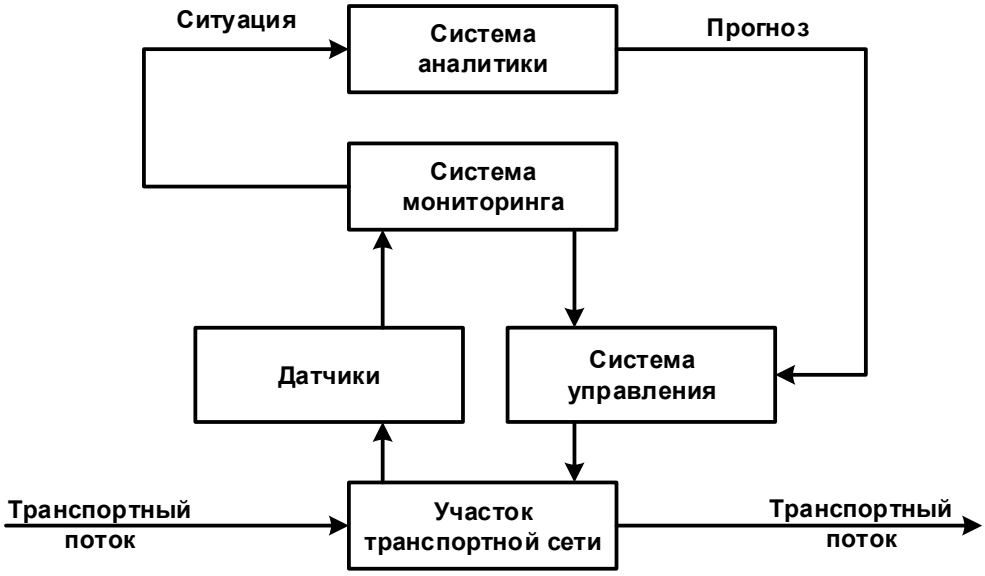


Рис. 1. Схема взаимодействия систем

Информационно-аналитическая система обеспечивает сбор информации с датчиков транспорта (рисунок 2), адаптируясь к их программным интерфейсам. При этом обеспечивается поддержка данных, получаемых со следующей детализацией: полоса движения, направление движения, тип транспортного средства.

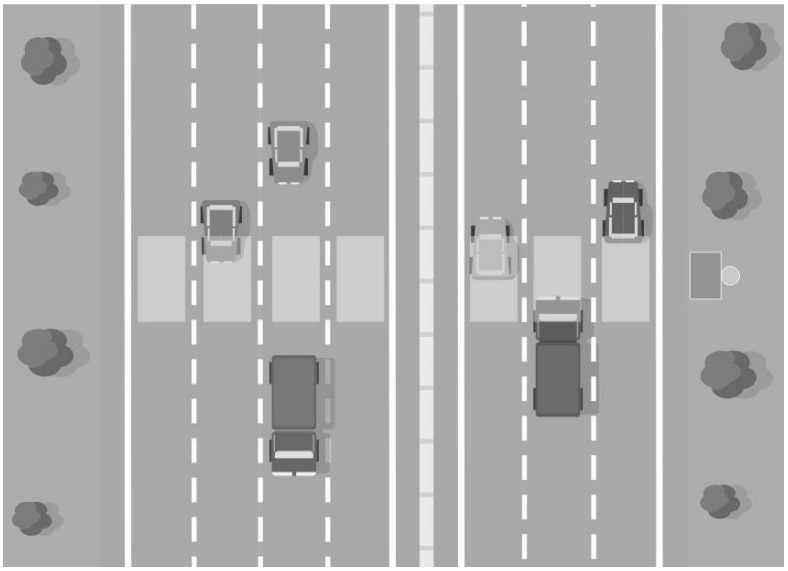


Рис. 2. Расположение датчиков на участке транспортной сети

Разработанное решение по получению информации о ТП из различных источников на основе подхода data-driven позволяет принимать оперативные решения об управлении ТП при наличии недостоверных, противоречивых и неполных данных. Технология анализа данных о ТП на основе искусственного

интеллекта с глубоким машинным обучением позволяет за счет выявления зависимостей снизить влияние нестабильности дорожной обстановки и пропусков наблюдений.

Применение научных и практических результатов, полученных по результатам выполнения научно-исследовательской работы, позволит повысить эффективность и оперативность мониторинга характеристик ТП:

- сокращение времени получения агрегированных макроскопических характеристик ТП в среднем на 40%;
- снижение числа ошибок при восстановлении пропущенных наблюдений в среднем на 55%;
- повышение точности предсказания макроскопических характеристик ТП в среднем на 30%.

Для научно-технического потенциала Российской Федерации разработанная система позволит достичь следующих эффектов:

- экономический – снижение издержек, вызванных неэффективной оценкой текущего состояния ТП;
- социальный – повышение комфортности и качества транспортного обслуживания;
- управленческий – обеспечение лиц, принимающих решение, полной, достоверной, оперативной и детализированной информацией;
- технологический – стимулирование развития перспективных интеллектуальных информационных технологий.

Литература

1 Моделирование транспортных потоков как метод логистического управления транспортными процессами мегаполисов и способ рационального планирования дорожной сети в городах / В.В. Зырянов, П.Г. Кериди, Л.Б. Миротин, Ю.В. Голеницкий // Вестник транспорта. – 2008. – №. 1. – С. 37-44.

2 Головнин, О.К. Системный анализ и моделирование объектов, процессов и явлений транспортной инфраструктуры в технических системах управления движением / О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20, № 6(2). – С. 301-310.

3 Головнин, О.К. Вейвлет-анализ как инструмент исследования характеристик дорожного движения для интеллектуальных транспортных систем в условиях недостающих данных / О.К. Головнин, А.А. Столбова // Труды СПИИРАН. – 2019. – № 2(18). – С. 326-353.

4 Traffic flow prediction with big data: a deep learning approach / Lv Y. et al. // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2015. – Т. 16. – №. 2. – С. 865-873.

5 Жанказиев, С.В. Интеллектуальные транспортные системы. Пути развития / С.В. Жанказиев // Информационные технологии и инновации на транспорте. – 2016. – С. 3-9.

О.К. Головнин, А.С. Привалов

АЛГОРИТМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПРИЗНАКОВ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

(Самарский университет)

Детектирование элементарных признаков (паттернов или сигнатур) в акустических сигналах широко распространено и используется во многих программных продуктах, таких как [1]: Shazam, SoundHound / Midomi, Chromaprint, Echoprint, ShotSpotter, AudioAnalytics. Однако, такой подход не получил широкого распространения в области анализа характеристик транспортного потока (ТП). Основной идеей является подсчет количества транспортных средств (ТС) в имеющемся акустическом сигнале. В качестве паттерна выступает элементарный признак аутистического излучения одиночного проезжающего ТС.

Разработанный алгоритм предоставляет возможность сбора сведений об интенсивности ТП на участке улично-дорожной сети на основе аудиозаписи, получаемой с мобильного устройства [2, 3]:

Шаг 1. Сбор исходных данных. Процесс получения акустического сигнала с помощью мобильного приложения, которое прикрепляет к файлу, содержащему аудиосигнал, данные о времени и месте записи с детализацией до стороны улицы или перекрестка. Данные централизуются на сервере обработки данных, где происходит их сохранение и анализ.

Шаг 2. Быстрое преобразование Фурье. К аудиозаписи применяется быстрое преобразование Фурье [4] с целью получения спектрограммы аудиосигнала (рисунок 1).

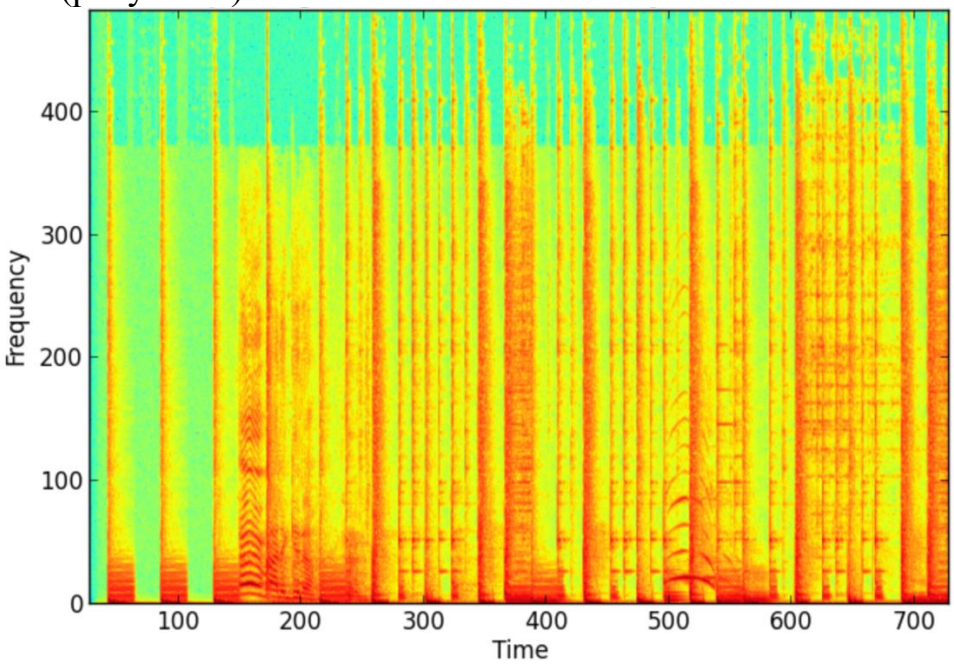


Рис. 1. Спектрограмма акустического сигнала

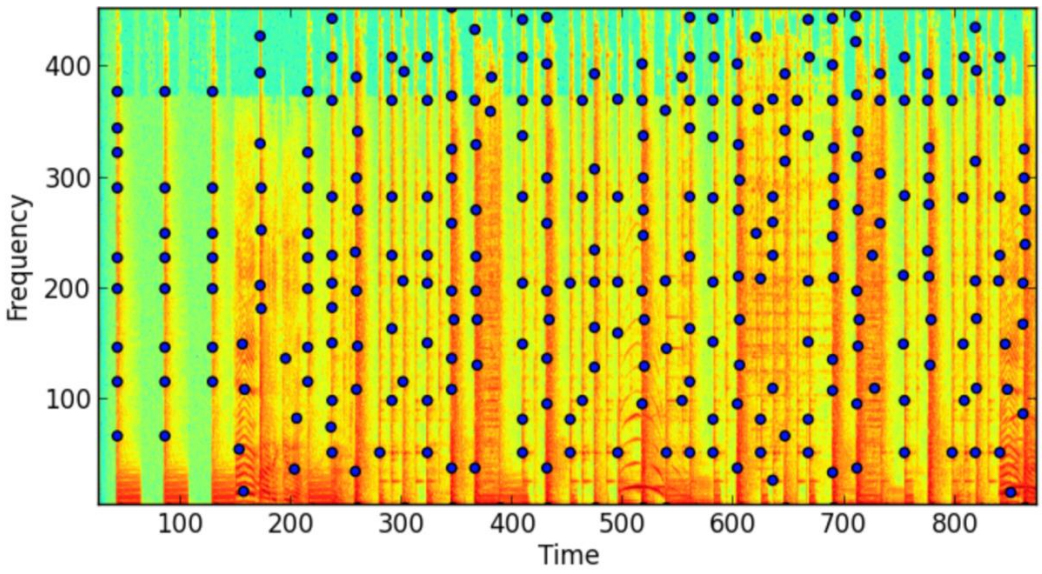


Рис. 2. Спектрограмма аудиозаписи после применения фильтров

Шаг 3. Фиксация пиков амплитуды. На данном шаге применяются фильтры, которые позволяют зафиксировать пики амплитуды даже при наличии посторонних шумов [5]. На рисунке 2 синим цветом отмечены пики амплитуды, которые были построены с применением фильтров.

Шаг 4. Детектирование паттернов. Следующей задачей является непосредственно обнаружение ТС по заранее заданным паттернам. Пример используемого паттерна показан на рисунке 3.

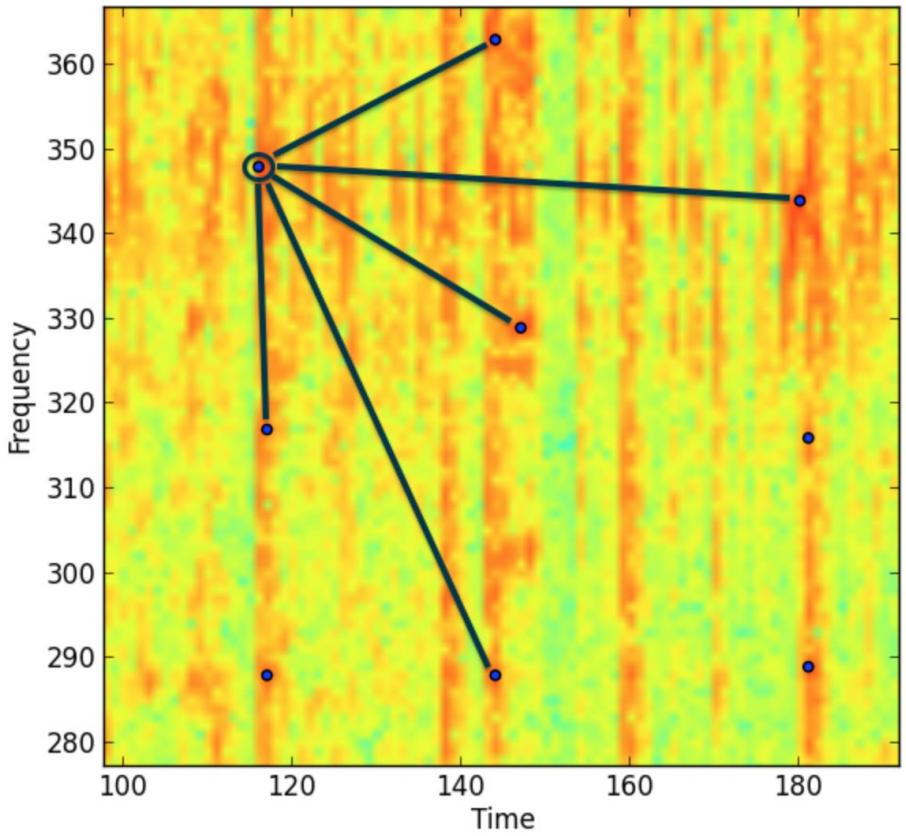


Рис. 3. Запись одного ТС, выступающего в качестве эталона

Шаг 5. Консолидация данных. После подсчета количества ТС в акустическом сигнале, данная информация сохраняется в базе данных совместно вместе с данными о месте и времени. Происходит объединение данных об интенсивности ТР, ранее содержащихся в базе данных, с вновь полученными данными.

Для проверки разработанного алгоритма собраны данные из открытых хранилищ [6] и с помощью мобильного приложения [2]. Собранные авторами данные представлены в [7]. Результат исследования разработанного алгоритма детектирования ТС показал его недостаточную эффективность – распознано 73% транспортных средств. Однако, доля распознанных ТС по аудиозаписям авторов [7] меньше на 20%, чем при использовании высококачественных аудиозаписей [6]. Таким образом, можно сделать вывод о применимости предложенного алгоритма при его доработке, позволяющей снизить влияние посторонних шумов.

Литература

1 Music recognition algorithms, fingerprinting, and processing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.toptal.com/algorithms/shazam-it-music-processing-fingerprinting-and-recognition (дата обращения: 18.05.2019).

2 Привалов, А.С. Мобильное приложение для определения характеристик транспортных потоков путем анализа звуковых сигналов [Электронный ресурс] / А.С. Привалов, О.К. Головнин // Математика. Компьютер. Образование: тезисы докладов двадцать шестой международной конференции (Пущино, 28 января – 2 февраля 2019 г.). – Москва, 2019. – Режим доступа: http://mce.su/rus/archive/mce26/doc333051/ (дата обращения: 18.05.2019).

3 Головнин, О.К. Система сбора, хранения и обработки данных о транспортно-эксплуатационном состоянии улично-дорожной сети / О.К. Головнин, А.С. Привалов // VI Всероссийская конференция «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений»: сборник трудов. – Т. 2. – Уфа: УГАТУ, 2018. – С. 159-163.

4 Быстрое преобразование Фурье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Быстрое_преобразование_Фурье (дата обращения: 18.05.2019).

5 Документация библиотеки Scipy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/ndimage.html (дата обращения: 18.05.2019).

6 Sound Data Set [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://freesound.org/ (дата обращения: 18.05.2019).

7 Собранные исходные данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dropbox.com/sh/bwu8vnek1tlgduc/AACh76tcFD3tpFpyMUBowNEaa?dl=0 (дата обращения: 18.05.2019).

О.К. Головнин, К.В. Пупынин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТНЫХ РЕСУРСОВ БРАУЗЕРНЫМИ ПРОГРАММНЫМИ СРЕДСТВАМИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

(Самарский университет)

На основе платформы моделирования SUMO [1] могут разрабатываться различные решения для имитационного микроскопического моделирования транспортных потоков (ТП), в том числе браузерные (веб-ориентированные). При микроскопическом подходе каждое транспортное средство описывается габаритами, весом, пространственным положением, скоростью и функцией ускорения [2]. Отображение таких детализованных данных о ТП в браузере потребует существенных ресурсов компьютера и высокой пропускной способности сети [3]. Предлагается подход к веб-ориентированному моделированию ТП, обеспечивающий снижение требований к аппаратному обеспечению клиентского компьютера и сетевому подключению.

Архитектуру системы моделирования ТП требуется строить таким образом, чтобы реальные данные дорожной сети для имитации ТП передавались в SUMO, базирующийся на стороне сервера. Сервер приложений, обеспечивающий клиентские приложения удобным кроссплатформенным интерфейсом, для взаимодействия с SUMO использует протокол TraCI [1], который позволяет получать значения моделируемых объектов и контролировать их поведение. Видится резонным использовать специализированные паттерны проектирования [4]. Сервер приложений должен реализовывать паттерн проектирования «Декоратор». Клиентское приложение, работающее в браузере, обращается к серверу приложений с использованием концепций REST/WebAPI. Для уменьшения нагрузки на оперативную память, а также на сетевой трафик, предлагается использовать паттерн «Легковес» (рисунок).

При реализации паттерна выделяется повторяющаяся часть состояния класса Vehicle, представляющего транспортное средство, и эта повторяющаяся часть помещается в дополнительный класс VehicleType. Такой подход позволяет сократить количество повторяющихся данных во всех экземплярах класса Vehicle, при этом отдельное транспортное средство ссылается на несколько общих объектов, хранящих общие данные. Таким образом, будет использовано меньше оперативной памяти и сократится нагрузка на сетевое соединение.

Тестирование подхода для дорожной сети г.о. Самара, сформированной по данным OSM [5], показало, что при моделировании 1000 транспортных средств, добивается сокращение объема данных, размещенных в оперативной памяти, на 80%, сокращение объема передаваемых данных на 75%.

Предлагаемый подход будет использован для разработки веб-

ориентированной системы микроскопического моделирования ТП. Реализация паттерна «Легковес» будет применена не только к отдельным транспортным средствам, но и к моделируемым объектам, процессам и явлениям транспортной инфраструктуры [6].

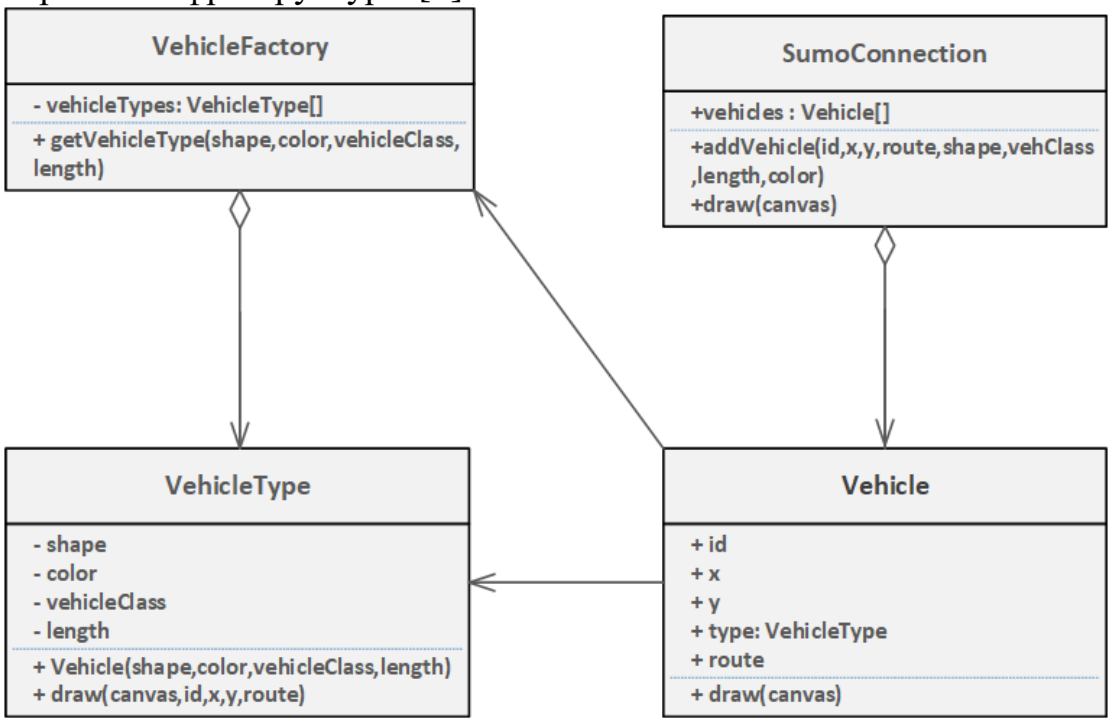


Рис. 1. Реализация паттерна «Легковес»

Литература

1 SUMO: Simulation of Urban MObility [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://sumo.dlr.de/wiki/Simulation_of_Urban_MObility_-_Wiki (дата обращения: 18.05.2019).

2 Data-parallel agent-based microscopic road network simulation using graphics processing units [Текст] / Heywood P. et al. // Simulation Modelling Practice and Theory. 2018. Vol. 83. P. 188-200.

3 Пупынин, К.В. Разработка водитель-ориентированного 3D-симулятора движения транспортных потоков [Электронный ресурс] / К.В. Пупынин, О.К. Головнин // Математика. Компьютер. Образование : тезисы докладов двадцать шестой международной конференции. – Москва, 2019. – Режим доступа : http://mce.su/rus/archive/mce26/doc333028/ (дата обращения: 18.05.2019).

4 Михеев, С.В. Использование паттернов проектирования в автоматизированной системе паспортизации автомобильной дороги [Текст] / С.В. Михеев, О.К. Головнин, В.А. Ключников // IT & Транспорт : сб. науч. статей. – Самара : Интелтранс, 2014. – Т. 1. – С. 66–73.

5 Open Street Map [Электронный ресурс] // Open Street Map Homepage. – Режим доступа : http://www.openstreetmap.org (дата обращения: 18.05.2019).

6 Головнин, О.К. Системный анализ и моделирование объектов, процессов и явлений транспортной инфраструктуры в технических системах управления движением [Текст] / О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20, № 6(2). – С. 301-310.

О.К. Головнин, Е.В. Сидорова

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИЧИН ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

(Самарский университет)

В современном развитом обществе довольно ощутимой проблемой остаются дорожно-транспортные происшествия (ДТП), наносящие ущерб жизням и здоровью участников движения, транспортным средствам и инфраструктуре, приводящим к транспортным заторам, экономическим издержкам, нарушающим экологическую безопасность [1]. Для обеспечения безопасности дорожного движения и снижения ущерба от ДТП принимаются различные активные и пассивные меры (рисунок 1) [2]. Развитие информационных технологий в общем, и интеллектуальных информационных технологий, в частности, привело к появлению новых способов эффективного предсказания возможности возникновения ДТП, что, в свою очередь, позволяет принимать превентивные меры по устранению условий, приводящих к ДТП [3]. Именно поэтому актуальной является разработка походов, позволяющих прогнозировать возможность возникновения ДТП с использованием интеллектуальных технологий анализа больших данных.



Рис. 1. Меры обеспечения безопасности дорожного движения

Цель работы – анализ данных, получаемых из различных структурированных и неструктурированных источников, для оценивания риска возникновения ДТП. Для реализации цели разрабатывается автоматизированная система на основе нейросетей, которая рассчитывает вероятность возникновения таких опасных ситуаций, как:

- столкновение;
- опрокидывание;
- наезд на стоящее транспортное средство, наезд на препятствие;
- наезд на пешехода, наезд на велосипедиста, наезд на животное;
- иные виды ДТП (происшествия, не относящиеся к указанным выше видам).

Разработана структурная схема автоматизированной системы (рисунок 2).

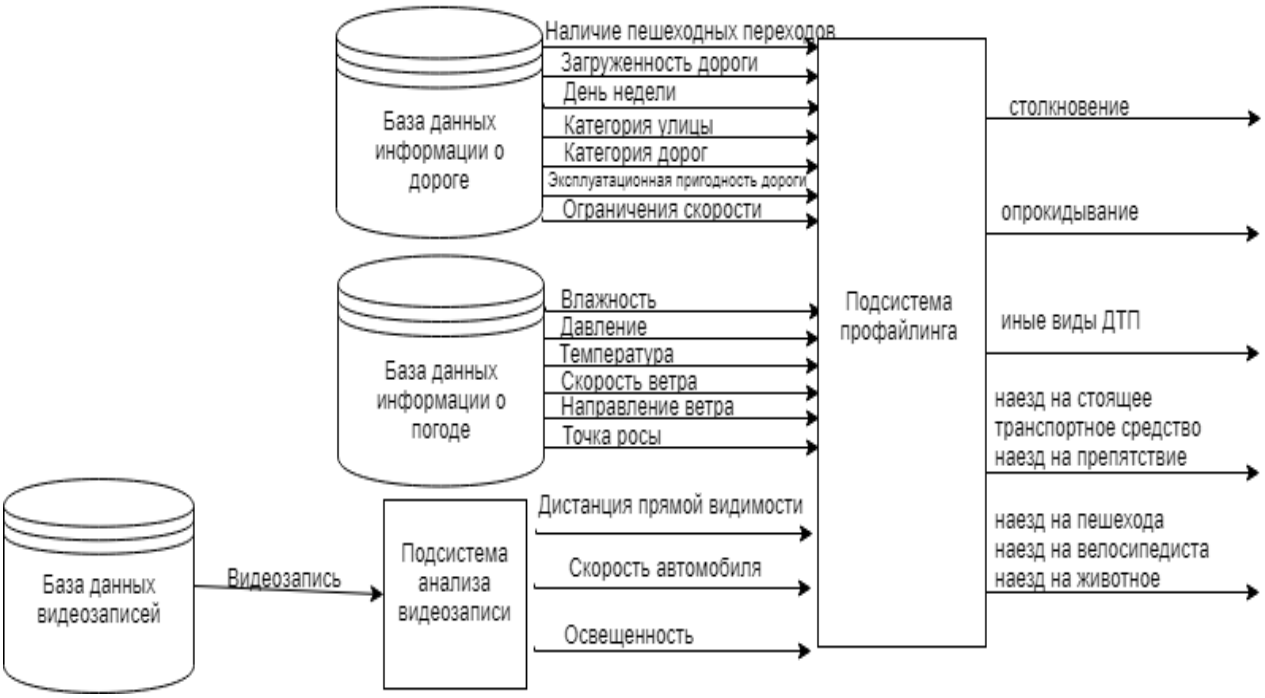


Рис. 2. Структурная схема системы

Система состоит из двух подсистем. В результате работы подсистемы анализа видеозаписи на выходе оцениваются:

- наличие, направление и скорость движения транспортных средств;
- наличие, направление и скорость движения пешеходов;
- дистанция прямой видимости;
- освещенность.

Получаемые от подсистемы анализа видеозаписи сведения, дополняемые данными, извлекаемыми из открытых источников, например, из баз данных метеоусловий и банков дорожных данных [4], поступают в подсистему профайлинга. Подсистема профайлинга учитывает следующие метеоусловия:

- влажность;
- давление;
- температура;

- скорость ветра;
- направление ветра;
- точка росы.

Подсистема профайлинга учитывает следующие данные об участке автодороги:

- загруженность дороги;
- наличие пешеходных переходов;
- день недели;
- категория;
- эксплуатационная пригодность;
- ограничение скорости.

Разработка системы ведется с использованием технологии машинного обучения. В качестве основного рабочего фреймворка выбран Accord.NET [5]. В системе используются свёрточные нейронные сети.

В результате внедрения разрабатываемой системы ожидается повышение оперативности реагирования на возникновение опасных ситуаций на улично-дорожной сети. Своевременное предупреждение о возникновении опасных условий государственных служб и участников дорожного движения позволит повысить безопасность дорожного движения. Дальнейшие исследования будут направлены на выявление наиболее эффективных конфигураций используемых нейронных сетей.

Литература

1 Официальный сайт Госавтоинспекции. – URL: http://stat.gibdd.ru.

2 Решетова Е., Блинкин М. Безопасность дорожного движения. История вопроса, международный опыт, базовые институции. – Litres, 2018.

3 Майоров В.И. Управление риском в системе обеспечения безопасности дорожного движения // Вестник Уральского института экономики, управления и права. – 2018. – №. 3 (44).

4 Головнин О.К., Привалов А.С. Система сбора, хранения и обработки данных о транспортно-эксплуатационном состоянии улично-дорожной сети // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений: сборник трудов всерос. конф. – Т. 2. – Уфа : УГАТУ, 2018. – С. 159-163.

5 Accord Framework. – URL: http://accord-framework.net.

А.В. Графкин, В.В. Графкин

СИСТЕМА ПОМОЩИ ПРИ ПАРКОВКЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(ООО «ЕС-пром», Самарский университет)

Множество современных автомобилей оснащено различными системами, облегчающими их управление. В том числе популярны системы помощи при парковке. Как правило, чувствительные элементы (датчики) размещены по периметру автомобиля. Наибольшее распространение получили системы, использующие ультразвуковые датчики измерения расстояния до объекта (радарные системы), а также системы кругового видео-обзора (видеосистемы). Часто установка этих систем сопровождается частичным повреждением элементов автомобиля. Например, установка ультразвукового датчика требует сверления бампера. Недостатком использования данных систем является их подверженность загрязнению (пыль, грязь), что приводит к искажению предоставляемой ими информации. Конструкция некоторых автомобилей предусматривает очистку и укрытие камер системы видео-обзора от загрязнения до момента их включения. Однако, не существует средств, входящих в состав современного автомобиля, которые выполняли бы функцию очистки ультразвуковых датчиков.

Вместе с тем, системы автоматической парковки, использующие данные радарных и видеосистем, могут быть бесполезны там, где физические преграды малы или слабо заметны. Например в парковочных системах (рис. 1).



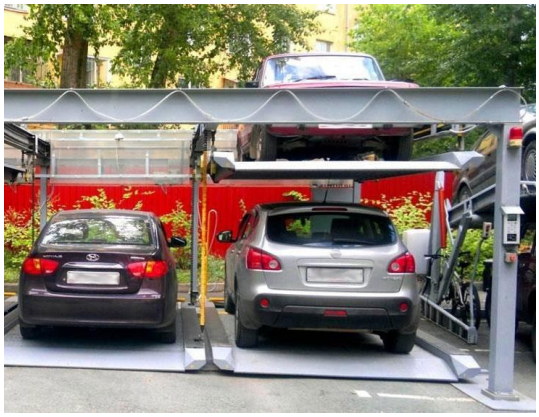


Рис. 1. Парковочная система

Физические преграды могут отсутствовать. Например, в зонах, являющихся частью пожарного проезда. Кроме того, на транспортном средстве законом может быть запрещена установка дополнительного несъемного оборудования и/или установка указанных систем не предусмотрена производителем.

В настоящей работе предлагается система, позволяющая водителю облегчить парковку автотранспорта на открытых пространствах в незнакомых, малознакомых местах или в местах с частой изменяемостью ограничений по возможностям парковки. Система устанавливается непосредственно в месте, предназначенном для парковки автотранспорта, а также может использоваться в качестве тренажера для приобретения навыков парковки в гаражный объект, на городских временных стоянках, расположенных на улицах около крупных торговых центров, музеев, государственных учреждений, офисных зданий. Используемые сейчас тренажеры не позволяют обеспечить сохранность автомобиля.

Взаимодействие с водителем осуществляется с помощью мобильного приложения, которое посредством интерфейса Bluetooth связывается с подсистемой фиксации нарушения автомобилем границы парковочной зоны.

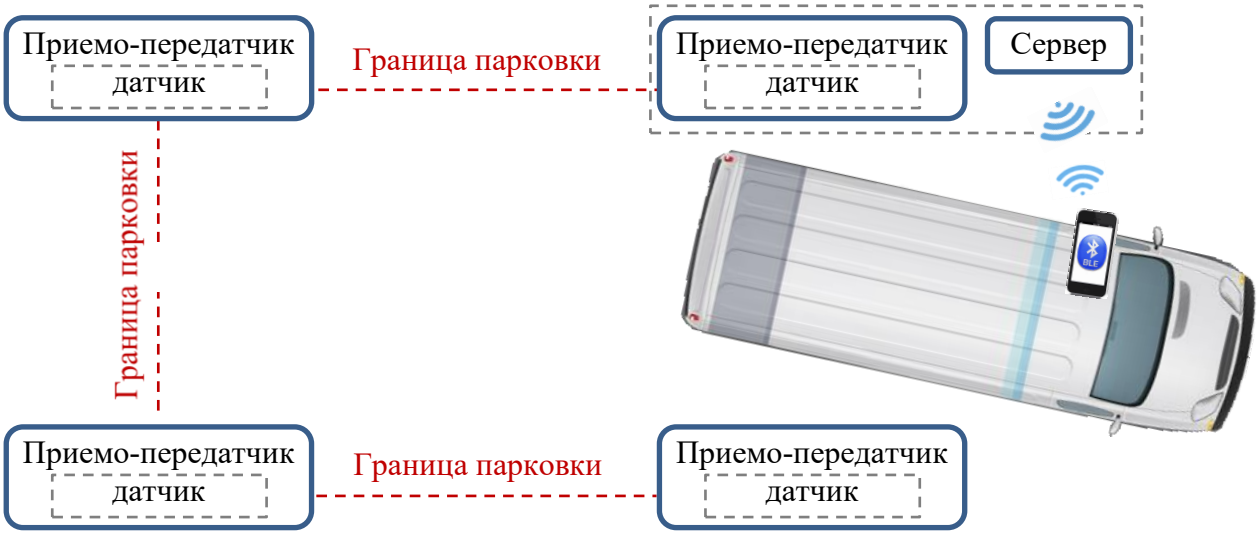


Рис. 2. Пример конфигурации системы

В подсистему фиксации нарушения границы входят:

- блоки приема-передачи сигналов, устанавливаемых вдоль границ парковочной зоны. Эти блоки по наличию кодированного посредством инфракрасного протокола связи (IR-протокола) сигнала, определяют пересечение границы парковки;
- сервер системы, осуществляет сбор и обработку данных с датчиков, а также связь с мобильным устройством водителя и информирование о нарушении границы. Сервер является энергоэффективным микроконтроллерным и компактным устройством, конструктивно может быть выполнен в одном корпусе с блоком приема-передачи (рис. 2).

Связь сервера с мобильным устройством осуществляется по протоколу BLE (Bluetooth Low Energy – спецификация ядра беспроводной технологии Bluetooth со сверхмалым пиковым энергопотреблением). Это позволяет устройству работать длительное время от аккумуляторной батареи малой емкости на

расстоянии до 10 метров. Сервер соединяется с мобильным устройством в течение 5 миллисекунд (при отсутствии критически-важных ситуаций, обрабатываемых операционной системой мобильного устройства).

Размещение данной системы на открытом пространстве предполагает решение, обеспечивающее работу при солнечном свете и во время осадков. Если использовать комбинацию лазерный луч – фоторезистор или ИК-диод – ИК-транзистор, система будет подвержена ложным срабатываниям при попадании солнечных лучей на её чувствительную область.

В настоящей работе в качестве чувствительного элемента используется комбинация фотодиод (TSOP) – ИК-светодиод (TSAL), что позволяет определять пересечение границы, как прерывание передачи сигнала, IR-протокола.

Для работы системы необходимо включить BlueTooth интерфейс, выбрать устройство-сервер системы (рис. 3).

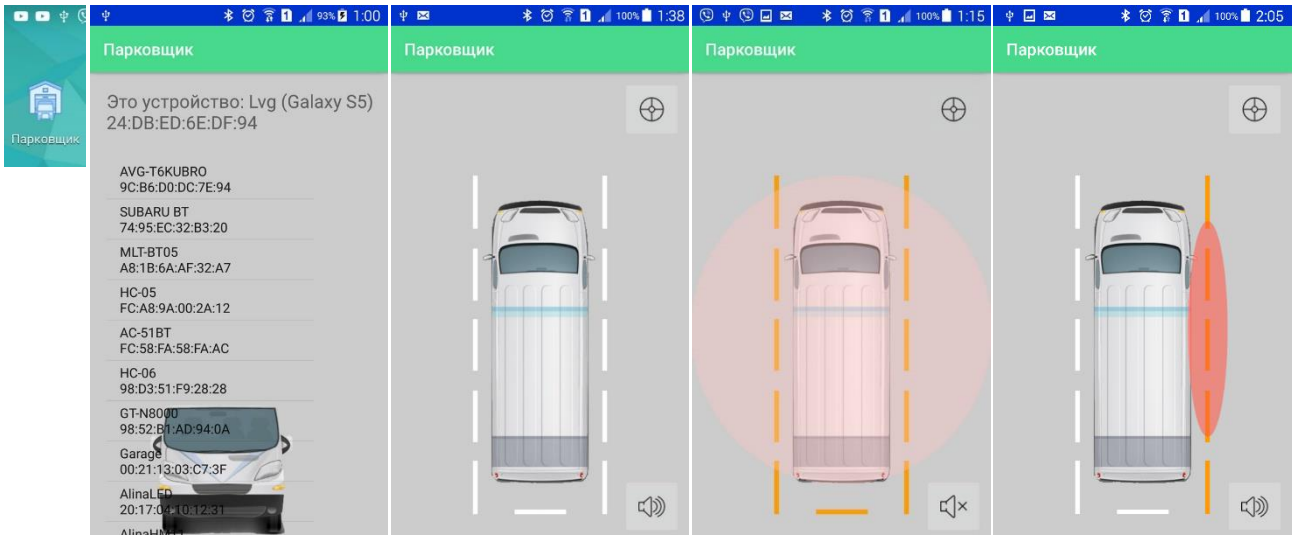


Рис. 3. Интерфейс мобильного приложения, фиксации нарушения границы парковочной зоны

После подключения к серверу приложение перейдет в режим отображения состояния системы. Информирование водителя об опасности осуществляется с помощью анимации и звука. Звук можно отключить, нажав на кнопку в нижней-правой части экрана. Водителю наглядно отображается информация о наличии подключения к серверу, выводятся сигналы о нарушении границы парковочной зоны.

Предложенное в настоящей работе решение обладает следующими преимуществами:

- высокая помехозащищенность от солнечных лучей и осадков, что позволяет устанавливать приемо-передатчики под любым углом;
- мобильность, компактность, автономность устройства;
- модульность, позволяющая конфигурировать систему;
- низкое энергопотребление.

А.А. Гринблат, Т.И. Михеева, Е.В. Чекина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПАСПОРТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

В настоящее время интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS» большой интерес уделяет задаче паспортизации транспортной сети. Паспортизация транспортной сети разрешает вести технический учет объектов транспортной инфраструктуры [1, 2, 3]. В работе представлена автоматизированная информационная система паспортизации транспортной сети, являющаяся плагином и разработанная в среде «ITSGIS». На панели инструментов расположены следующие функционалы: «Показать проект», «Создать новый проект», «Редактировать проект», «Удалить проект», «Сводная ведомость проектов».



Рисунок 1 – Панель инструментов для работы с паспортизацией

Для того чтобы добавить паспортизацию, нужно выбрать функционал «Создать новый проект». После этого будет дана возможность нарисовать ось паспорта дороги, проходящую по всей длине дороги. Когда ось будет нарисована на карте соответствующего тематического слоя, откроется форма, представленная на рисунке 2, требуется заполнить поля данной формы. Функционал плагина построения паспорта отдельной автомобильной дороги или комплексно транспортной сети основан на паттернах проектирования организации дорожного движения и паспортизации автомобильных дорог [4]. После заполнения семантики дороги с визуализацией данной дороги на слое карты, необходимо в базу данных добавить информацию о компании и сотрудниках, отвечающих за разработанный проект построение паспорта дороги, для этого необходимо выбрать функционал «Компания и сотрудники» [5], и откроется форма, соответствующая рисунку 3.

После заполнения семантики о паспортизируемой дороге и включенных геообъектах транспортной инфраструктуры (дорожных знаков, светофоров, разметки и т.д.) в базе данных [6, 7, 8] система либо закрывает форму, добавляя паспорт в базу данных и на карту, либо выводит сообщение об ошибке, в случае если данные введены некорректно или необходимые поля не были заполнены. На рисунках 4, 5 представлены добавленные паспорта дорог городов Муром и Ковров.

Для удаления паспорта нужно выбрать функционал «Удалить проект» и выбрать удаляемый паспорт на карте города. После этого система попросит подтвердить удаление. После подтверждения удаления система выполняет проверку возможности удаления. Если удаление разрешается, то объект удаляется с карты и из базы данных. В случае, если объект удалять не разрешается, то система выводит сообщение об ошибке, с точки зрения неправильно принятого решения.

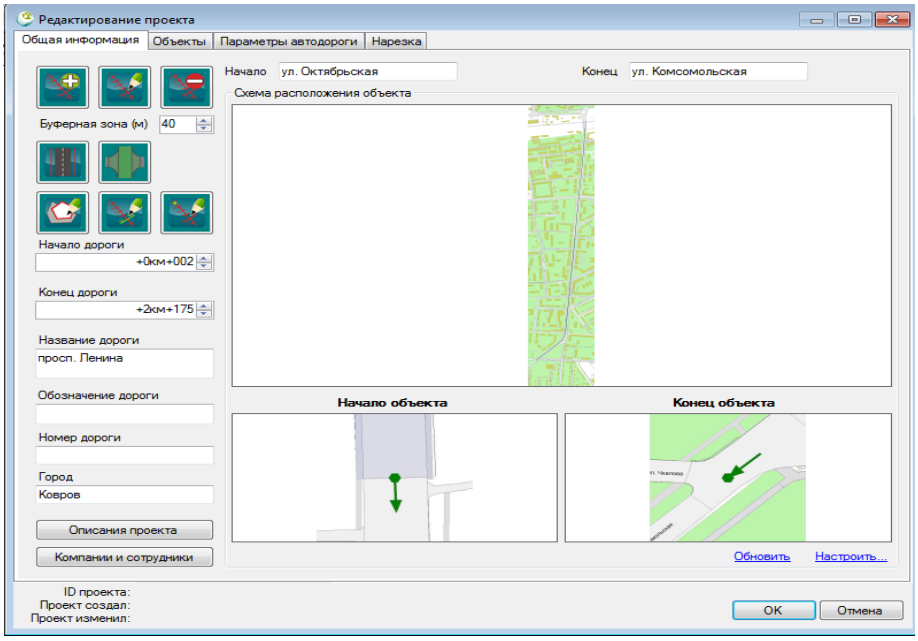


Рисунок 2 – Форма с добавлением паспорта

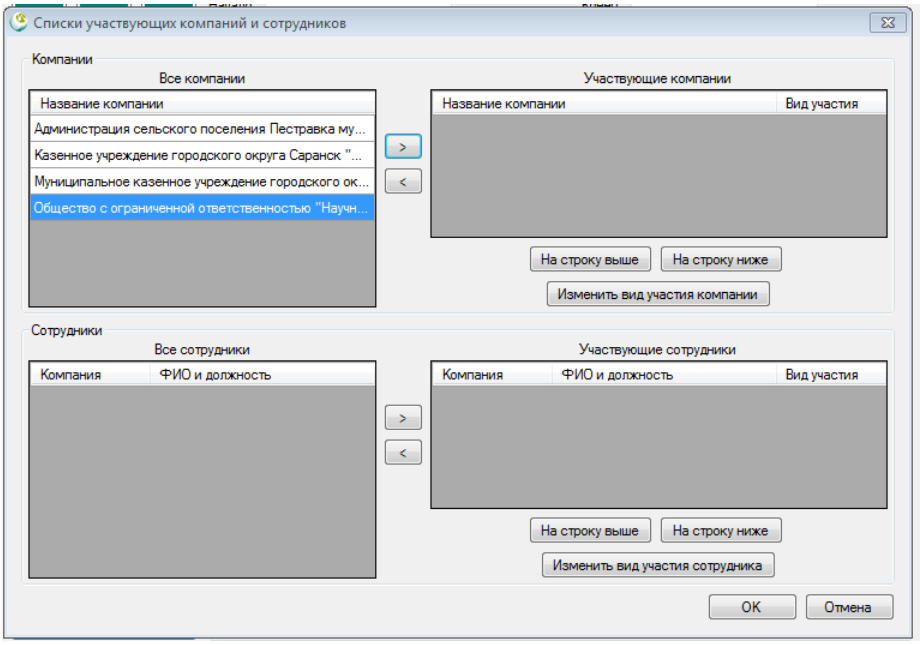


Рисунок 3 – Форма для добавления компаний и сотрудников

Для редактирования паспорта нужно выбрать функционал «Редактировать проект» и выбрать редактируемый паспорт на карте города. После этого на экране появится форма с характеристиками редактируемого паспорта. Аналогично добавлению паспорта, изменив уже вписанные в поля и нажав кнопку «ОК», система проверяет корректность введенных данных и изменяет объект в базе данных, или выводит сообщение об ошибке, если данные введены некорректно.

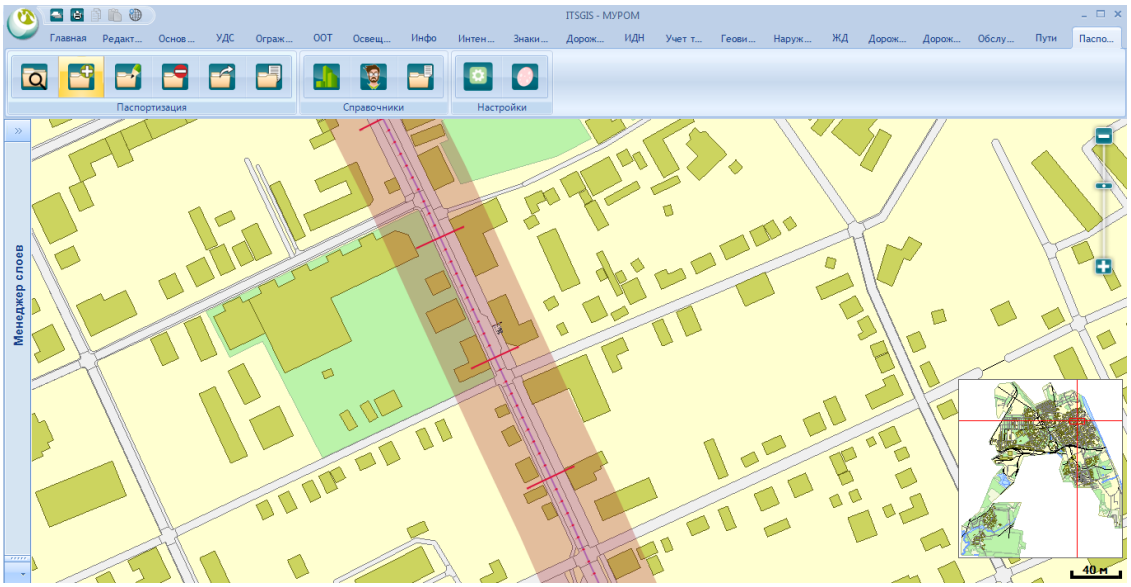


Рисунок 4 – Добавленный паспорт в городе Муром

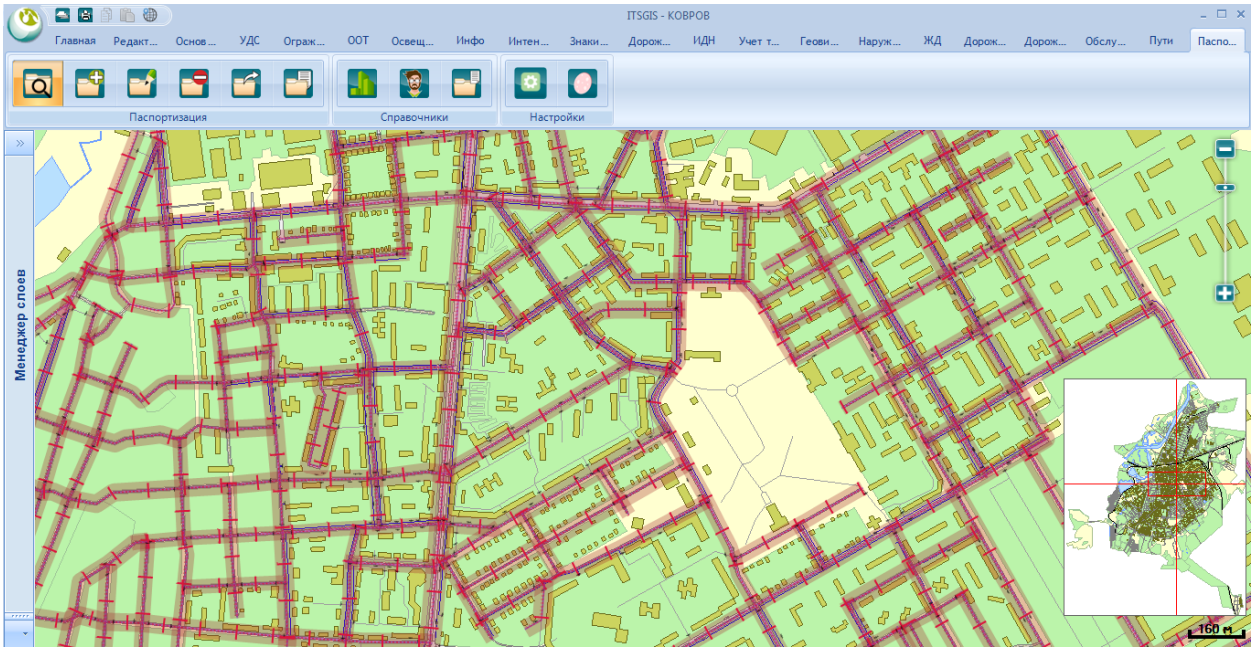


Рисунок 5 – Добавленные паспорта в городе Ковров

Для того чтобы просмотреть сводную ведомость нужно выбрать функционал «Сводная ведомость проектов» на панели инструментов. Откроется окно сводной ведомости, представленное на рисунке 6. Чтобы выбрать ведомость по интересующему паспорту нужно выбрать соответствующую паспорту вкладку.

Чтобы сформировать ведомость нужно выбрать и заполнить интересующие параметры фильтрации. После этого нажать кнопку «Загрузить». Записи в таблице можно редактировать, удалять и показывать на карте нажимая соответствующие кнопки в контекстном меню, появляющимся при нажатии правой кнопки на интересующую запись. Для того чтобы сформировать отчет нужно нажать кнопку «Экспорт». После нажатия система перенесет все записи из сводной ведомости в файл с расширением .rtf.

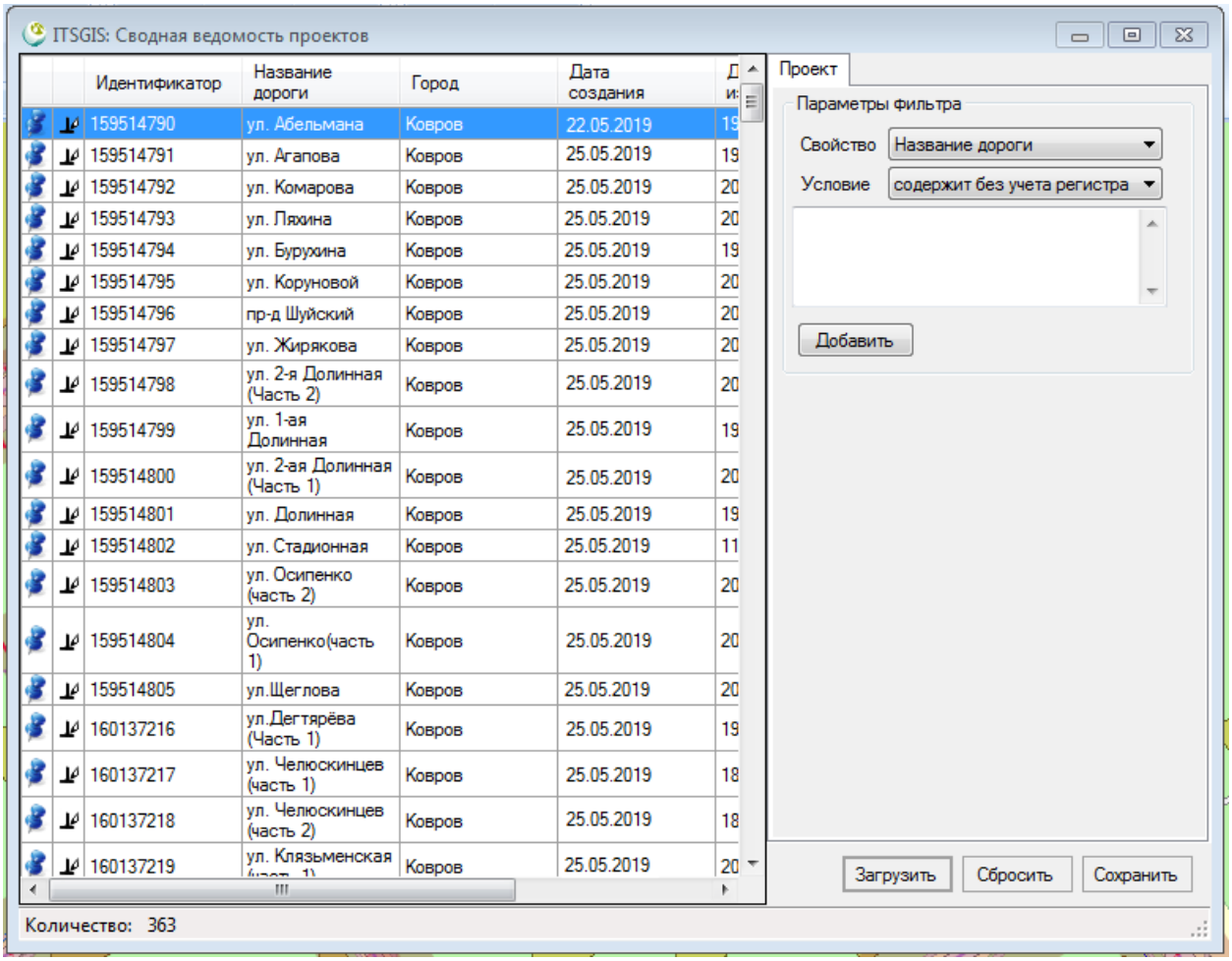


Рисунок 6 – Форма сводной ведомости проектов

Данная система [9, 10] позволяет значительно облегчить и сократить время работы с паспортизаций транспортной сети за счет автоматизирования таких процессов как создание, редактирование удаление, создания сводных ведомостей и экспорта ведомостей паспорта дорог.

Литература

1. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Плагины / Т.И. Михеева, С.В. Михеев и др. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.2. – 217 с.

2. Петров, А.В. Инвентаризация, паспортизация и диагностика автомобильных дорог / А.В. Петров // Дорожная техника. – 2008. – С. 38 – 42.

3. Hallmark, S. Evaluating remotely sensed images for use in inventorying roadway infrastructure features / S. Hallmark [et. al.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http ://lib.dr.iastate.edu/cgi /viewcontent.cgi?article=1177 &context=intrans_reports.

4. Михеев, С.В. Использование паттернов проектирования в автоматизированной системе паспортизации автомобильной дороги / С.В. Михеев, О.К. Головнин, В.А. Ключников // IT & Транспорт : сб. науч. статей; под ред. Т.И. Михеевой. – Самара : Интелтранс, 2014. – Т. 1.–С. 66 – 73.

5. Fedoseev, A. Recognition of urban transport infrastructure objects via hyperspectral images / A.A. Fedoseev, O. Saprykin, T. Mikheeva // VEHITS 2016 : Proceedings of the International conference on vehicle technology and intelligent transport systems. Italy : SCITEPRESS, 2016. – P. 203 – 208.

6. Михеева Т.И., Сидоров А.В., Головнин О.К. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети / Перспективные информационные технологии (ПИТ-2013) //Труды межд. научно-техн. конф. – Самара: Изд-во Самарск. науч. центра РАН , 2013. – С.236-241.

7. Herold, M. Spectrometry and hyperspectral remote sensing of urban road infrastructure [Электронный ресурс] / M. Herold, M. Gardner, V. Noronha, D. Roberts. – Режим доступа : http ://www.eo.uni-jena.de/~c5hema/pub.

8. Михеева Т.И. Интеллектуальная транспортная система. Дислокация дорожных знаков / // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №32. Самара: СамГТУ, 2005. С.53-63.

9. Mikheev, S.V. Disposition of objects of a transport infrastructure in the GIS «ITSGIS» / S.V. Mikheev, T.I. Mikheeva, K.A. Malykova, D.A. Mikhaylov / Computer Science and Information Technologies // Proceedings of the 14th international workshop on computer science and information technologies CSIT’2012, Vol. 2. Ufa – Hamburg – Norwegian Fjords, 2012. – Pp. 74-76.

10. Михеева Т.И. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории / С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1058–1062.

Е.С. Ефремова

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ВИХРЕВОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ДОЗВУКОВОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА*

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Современные средства измерения воздушных сигналов реализуют аэрометрический (аэродинамический) и флюгерный методы и построены на основе приемников воздушных давлений и температуры торможения, флюгерных датчиков аэродинамических углов атаки и скольжения, распределенных на фюзеляже и вынесенных в набегающий воздушный поток [1, 2]. Это приводит к усложнению и увеличению массы построенной на их основе системы. При этом восприятие, выделение, передача и преобразование первичных амплитудных информативных сигналов – давлений, перепадов давлений, углов поворота, сопротивлений и напряжений в измерительных каналах системы связано с аддитивными и мультипликативными погрешностями измерения воздушных сигналов [1, 3].

Возможность достижения меньших потерь информации при восприятии, выделении, преобразовании, передаче и обработке частотно-временных информативных сигналов определяют перспективность работ по разработке системы воздушных сигналов, построенной на основе вихревого метода [4].

Основным конструктивным элементом вихревой системы (см. рисунок) является оригинальный вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости [5, 6], который содержит два клиновидных тела *1*, расположенных ортогонально друг к другу своими основаниями встречно набегающему воздушному потоку.

На тыльных поверхностях клиновидных тел расположены приемники *2* пульсаций давлений, выходы которых подключены к устройствам *3* регистрации частот f_1 и f_2 вихреобразования за клиновидными телами.

Выходы устройств *3* регистрации частот вихреобразования подключены ко входу устройства обработки *4*.

Для измерения всех воздушных сигналов предложено [8] на верхней поверхности струевыпрямителя *5* установить отверстие-приемник *6* статического давления P_H набегающего воздушного потока, который через пневмопровод *7* связан со входом датчика *8* абсолютного давления с частотным выходным сигналом. Выход датчика *9* в виде частоты f_{P_H}, пропорциональной статическому давлению P_H набегающего воздушного потока, подключен ко входу устройства обработки *4*, в виде вычислителя, реализующего разработанные алгоритмы

* Работа выполнена по гранту РФФИ № 18-38-00094.

определения всех высотно-скоростных параметров движения летательного аппарата (ЛА) [8].

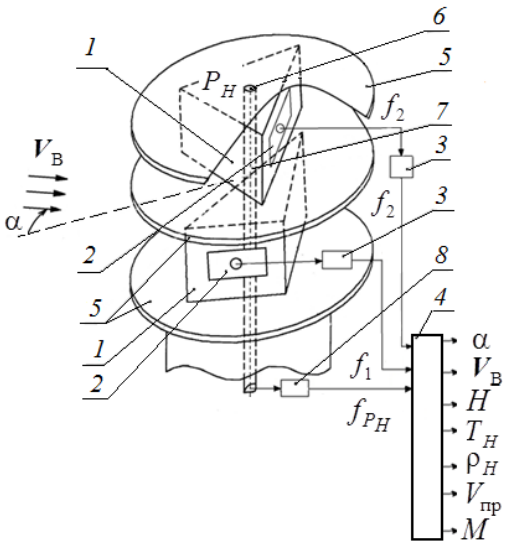


Рис. 1. Конструктивно-функциональная схема вихревой системы воздушных сигналов летательного аппарата

Используя стандартную зависимость барометрической высоты H от статического давления P_H [1], связь инструментальной погрешности ΔH измерения барометрической высоты H с инструментальной погрешностью ΔP_H используемого датчика абсолютного давления можно оценить соотношением

$$\Delta H = 2396{,}53 \frac{1}{P_H^{0{,}807169}} \Delta P_H . \qquad (1)$$

При допустимой относительной погрешности датчика, равной 0,01%, в диапазоне изменения высот от 0 до 11000 м инструментальная погрешность измерения барометрической высоты не превышает $\Delta H = \pm 5...10$ м.

Для оценки инструментальной погрешности ΔT_H определения температуры наружного воздуха вихревой системы воздушных сигналов будем использовать известное соотношение [1]

$$T_H = T_0 - \tau H . \qquad (2)$$

В этом случае инструментальную погрешность ΔT_H определения температуры наружного воздуха можно оценить как

$$\Delta T_H \le \tau \Delta H \le \pm(0{,}0325...0{,}065)\,\text{К}. \qquad (3)$$

Как показывает анализ [7, 8], инструментальная погрешность вихревого датчика по каналу истинной воздушной скорости не превышает $\Delta V_{\max} \le \pm 2{,}8$км/ч, тогда инструментальная погрешность $\Delta V_{пр}$ определения приборной скорости в каналах вихревой системы воздушных сигналов можно оценить как

$$\Delta V_{\text{пр}} = \sqrt{\Delta_H}\,\Delta V_{\text{В}} = \sqrt{\frac{P_H T_0}{P_0 T_H}}\,\Delta V_{\text{В}}. \quad (4)$$

Подставляя численные значения входящих величин, получим

$$\Delta V_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{288{,}15}{101325}\frac{P_H}{T_H}}\,\Delta V_{\text{В}} = \sqrt{0{,}284\cdot 10^{-2}\,\frac{P_H}{T_H}}\,\Delta V_{\text{В}}. \quad (5)$$

При максимальном значении погрешности измерения истинной воздушной скорости вихревого датчика $\Delta V_{\text{В}} \le \pm 2{,}8$км/ч на высоте $H = 0$ – $\Delta V_{\text{пр}} \le \pm 2{,}8$ км/ч, на высоте H=11000м $\Delta V_{\text{пр}} \le \pm 0{,}86$ км/ч.

Для оценки инструментальной погрешности определения числа Маха воспользуемся соотношением вида [3]

$$M = \frac{V_{\text{В}}}{\sqrt{2gRT_H}}. \quad (6)$$

Тогда инструментальная погрешность ΔM определения числа Маха вихревой системы можно оценить соотношением

$$\Delta M = \frac{\partial M}{\partial V_{\text{В}}}\Delta V_{\text{В}} + \frac{\partial M}{\partial T_H}\Delta T_H = \frac{1}{\sqrt{2gRT_H}}\Delta V_{\text{В}} + \frac{V_{\text{В}}}{2\sqrt{2gR}T_H}\Delta T_H. \quad (7)$$

Подставив численные значения входящих величин, получим

$$\Delta M = \frac{0{,}04}{\sqrt{T_H}}\Delta V_{\text{В}} + \frac{0{,}02V_{\text{В}}}{T_H}\Delta T_H. \quad (8)$$

При расчетных значениях $V_{\text{В}} = 300$м/с, $\Delta V_{\text{В}} \le \pm 2{,}8$км/ч (0,8м/с), $\Delta T_H \le \pm 0{,}0325...0{,}065$К получим: при $H = 0 - \Delta M \le \pm 0{,}002$; при $H = 11000\text{м} - \Delta M \le \pm 0{,}0013$.

Методические погрешности вихревой системы, как и традиционных систем [3], обусловлены аэродинамическими искажениями набегающего воздушного потока в месте установки вихревого датчика.

Из-за возмущений, вносимых движением ЛА, давление $P_{\text{м}}$ в месте расположения отверстия-приемника на скользящей поверхности струевыпрямителя вихревого датчика отличается от статического давления P_H невозмущенного набегающего воздушного потока на величину аэродинамического искажения $\Delta P_{\text{а}}$, т.е.

$$P_{\text{м}} = P_H + \Delta P_{\text{а}} = P_H + K_P q, \quad (9)$$

где $K_P = \overline{P_{\text{м}}}$ – безразмерный коэффициент местного статического давления, определяемый при летных испытаниях системы на конкретном типе ЛА для конкретного места установки вихревого датчика [7]; $q = \rho_H V_{\text{В}}^2/2$ – скоростной напор; ρ_H – плотность воздуха на высоте полета H.

Другой причиной методических статических погрешностей вихревой системы воздушных сигналов самолета является отличие истинной воздушной скорости, измеренной вихревым датчиком в месте его установки на фюзеляже,

от скорости набегающего воздушного потока.

Искажения невозмущенного воздушного потока вблизи фюзеляжа, вносимое движением ЛА, приводит к увеличению местной истинной воздушной скорости $V_{\text{Вм}}$ в месте установки вихревого датчика, которую можно оценить через увеличение скоростного напора $P^{\text{м}}_{\text{дин}} = \frac{\rho_H V^2_{\text{Вм}}}{2}$, определяемого как $P^{\text{м}}_{\text{дин}} = (1 + K_V) P_{\text{дин}}$, где $P_{\text{дин}}$ – расчетное значение скоростного напора невозмущенного набегающего потока; K_V – безразмерный коэффициент, определяемый при летных испытаниях ЛА [9].

Таким образом, искажение невозмущенного воздушного потока вблизи фюзеляжа в месте установки вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости приводит к дополнительным методическим аэродинамическим статическим погрешностям измерительных каналов вихревой системы воздушных сигналов самолета, которые необходимо учитывать при тарировке. Как показывают расчеты, методические статические погрешности измерительных каналов вихревой системы воздушных сигналов дозвукового ЛА практически соответствуют статической точности современных традиционных систем воздушных сигналов [3].

Литература

1. Боднер В.А. Приборы первичной информации. М.: Машиностроение, 1981. 344 с.

2. Солдаткин В.М. Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов / В.М. Солдаткин. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. 448 с.

3. Клюев Г.И., Макаров Н.Н., Солдаткин В.М., Ефимов И.П. Измерители аэродинамических параметров летательных аппаратов: Учебное пособие / Под ред. В.А. Мишина. Ульяновск: Ул ГТУ, 2005. 509 с.

4. Киясбейли А.Ш., Перельштейн М.Е. Вихревые измерительные приборы. М.: Машиностроение, 1972. 152 с.

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. Опубл. 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. Патент РФ на изобретение №2556760, МПК G01P 5/00. Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости / Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С. Заяв. 21.04.2014, Заявка №201411035/28. Опубл. 20.07.2015. Бюл. №20.

8. Солдаткина Е.С., Солдаткин В.М. Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости с расширенными функциональными воз-

можностями // Известия вузов. Авиационная техника. 2014. №4. С.54-56.

9. Харин Е.Г., Копылов И.А. Технология летных испытаний бортового оборудования летательных аппаратов с применением комплекса бортовых траекторных измерений. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2012. 360 с.

Е.С. Ефремова, Б.И. Мифтахов, Р.В. Солдаткин

ТЕХНОЛОГИЯ АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВИХРЕВОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ДОЗВУКОВОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА[4]

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Возможность достижения меньших потерь информации при восприятии, выделении, передаче, преобразовании и обработке частотно-временных первичных информативных сигналов, формируемых с помощью одного неподвижного многофункционального приемника первичной информации, естественная возможность получения выходных сигналов в цифровой форме определяют перспективность системы воздушных сигналов дозвукового летательного аппарата (ЛА) на основе вихревого метода [1].

В основу построения вихревой системы воздушных сигналов (см. рисунок) положен оригинальный вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости [2].

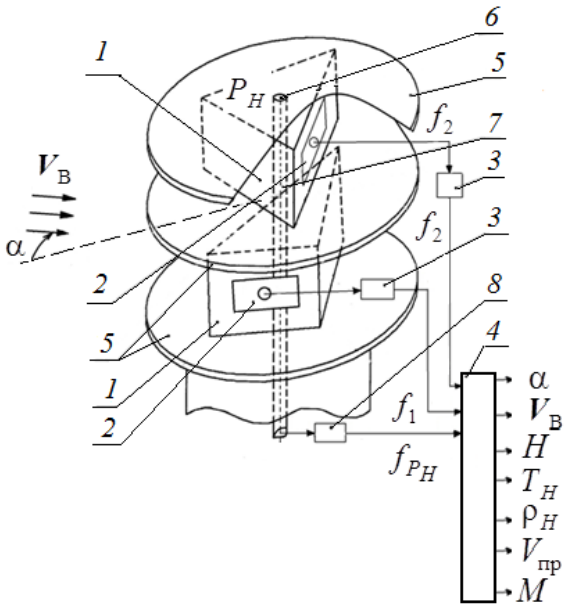


Рис. 1. Конструктивно-функциональная схема вихревой системы воздушных сигналов дозвукового летательного аппарата

[4] Работа выполнена по гранту РФФИ № 18-38-00094.

Датчик содержит две установленные в набегающем потоке неподвижные клиновидных пирамиды *1*, основания которых расположены встречно потоку под углом $2\varphi_0 = 90°$. При обтекании клиновидных пирамид с их оснований происходит периодический срыв потока, образуя вихревые дорожки Кармана с частотами, пропорциональными истинной воздушной скорости и зависящими от угла направления набегающего потока.

Пульсации давлений на тыльных поверхностях пирамид, возникающих при периодических срывах потока с частотами f_1 и f_2, регистрируются пневмоэлектрическими преобразователями *2*, выходы которых поступают на входы устройства регистрации частот *3*, формирующих сигналы с частотами f_1 и f_2 вихреобразования. Сигналы с частотами f_1 и f_2 поступают на вход устройства обработки *4*, выполненного в виде вычислителя, на выходе которого формируются выходные сигналы по аэродинамическому углу α и истинной воздушной скорости $V_{\text{В}}$ в соответствии с уравнениями [2]

$$\alpha = \operatorname{arctg}\frac{f_2 - f_1}{f_1 + f_2};\ V_{\text{В}} = \frac{1}{\sqrt{2}Sh}\frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}}. \qquad (1)$$

где *Sh* – число Струхаля клиновидной пирамиды.

Для расширения функциональных возможностей вихревого датчика и обеспечения измерения других воздушных сигналов дозвукового летательного аппарата – барометрической высоты *H*, температуры наружного воздуха T_H и плотности ρ_H на высоте полета *H*, приборной скорости $V_{\text{пр}}$ и числа Маха *M*, на верхней скользящей поверхности верхнего струевыпрямителя *5* установлено отверстие-приемник *6* для восприятия статического давления P_H набегающего воздушного потока, которое через пневмопровод *7* связан со входом пневмоэлектрического преобразователя (датчика) *8* абсолютного давления преимущественно с частотным или цифровым выходом [3].

Выход пневмоэлектрического преобразователя (датчика) *8* подключен ко входу вычислителя *4*, формирующего кроме истинной воздушной скорости $V_{\text{В}}$ и аэродинамического угла α и другие воздушные сигналы [4].

Как и традиционным системам воздушных сигналов, рассматриваемой вихревой системе характерны методические и инструментальные погрешности, исследование которых проводится в работах [5]. Ниже проводятся исследования динамических погрешностей измерительных каналов вихревой системы воздушных сигналов.

С учетом инерционных свойств элементов аналого-цифрового преобразования, обработки и формирования выходных сигналов передаточную функцию измерительных каналов системы воздушных сигналов летательного аппарата на основе вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости можно представить в виде

$$W(p)=\frac{e^{-\tau_3 p}}{(\tau_1\tau_2 p^2+\tau_2 p+1)(\tau_\Pi p+1)}, \quad (2)$$

где τ_3 – время чистого запаздывания, связанного с задержкой выдачи выходных сигналов системы; τ_1 и τ_2 – постоянные времени схемы выделения и передачи частот вихреобразования; τ_Π – постоянная времени пневмоэлектрического преобразователя частот пульсаций давления за клинообразными пирамидами или датчика абсолютного давления, воспринимаемого на скользящей поверхности струевыпрямителя.

В общем виде выражение для абсолютной динамической погрешности измерительного канала системы воздушных сигналов дозвукового летательного аппарата на основе вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости можно представить в операторной форме, например, по каналу истиной воздушной скорости

$$\begin{aligned}\Delta V_{\text{В}}(p)&=W(p)V_{\text{В}}(p)-V_{\text{В}}(p)+W(p)\xi_{\text{В}}(p)=\\&=[W(p)-1]V_{\text{В}}(p)+W(p)\xi_{\text{В}}(p)=\Delta V_{\text{Вс}}(p)+\Delta V_{\text{Вв}}(p),\end{aligned} \quad (3)$$

где $\Delta V_{\text{Вс}}(p)=[W(p)-1]V_{\text{В}}(p)$ – изображение собственной динамической погрешности канала истинной воздушной скорости; $\Delta V_{\text{Вв}}(p)=W(p)\xi_{\text{В}}(p)$ – изображение вынужденной динамической погрешности, обусловленной внешним возмущением, наложенным на воздушный поток, набегающий на неподвижный приемник первичной информации вихревой системы воздушных сигналов; $\xi_{\text{В}}(p)$ – изображение эквивалентного внешнего возмущения; $V(p)$ – изображение входного сигнала истинной воздушной скорости.

При заданном законе изменения входного сигнала собственная динамическая погрешность измерительных каналов исследуемой системы воздушных сигналов при известной передаточной функции (операторной чувствительности) $W(p)$ определяются через обратное преобразование Лапласа, например для канала истинной воздушной скорости, в виде

$$\Delta V_{\text{Вс}}(t)=L^{-1}\{[W(p)-1]V_{\text{В}}(p)\}=L^{-1}\left\{\frac{e^{-\tau_3 p}}{\tau_1\tau_2\tau_{\Pi} p^3+\tau_{\Pi}(\tau_1+\tau_2)p^2+\tau_{\Pi} p+1}V_{\text{В}}(p)\right\}. \quad (4)$$

Если известны корни характеристического уравнения $W(p)$, например один действительный отрицательный $p_1=-k_1$ и два комплексно-сопряженных $p_{2,3}=-k_{2,3}\pm j\omega_0$, то при скачкообразном изменении истинной воздушной скорости $V_{\text{В}}(t)=V_{\text{В}0}1[t]$ выражение для собственной динамической погрешности канала истинной воздушной скорости будет иметь вид

$$\Delta V_{\text{Вс}}(t)=-V_{\text{В}0}\left\{\frac{k_2^2+\omega_0^2}{(k_1-k_2)^2+\omega_0^2}e^{-k_1 t}+\left[\frac{k_1(k_1-2k_2)}{(k_1-k_2)^2+\omega_0^2}\cos\omega_0 t-\frac{k_1(\omega_0^2-k_2^2-k_1k_2)}{\omega_0[(k_1-k_2)^2+\omega_0^2]}\sin\omega_0 t\right]e^{-k_2 t}\right. \quad (5)$$

При сложных законах изменения входного сигнала исследуемой системы для определения собственной динамической погрешности измерительных каналов, например канала истинной воздушной скорости можно использовать так называемые коэффициенты динамической погрешности c_0, c_1, c_2, …, c_n, т.е.

$$\Delta V_{\text{Вс}}(t) = c_0 V_{\text{В}}(t) + c_1 \frac{dV_{\text{В}}}{dt} + c_2 \frac{d^2 V_{\text{В}}}{dt^2} + \ldots + c_n \frac{d^n V_{\text{В}}}{dt^n} + \ldots, \quad (6)$$

где $c_0 = [W(p)-1]_{p=0}; c_1 = \frac{d}{dp}[W(p)-1]_{p=0}; c_2 = \frac{1}{2!}\frac{d^2}{dp^2}[W(p)-1]_{p=0}; c_n = \frac{1}{n!}\frac{d^n}{dp^n}[W(p)-1]_{p=0}.$

В общем случае входные сигналы исследуемой системы являются случайной функцией времени. Для стационарного характера изменения случайного входного сигнала, например истинной воздушной скорости с известной автокорреляционной функцией $K_V(\tau)$ или ей спектральной плотности мощности $S_V(\omega)$ выражение для дисперсии собственной динамической погрешности канала будет иметь вид [9]

$$D_{V\text{c}} = \sigma^2_{V\text{c}} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} \left|W(p)-1\right|^2_{p=j\omega} S_V(\omega)d\omega. \quad (7)$$

Как показано в работах [8, 9], стационарные случайные процессы изменения высотно-скоростных параметров ЛА на отдельных этапах полета можно характеризовать экспоненциально коррелированным случайным процессом, например по каналу истинной воздушной скорости с автокорреляционной функцией и спектральной плотностью мощности вида

$$K_{V_{\text{В}}}(\tau) = \sigma^2_{V_{\text{В}}} e^{-a_V|\tau|}; \qquad S_{V_{\text{В}}}(\omega) = \frac{\sigma^2_{V_{\text{В}}}}{\pi}\frac{a_V}{a_V^2+\omega^2}, \quad (8)$$

где $\sigma^2_{V_{\text{В}}}$ – дисперсия случайного процесса; a_V – параметр, определяющие спектр частот случайного процесса.

Вынужденные случайные динамические погрешности измерительных каналов системы воздушных сигналов на основе вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости обусловлены случайными изменениями во времени действующих внешних помех в виде атмосферной турбулентности и других возмущений атмосферы.

Как показано в работе [8], математическую модель случайной атмосферной турбулентности можно представить в виде совокупности спектральных плотностей мощности вида

$$S_{\xi x}(\omega) = \frac{2\sigma_x^2 L_x}{\pi}\frac{1}{1+\left(\frac{L_x}{V_{\text{В}}}\omega\right)^2}; S_{\xi y}(\omega) = \frac{2\sigma_y^2 L_y}{\pi}\frac{1+3\left(\frac{L_y}{V_{\text{В}}}\omega\right)^2}{\left[1+\left(\frac{L_y}{V_{\text{В}}}\omega\right)^2\right]^2}; S_{\xi z}(\omega) = \frac{2\sigma_z^2 L_z}{\pi}\frac{1+3\left(\frac{L_z}{V_{\text{В}}}\omega\right)^2}{\left[1+\left(\frac{L_z}{V_{\text{В}}}\omega\right)^2\right]^2}, \quad (9)$$

где L_x, L_y, L_z – масштабы турбулентности соответственно по продольной, вертикальной и боковой составляющим вектора скорости $\boldsymbol{V}_{\text{Т}}$ турбулентного возмущения; σ_x, σ_y, σ_z – среднеквадратические значения интенсивностей турбулентности по соответствующим составляющим турбулентного возмущения; $V_{\text{В}}$

– модуль вектора истинной воздушной скорости летательного аппарата.

Тогда дисперсия суммарной динамической погрешности измерительных каналов системы, например, канала истинной воздушной скорости будет определяться соотношением

$$D_{V_{B\Sigma}} = \sigma^2_{V_{Bc}} + \sigma^2_{V_{Bв}} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\left|W(p)-1\right|^2_{p=j\omega} S_{V_B}(\omega)d\omega + \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\left|W(p)\right|^2_{p=j\omega} S_{\xi_V}(\omega)d\omega. \quad (10)$$

Таким образом, приведенные модели динамических погрешностей системы воздушных сигналов дозвукового летательного аппарата на основе вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости позволяют обоснованно решать задачи обеспечения динамической точности измерительных каналов при детерминированных и случайных воздействиях.

Литература

1. Киясбейли А.Ш., Перельштейн М.Е. Вихревые измерительные приборы. М.: Машиностроение, 1972. 152 с.

2. 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. Опубл. 10.02.2014. Бюл. №4.

3. Патент РФ на изобретение №2556760, МПК G01P 5/00. Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости / Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С. Заяв. 21.04.2014, Заявка №201411035/28. Опубл. 20.07.2015. Бюл. №20.

4. Солдаткина Е.С., Солдаткин В.М. Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости с расширенными функциональными возможностями // Известия вузов. Авиационная техника. 2014. №4. С.54-56.

5. Ефремова Е.С., Мифтахов Б.И., Солдаткин Р.В. Особенности построения, алгоритмы и погрешности вихревой системы воздушных сигналов дозвукового летательного аппарата // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2018. №2. С. 87-91.

6. Браславский Д.А., Петров В.В. Точность измерительных устройств. М.: Машиностроение, 1976. 312 с.

7. Иванов Ю.П., Синяков А.Н., Филатов И.В. Комплексирование информационно-измерительных устройств летательных аппаратов: Учебное пособие для вузов / Под. Ред. В.А. Боднера. Л.: Машиностроение. 1984. 207 с.

8. Солдаткин В.М. Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. 448 с.

Л.Н. Казятин, Т.И. Михеева, В.В. Елизаров

СТАНДАРТ ФУНКЦИОНАЛА ПЛАГИНОВ ПО РАБОТЕ С ГЕООБЪЕКТАМИ НА ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЕ

(Самарский университет)

Геоинформационные системы – один из наиболее быстро развивающихся сегментов современного рынка информационных технологий. С каждым годом появляется все больше новых систем, отличающихся своим функциональным назначением, областью применения, методами решения задач различного рода. Зачастую, такое интенсивное развитие приводит к общему усложнению понимания программы пользователем, затруднению изучения всех возможностей данной системы.

В связи с этим, наиболее актуальным встает вопрос стандартизации функционала геоинформационных систем для обеспечения простоты понимания системы конечным пользователем, упрощения взаимодействия с системой в целом, а также упрощением и ускорением процесса разработки модулей системы, отвечающих за работу с географическими объектами [1, 2].

Таким образом, задача разработки стандарта функционала плагинов геоинформационной системы «ITSGIS» является целью данной работы.

В целях стандартизации и минимализации различий функционала, в дальнейшем, упрощения и ускорения процесса разработки модулей системы, разработан «шаблон» необходимого набора функций для каждой из выделенных групп географических объектов. В свою очередь, для простоты понятия, все функции в шаблоне поделены на общие подгруппы: «Общий функционал», «Работа с геометрией», «Масштабирование», «Инструменты», «Ведомости», «История изменений», «Сохранение изменений» и «Статус».

Каждая из подгрупп включает в себя функции, отвечающие на определенный сегмент взаимодействия с объектом [3, 4, 5]:

– подгруппа «общий функционал» содержит функции выделения, добавления, удаления и копирования объекта, а также редактирования его семантики;

– «работа с геометрией» представляет из себя набор функций для работы с непосредственным отображением объекта на электронной карте, его расположением, углом поворота, общей формой геометрии, а также предоставляет возможность создания и отмены группировки из нескольких объектов одного типа [6];

– «масштабирование» содержит единственную функцию по изменению размера данного типа геообъектов относительно других типов, однако в целях понимания пользователем и удобства графического интерфейса была вынесена как отдельная подгруппа [7];

Таблица 1 – Стандарт функционала плагина точечного геообъекта «Остановка общественного транспорта»

Название функционала	**Название геообъекта**				
Хинт	**Выделить геообъект**	**Создать геообъект**	**Редактировать геообъект**	**Копировать геообъект**	**Удалить геообъект**
Горячие клавиши		ctrl+N		ctrl+C+ ctrl+V	delete
Картинки активные					
Картинки пассивные	**X**	**X**	**X**		

Продолжение таблицы 1

Работа с геометрией			
Переместить геообъект	**Повернуть геообъект**	**Сгруппировать геообъекты**	**Отменить группировку**
			
			

Продолжение таблицы 1

Масштаб геообъекта	**Инструменты**			**Ведомости**	
Увеличение геообъекта	**Установить геометку**	**Привязать геообъект к объекту**	**Справочник**	**Просмотр информации о геообъекте**	**Сводная ведомость геообъектов**
					
	**X**		**X**		**X**

Продолжение таблицы 1

История изменений		**Сохранение изменений**	
Отменить	**Вернуть**	**Сохранить изменения**	**Отменить изменения**
			

Продолжение таблицы 1

Статус					
Установлен-ный	**Требуется**	**Демонтировать**	**Ремонт**	**Мероприятия**	**Переносные**
У У	Т Т	Д Д	Р Р	М М	П П

– подгруппа «инструменты» содержит как общие для всех типов объектов функции, такие как «установить геометку», «привязать геообъект к объекту» и «справочник», однако, может дополняться уникальными именно для данного типа объектов функциями. так, например, объект «Остановка общественного транспорта» в этой подгруппе будет иметь уникальную только для себя функцию «маршруты», имитирующую движение транспортных средств во улично-дорожной сети [8, 9, 10];

– «ведомости» предоставляет возможность просмотра информации, а также предоставляет инструментарий по созданию сводных ведомостей по объектам данного типа;

– «история изменений» и «сохранение изменений» содержат функции по отмене последнего действия пользователя, а также сохранении корректировок или отмене их внесения;

– подгруппа «статус» является простым и удобным методом изменения статуса геообъекта, без изменения внутренней семантики или геометрии. в шаблоне приведен пример полного набор всех возможных статусов, однако их количество не статично, и будет изменяться для каждого типа объектов, в частности.

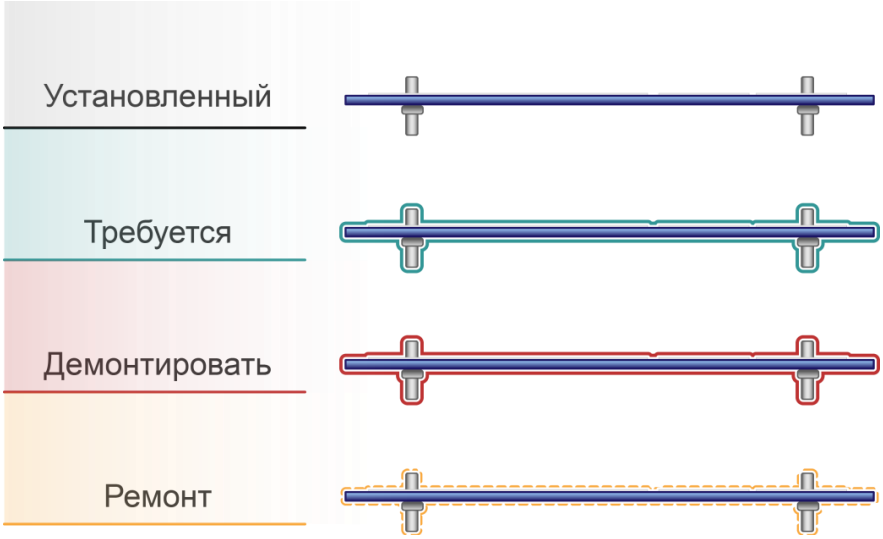


Рисунок 1 – Отображение статусов геообъекта

На основании шаблона для точечных геообъектов, впоследствии созданы шаблоны для остальных групп. Единственное отличие кроется в подгруппе «Работа с геометрией», так как для линейных и полигональных объектов необходим расширенный набор функций по редактированию геометрии, однако основные функции также сохраняются.

Таблица 2 – Подгруппа «Работа с геометрией» плагина линейных геообъектов

Работа с геометрией					
Переместить геообъект	**Повернуть геообъект**	**Редактор геометрии**	**Сгруппировать геообъекты**	**Отменить группировку**	**Разделить геометрию**
					
					

Подгруппа «Работа с геометрией» плагина линейных объектов, в отличии от точечных, дополняется лишь двумя новыми функциями: «Редактор геометрии», позволяющей редактировать форму линии, посредством добавления, удаления и изменения положения опорных точек геометрии, и «Разделить геометрию», позволяющей разделить имеющуюся геометрию на две независимые, что в свою очередь приводит к созданию копии данного объекта. Весь остальной функционал, по сути, является набором функций для точечных объектов и не имеет отличительных особенностей по сравнению с точечными объектами.

Таблица 3 – Подгруппа «Работа с геометрией» плагина полигональных геообъектов

Работа с геометрией						
Редактор геометрии	**Сгруппировать геообъекты**	**Отменить группировку**	**Разделить геометрию**	**Редактор стиля геометрии**	**Копирование стиля геометрии**	**Добавление / удаление отверстия**
						
						

В свою очередь, подгруппа «Работа с геометрией» плагина полигональных объектов, также является расширенной версией данной подгруппы для плагина линейных объектов, с добавлением трех новых функций: «Редактор стиля геометрии», «Копирование стиля геометрии» и «Добавление / удаление отверстия». Стоит упомянуть, что, при добавлении нового полигона на карту, его цвет является цветом «по умолчанию» и не несет пользователю никакой визуальной информации о данном объекте.

Функция «Редактор стиля геометрии» предоставляет набор средств по редактированию цвета и стиля заливки полигона, с использованием RGB палитры, также позволяет изменить стиль, цвет и толщину контура, редактировать процент прозрачности.

«Копирование стиля геометрии» позволяет скопировать все графические установки уже существующей геометрии и перенести их на новый полигон.

«Добавление / удаление отверстия» позволяет создавать отверстия в полигоне с возможностью изменения его формы. Данная функция необходима для увеличения детализации объекта, а также общему увеличению соответствия

карты реальной действительности.

Основываясь на данных шаблонах, были созданы шаблоны функционала для каждого объекта в отдельности.

В ходе работы разработаны шаблоны функционала плагинов системы для работы с географическими объектами. Существующие плагины системы переработаны, в соответствии разработанным стандартам.

Литература

11. Михеева Т.И., Елизаров В.В., Михеев С.В. Стандартизация дислокации геообъектов в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы / Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. - Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – С. 154- 160.

12. Михеева Т.И., Елизаров В.В., Михеев С.В. Системный анализ формирования стандарта дислокации геообъектов на тематических слоях карты// Перспективные информационные технологии (ПИТ-2018) : труды Международной научно-технической конференции (Самара, 14–16 апреля 2018 г.). – Электрон. текстовые и граф. дан. (34,4 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2018. С. 848 –856.

13. Михеев С.В., Тендляш Я.А., Головнин О.К. Учет остановок общественного транспорта в корпоративной геоинформационной системе «ITSGIS» / Организация и безопасность дорожного движения // VI Всероссийская научно-практическая конференция. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – С. 122-125.

14. Михеева Т.И., Аюшева А.В., Батищева О.М. Паспортизация остановок общественного транспорта на улично-дорожной сети / Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. - Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – С. 125-129.

15. Михеева Т.И., Головнин О.К., Тендляш Я.А., Силакова Е.В. Технология учета остановок общественного транспорта с использованием электронной карты / Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ-2012): труды научно-технической конференции с международным участием и элементами научной школы для молодежи. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2012. – С. 228-231.

16. Fedoseev, A. Recognition of urban transport infrastructure objects via hyperspectral images / A.A. Fedoseev, O. Saprykin, T. Mikheeva // VEHITS 2016 : Proceedings of the International conference on vehicle technology and intelligent transport systems. Italy : SCITEPRESS, 2016. – P. 203 – 208.

17. Михеева Т.И. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории / С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1058–1062.

18. Mikheev, S.V. Disposition of objects of a transport infrastructure in the GIS «ITSGIS» / S.V. Mikheev, T.I. Mikheeva, K.A. Malykova, D.A. Mikhaylov / Computer Science and Information Technologies // Proceedings of the 14th international workshop on computer science and information technologies CSIT’2012, Vol. 2. Ufa – Hamburg – Norwegian Fjords, 2012. – Pp. 74-76.

19. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Плагины / Т.И. Михеева, С.В. Михеев и др. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.2. – 217 с.

20. Михеева Т.И., Сидоров А.В., Головнин О.К. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети / Перспективные информационные технологии (ПИТ-2013) //Труды межд. научно-техн. конф. – Самара: Изд-во Самарск. науч. центра РАН , 2013. – С.236-241.

Э.С. Константинов

ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ ЛИДАР В АВТОНОМНОМ ТРАНСПОРТЕ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

В настоящее время лидар все чаще используется в качестве метода обнаружения препятствий. Во многом это вызвано постоянно надвигающимся бумом автономных транспортных средств. Следующим шагом в эволюции является использование твердотельного лидара [1]. Лидар текущего поколения направляет импульсный лазер от вращающегося зеркала на удаленные цели, а затем записывает время возвращения отраженного импульса. В зависимости от оптики и разрешения приемника, он может обеспечить ширину луча в секторе сканирования, который варьируется от одноканального поля зрения (рис .1).

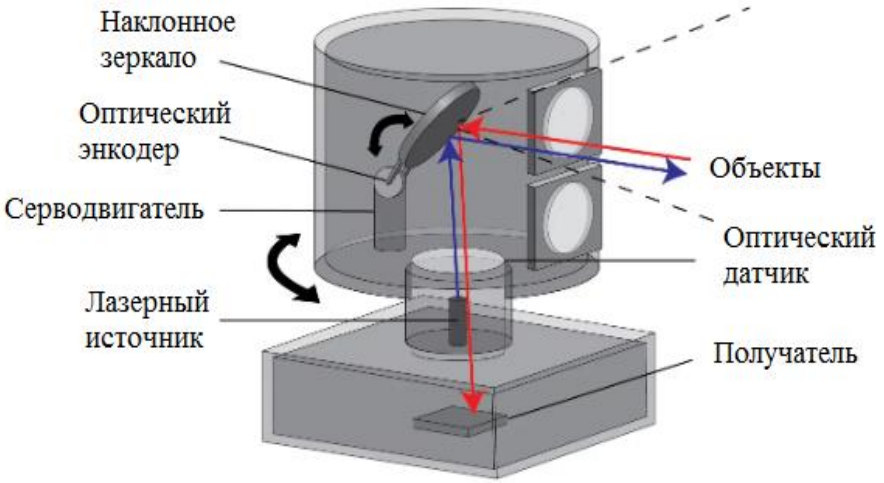


Рис. 1. Изображение вращающегося блока лидара

Благодаря наличию множества высокоточных движущихся частей эти механические лазерные датчики, которые чувствительные к вибрации и помехам [2, 3], можно миниатюризировать. Кроме того, если его незаметно установить в передней части автомобиля, то кузов автомобиля устранит половину поля зрения. Чтобы полностью включить устройство в автомобиль, автопроизводителям нужен более дешевый и надежный вариант [4].

Одним из способов решения этой проблемы является использование нескольких менее дорогих датчиков. Несмотря на то, что они имеют ограниченное поле зрения, их низкая цена позволяет производителям автомобилей интегрировать несколько единиц в автомобиль за долю стоимости одного твердотельного лидара текущего поколения.

Лазерное излучение последовательно пульсирует от вертикальной решетки, в то время как обнаруживается горизонтальной решеткой. Эта скрещенная конфигурация дает разрешение, которое является произведением количества лазерных излучателей и количества фотодиодных детекторов. Аппаратное обеспечение отслеживает положение лазера, детектора и время возвращения света для создания трехмерного облака точек окружающей среды.

В решении на основе микроэлектромеханической системы используется один мощный лазерный импульс вместе с зеркалом для создания того же эффекта, что и лазерная решетка. Поскольку зеркалом манипулируют для создания сканирующего лазерного импульса, матрица датчиков обнаруживает отраженный свет и генерирует трехмерное пространство [5].

Обладая чрезвычайно высокой интенсивностью данных, лидар способен создавать и предлагать дополнительные уровни информации обнаружения, классификации и отслеживания объектов. Эти уровни особенно важны для автомобильных приложений, где меняющаяся среда создает серьезную угрозу для безопасности пешеходов и водителей.

Первым в мире доступным твердотельным датчиком является Quanergy в модели S3 (рис .2). Этот датчик может поместиться на ладони, а его лазеры имеют дугу 120°. Но *S3* не имеет движущихся частей, которые улучшат надежность. Это лишь один из многих способов, с помощью которых можно предотвратить столкновения между конструкцией лидара и ее внедрением в автомобильной промышленности, что требует высокого уровня надежности ради безопасности.



Рис. 2. Датчик лидар разных видов Quanergy S3

Недорогие твердотельные лидар устройства доступны на рынке от нескольких производителей. Со временем их стоимость будет продолжать падать, а их возможности будут улучшаться.

Литература

1. Андрущак Е.А., Иваненко О.И., Орлов Д.А. Лидарный передвижной информационно-измерительный комплекс для мониторинга атмосферных загрязнений // Наукоемкие технологии. – 2000. – №2. – С. 23-27.

2. Гизатуллин З.М. Анализ воздействия высоковольтных линий электропередачи на функционирование цифровых элементов печатных плат // Технологии электромагнитной совместимости. – 2006. – №3. – С. 3-9.

3. 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.

4. Грошев А.М. Беспилотные транспортные средства: настоящее и будущее [Электронный ресурс]. URL: https://transport-systems.ru/assets /2016_02_009.pdf (дата обращения: 13.05.2019).

5. Browell E.V. Applications of lasers in remote sensing // Proceedings on Advanced Solid-State Lasers. Washington, 1995. – pp. 2-4.

С.С. Кудрявцева

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПРОДУКЦИИ

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

Информационные технологии, направленные на автоматизацию бизнес-процессов предприятий в различных секторах экономики, являются приоритетным национальным проектом в области Национальной технологической инициативы, в том числе и на региональном уровне для группы рынков AutoNet [1]. Основные тенденции развития транспортного комплекса российской экономики систематизированы и представлены в работах автора [2-4]. В условиях развертывания четвертой промышленной революции новые тренды и соответствующие им исследования находят отражение в работах российских ученых. Например, Малыгин И.Г., Комашинский В.И. анализируют когнитивные транспортные системы [5], Щукина М.А., Крайнюков С.В. уделяют внимание вопросам психосемантике в транспортной сфере [6], Лукомская О.Ю. делает акцент на нейросетевых технологиях в задачах управления транспортной системой [7], что позволяет говорить о том, что транспортный комплекс становится стыковой областью изучения с позиции не только логистики и экономики, но и теории вероятности, системной аналитики, психологии и т.п.

Главные проблемы транспортных предприятий и складских комплексов заключаются в сборе информации, обработке, снабжением ресурсов или продукции, складировании, погрузке и разгрузке фур, расчете оптимального маршрута до заказчиков, оформлении документации. Комплексное программное обеспечение позволит автоматизировать данные бизнес-процессы, связанные с управлением логистическим потоком, что определяет актуальность данной разработки.

Оптимизационную задачу при транспортировке продукции можно представить в виде блок-схемы (рис.).

Программное обеспечение основано на комплексном подходе к автоматизации бизнес-процессов по доставке грузов. В программное обеспечение входят бизнес-процессы подсистем транспорта, склада и администрирования.

В центре бизнес-модели проекта находится ценностное предложение, которое обеспечивает возможность автоматизации бизнес-процессов, связанных с управлением перевозками, а также позволяет вести электронный документооборот, что дает конечному потребителю такие преимущества как: максимальная гибкость в принятии решений, минимальная бюрократизация процесса, минимизация операционных издержек, управление процессом в реальном времени из любой точки, ведение электронного документооборота, интеграция с другими ERP-системами предприятия.



Рисунок 1 – Оптимизационная задача при транспортировке продукции: блок-схема

Все вышеперечисленное позволит транспортному предприятию: сократить сроки транспортировки, удешевить транспортировку, путем снижения издержек, повысить качество транспортировки, снять с водителя ответственность заполнения товарной накладной на получение или сдачу груза. Таким образом, ценностное предложение формируют следующие составляющие: датчики и оборудование для интеграции с ними; On-line сервис для управления бизнес-процессами, а также ведения электронного документооборота; монтаж и настройка оборудования, подключение On-line сервисов; обслуживание и апгрейд как оборудования и On-line сервисов.

Данное ценностное предложение можно сегментировать, ориентируясь на сегмент B2B, а именно: малые транспортные компании; частные водители, ра-

ботающие под заказ, предприятий; организации, имеющие собственный автопарк, для которых транспортировка не является основным видом деятельности.

Потоки доходов в проекте, получаемые от четырех составляющих ценностного предложения, генерируются следующим образом. Первая продажа клиенту датчиков и оборудования происходит ниже себестоимости оборудования, а дальнейшие продажи данному клиенту осуществляются по себестоимости оборудования, что значительно отличает проект на фоне конкурентов, позволяет входить в такие сегменты рынка, как региональные и малые транспортные компании, которые не занимаются инвестирование в инновационные продукты для своей деятельности по причине нехватки бюджетов для этих целей. Данная модель позволяет снизить порог входа на данный рынок, а также выделяет предложение, формируя большой поток клиентов на выходе. Дальнейшая монетизация проекта происходит за счет реализации последующих сопутствующих продуктов и услуг, таких как плата за использование On-line сервисов и обеспечение связи с датчиками.

Экономический эффект подключения транспорта к интегрированной системе отслеживания можно резюмировать следующим образом:

– повышение качества обслуживания клиентов за счет предоставления точной и детальной информации об исполнении транспортировки в режиме реального времени;

– своевременное реагирование на отклонения от плана транспортировки;

– мониторинг операционных затрат в режиме реального времени, таких как расход топлива, время простоя и их снижение до 30%;

– повышение уровня безопасности транспортировки, снижение доли испорченной продукции при транспортировке в общем грузообороте на 15%;

– соблюдение законодательных требований, например, при перевозки опасных грузов;

– выставление счет-фактуры на основании событий исполнения транспортировки, снятие с водителя ответственности за заполнение документов, снижение доли утерянных и неверных накладных;

– повышение качества вождения транспортного средства, снижение аварийности на 5%;

– сокращение времени нахождения товара в пути на 20%;

– снижение бюрократизации процесса транспортировки.

Программное обеспечение по автоматизации бизнес-процессов при доставке грузов позволит сократить зависимость от зарубежных программных продуктов в области управления логистическими потоками, в частности от систем Oracle, SAP, L&SCM, внедрение и администрирование которых на отечественных предприятиях малого бизнеса сопряжено с высокими затратами.

Литература

1. Национальная технологическая инициатива [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.rvc.ru/eco/.

2. Краснова О.М., Кудрявцева С.С. Характеристика транспортного комплекса Республики Татарстан (1 часть) // Экономический вестник Республики Татарстан. 2018. № 1. С. 11-21.

3. Краснова О.М., Кудрявцева С.С. Характеристика транспортного комплекса Республики Татарстан (2 часть) // Экономический вестник Республики Татарстан. 2018. № 2С. 43-48.

4. Кудрявцева С.С. Развитие транспортно-логистической инфраструктуры российской экономики на принципах модели открытых инноваций / В сборнике: Актуальные задачи управления качеством и конкурентоспособностью продукции в современных условиях материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Российский университет кооперации; Европейский университет Молдовы, 2016. С. 323-324.

5. Малыгин И.Г., Комашинский В.И. Введение в когнитивные транспортные системы / Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН, 2018. – С. 5-16.

6. Щукина М.А., Крайнюков С.В. возможности психосемантики в оценке транспортных систем (на примере Санкт-Петербурга) / Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН, 2018. – С. 53-58.

7. Лукомская О.Ю. Когнитивные нейросетевые технологии в задачах управления транспортной системой / Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН, 2018. – С. 141-147.

Е.В. Лукичева, М.В. Бакиров

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ОДНОУРОВНЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЛИНИИ СКОРОСТНОГО ТРАМВАЯ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ С НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Проект линии скоростного трамвая в Самаре предусматривает осуществление непрерывного движения на линии за счёт строительства двухуровневых развязок [1-4]. Стоит отметить, что в проекте трассы линии скоростного трамвая также предусмотрены одноуровневые пересечения с автомобильными дорогами, интенсивность движения которых не превышает 3000 автомобилей в сутки в обоих направлениях.

На пересечениях с такими дорогами отсутствует необходимость в строительстве двухуровневых развязок, так как стоимость этих сооружений достаточно высока. Также, как правило, площадь примыкания дорог с низкой интенсивностью движения к магистрали непрерывного движения мала для организа-

ции двухуровневой развязки. В связи с этим возникает необходимость в обеспечении безопасного одноуровневого пересечения дороги с линией скоростного трамвая. При этом необходимо учитывать межпоездной интервал, который в час пик может достигать 45 секунд [5-9].

Произведем расчет пропускной способности в месте пересечения линии скоростного трамвая и автомобильной дороги с низкой интенсивностью движения в одном уровне. С учётом времени на пропуск подвижного состава, которое составляет 15 секунд, и времени на закрытие переезда с учетом буферной зоны, составляющее 20 секунд, время на непосредственный проезд автомобильным транспортом составит 10 секунд. Таким образом, расчёт необходимо производить для переезда, который продолжительное время закрыт для движения автомобилей.

Расчет суточной пропускной способности переезда произведем по формуле:

$$P = 24 \cdot 0{,}5 \cdot v_0 \cdot q_{max} \cdot \left[1 - \frac{q_{max} - 2 \cdot q_0}{2 \cdot (q_{max} - 2 \cdot q_0)}\right], \quad (1)$$

где v_0 – скорость движения автомобилей на переезде;
q_0 – плотность движения при скорости v_0, авт./км;
q_{max} – максимальная плотность движения, авт./км.

С учётом того, что скорость движения автомобилей на переезде составит 40 км/ч, а плотность движения q_0 = 1 авт./км при максимальной плотности q_{max} = 3 авт./км, пропускная способность переезда составит:

$$P = 24 \cdot 0{,}5 \cdot 40 \cdot 3 \cdot \left[1 - \frac{3 - 2 \cdot 1}{2 \cdot (3 - 2 \cdot 1)}\right] = 720 \text{ авт./сут.}$$

Полученное значение не превышает максимального, установленного для дорог с низкой интенсивностью движения, следовательно, пропускной способности переезда будет достаточно для обеспечения безопасного движения автомобильного транспорта.

Однако линия скоростного трамвая предусматривает возможность функционирования в полностью автоматическом режиме, следовательно, возникает необходимость в непрерывном расчёте интенсивности движения автомобилей во время работы линии. Для этого переезд необходимо оборудовать камерами видеонаблюдения, с помощью которых специализированными компьютерными программами будет производиться детектирование объектов. Полученная информация поступает в вычислительный центр единого пункта управления движением линии скоростного трамвая, где производится расчёт интенсивности потока и оценка безопасного проследования переезда трамвайный поездом, после чего происходит передача информации в бортовые компьютеры подвижных единиц.

Расчёт интенсивности движения автомобилей необходимо производить с учётом конкретной дорожной ситуации по формуле:

$$P_{дс} = P_{д} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (2)$$

где $P_{д}$ – пропускная способность переезда, авт./ч;
β_1 – коэффициент снижения пропускной способности в зависимости от количества трамвайных путей;
β_2 – коэффициент снижения пропускной способности в зависимости от состояния дорожного покрытия.



Рис. 1. Структурная схема системы интеллектуального расчёта интенсивности движения автомобилей

Пропускная способность переезда определяется по формуле:

$$P_{д} = \frac{P_{max}}{24} \quad (3)$$

Следовательно, при P_{max} = 3000 авт./сут:

$$P_{д} = \frac{3000}{24} = 125 \text{ авт./ч.}$$

Для линии скоростного трамвая коэффициент β_1 является постоянной величиной, т.к на протяжении всей линии предусмотрено два пути для движения трамваев. β_1 = 0,82 [9].

Рекомендуемые значения коэффициента β_2 приведены в таблице.

Таблица

Рекомендуемые значения коэффициента β_2

Состояние дорожного	Число путей	Значение коэффициента

покрытия		β_2
Хорошее	2	0,98
Удовлетворительное	2	0,87
Неудовлетворительное	2	0,69

Определим интенсивность автомобильного движения, при котором возможно осуществление безопасного движения на линии скоростного трамвая для дороги с удовлетворительным состоянием дорожного покрытия.

$$P_{\text{дс}} = 125 \cdot 0{,}82 \cdot 0{,}87 = 89{,}175 \approx 89 \text{ авт./ч.}$$

Следовательно, в однопутном направлении количество автомобилей не должно превышать 44,5 единицы в час или же 0,74 единицы в минуту. На практике даже на дорогах с низкой интенсивностью движения, в случае минутного ожидания открытия переезда, существует вероятность скопления нескольких машин. Для реализации безопасного движения на переезде необходимо предусматривать возможность увеличения времени пропуска автомобилей за счёт изменения скорости подвижного состава на линии скоростного трамвая в сторону снижения перед проследованием переезда и увеличения по факту проследования переезда, либо организации дополнительных путей для отстоя подвижного состава перед переездом с целью увеличения межпоездного интервала с 45 до 90 секунд, что позволит реализовать более длительный пропуск автомобильного транспорта через переезд.

Литература

1. Башаркин, М.В. Некоторые подходы к созданию комфортной городской среды на основе эколого-логистических решений / М.В. Башаркин, Ю.А. Холопов // Экологические системы и приборы. 2019. № 2. С. 33-40.

2. Башаркин, М.В. Эколого-логистические преимущества развития городского электротранспорта в Самаре / М.В. Башаркин, Ю.А. Холопов // Вестник транспорта Поволжья. 2017. № 3 (63). С. 73–77.

3. Башаркин, М.В. Скоростной трамвай как элемент модернизации транспортной системы Самары / М.В. Башаркин, А.А. Ионов, С.А. Окладов // Наука и образование транспорту – 2016. – №1. – С. 237–240.

4. Башаркин М.В. О проблеме строительства дорожных развязок в условиях плотной жилой застройки и вариантах её решения на примере г. Самара / М.В. Башаркин, Ю.А. Холопов // В сборнике: Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века. Материалы 18-й международной научной конференции./Под общей редакцией С. А. Маскевича, С. С. Позняка. 2018. С. 20-21.

5. Башаркин, М.В. Система автоведения скоростного трамвая как этап совершенствования транспортной системы г. Самары / М.В. Башаркин, А.А. Ионов // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы Международной научно-исследовательской конференции мо-

лодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. – 2017. – Часть 1. – С. 19–21.

6. Башаркин, М.В. Обоснование логистических решений пассажирских перевозок средствами рельсового транспорта на территории городского округа Самара / М.В. Башаркин, В.Б. Тепляков, Т.В. Бошкарева // Журнал Наука и образование транспорту – 2016. – №1. – С. 241-243.

7. Башаркин, М.В. К вопросу о комплексе мер, позволяющих снизить загрязнение атмосферного воздуха автотранспортом в Самаре / М.В. Башаркин, Ю.А. Холопов // YOUNG ELPIT 2017. Международный инновационный форум молодых ученых в рамках VI международного экологического конгресса (VIII международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2017 (Самара - Тольятти, Россия, 20-24 сентября 2017 г.): сб. науч. докл. / под ред.: А.В. Васильева. – Самара, 2017. 353 с. С. 30-36.

8. Башаркин, М.В. Вариант структуры системы автоведения скоростного трамвая / М.В. Башаркин, А.А. Ионов, В.Б., Тепляков // Журнал Наука и образование транспорту – 2018. – №1. – С. 192-194.

9. Башаркин, М.В. Применение обучаемых интеллектуальных систем для диагностики состояния линий скоростного трамвая и метрополитена / М.В. Башаркин, А.А. Ионов // Вестник транспорта Поволжья. 2018. № 5 (71). С. 30–36.

10. ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог – М., 2012.

Т.И. Михеева, В.В. Елизаров

ФОРМИРОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ АДРЕСНОГО ПЛАНА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

(Самарский университет, Группа компаний «ИнтелТранС»)

В настоящее время среди муниципальных образований есть «лидеры» непривязанных адресов, с большим количеством ошибок (эти сведения касаются только земельных участков), что свидетельствует о невыполнении норм Закона № 443-ФЗ. Динамика роста ошибок адресов за год составляет примерно 30 процентов.

Анализ адресообразующих элементов показал, что в большинстве геоинформационных систем отсутствует регламент, порядок и информационное обеспечение по формированию муниципального адресного реестра. Также проблемой интеграции информации адресообразующих элементов в базы данных геоинформационных систем является отсутствие общих правил присвоения адресов на федеральном, региональном и муниципальном уровнях и наличие двухвариантной системы адресации: административно-территориальное деление и муниципальное деление. Действия органа кадастрового учета в части ак-

туализации, верификации и гармонизации адресной информации в массовом порядке зависит от актуальности адресного плана

Функционал адресного плана. Адресный план является специализированным цифровым планом территории на интерактивной электронной карте интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS», содержащий информацию о пространственном расположении геообъектов недвижимости и их адресов. Адресный план предназначен для достоверного и точного отображения смежных комплексных категорий: населенный пункт, улично-дорожная сеть и строения, которым присвоен адрес. Адресный план также является официальным источником для определения местоположения и наименования объектов улично-дорожной сети с последующей дислокацией геообъектов, их геопривязкой в выбранной системе координат.

В функции адресного плана входят:

- ✓ формирование списка перспективных новых улиц на основе анализа градостроительных проектов и отводов участков под строительство;
- ✓ подготовка проектов приказов руководителей муниципальных администраций о наименовании и/или переименовании улиц и присвоения адресов сооружениям;
- ✓ отображение на адресном плане информации о принятых нормативных актах по наименованиям улиц и других составных частей муниципальных территорий;
- ✓ получение цифровых, графических и текстовых материалов картографического значения, создаваемых различными организациями, содержащих достоверную современную информацию об адресах строений;
- ✓ ведение архива адресов строений;
- ✓ предоставление необходимой информации, изготовление адресных схем для администраций районов и других потребителей;
- ✓ постоянный анализ адресного плана с целью своевременного упорядочивания адресации строений и подготовкой предложений по ее совершенствованию.

Графическая часть адресного плана содержит тематические слои [1, 2]:

- ✓ улично-дорожная сеть в виде осевых линий и границ ее элементов;
- ✓ строений, которым присвоены адреса;
- ✓ границы кварталов;
- ✓ границы городской черты и административных районов.

Семантическая часть адресного плана содержит информацию в базе данных [2, 3, 4]:

- ✓ реестр элементов улично-дорожной сети, включающий сведения о присвоении наименования или переименования элементов, установления и изменении границ;
- ✓ реестр строений и площадок, включающий их адреса, сведения о присвоении и изменении адреса, об установлении, изменении контура строения или границ площадки и их основные характеристики (назначение, этажность, материал стен, почтовый индекс);

✓ сведения о наименовании, переименовании, изменении границ составных частей городской территории;

✓ сведения о генеральном плане города и планируемых изменениях городской черты.

Классификация элементов адресного плана. Классификационный код адресного объекта отражает иерархию его подчиненности и выделяет его среди объектов данного уровня, подчиненных одному и тому же старшему объекту. Классификационный код любого адресного объекта, начиная от регионов и заканчивая элементом улично-дорожной сети представляется в следующем виде:

К элементам адресного плана относятся:

✓ субъект Российской Федерации;
✓ муниципальный район;
✓ городской округ;
✓ населенный пункт;
✓ элемент планировочной структуры;
✓ улица;
✓ тип и номер здания;
✓ тип и номер помещения в пределах здания, сооружения.

Таким образом, каждому уровню классификации соответствует свой адресообразующий элемент [5, 6].

Визуализация адресного плана на интерактивной карте интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS. Для формирования и построения адресного плана интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS имеет все необходимые адресообразующие элементы на электронной карте (рисунок 1).

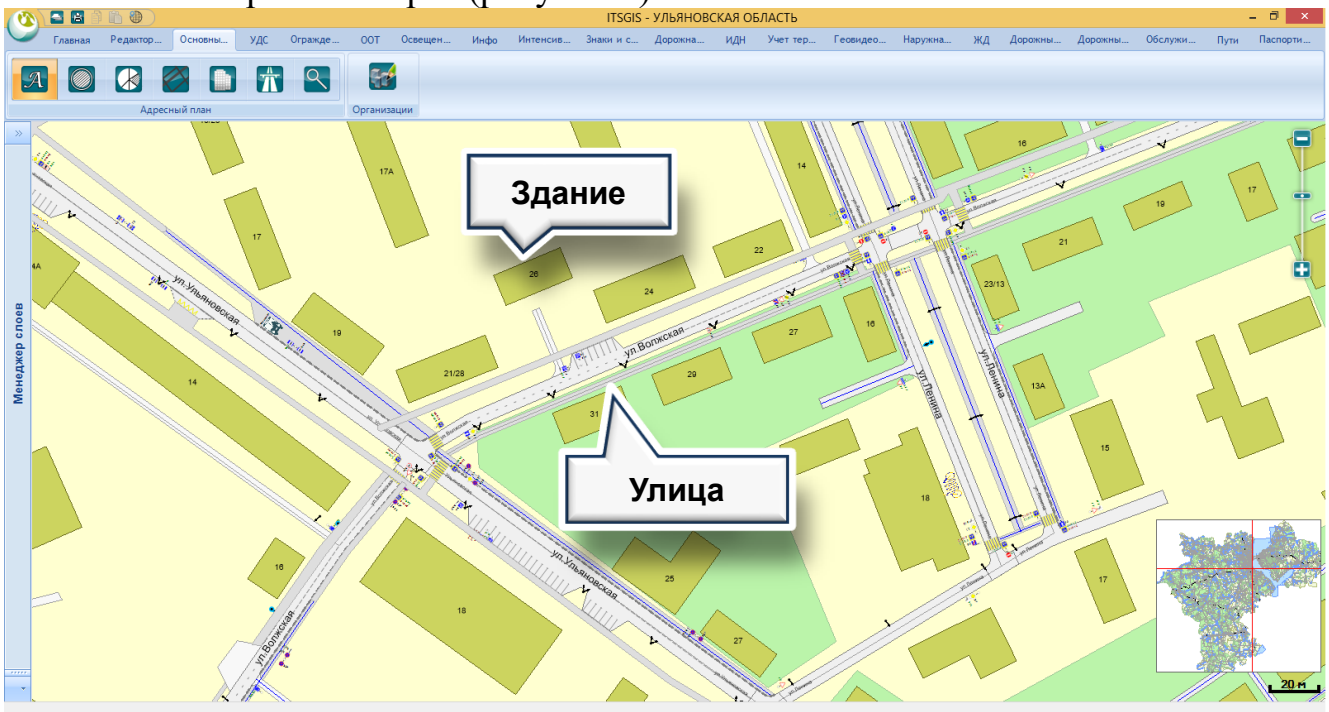


Рисунок 1 – Электронная карта с адресообразующими элементами

Все адресообразующие элементы выгружаются с базы данных и доступны для просмотра в виде справочной информации (рисунок 2).

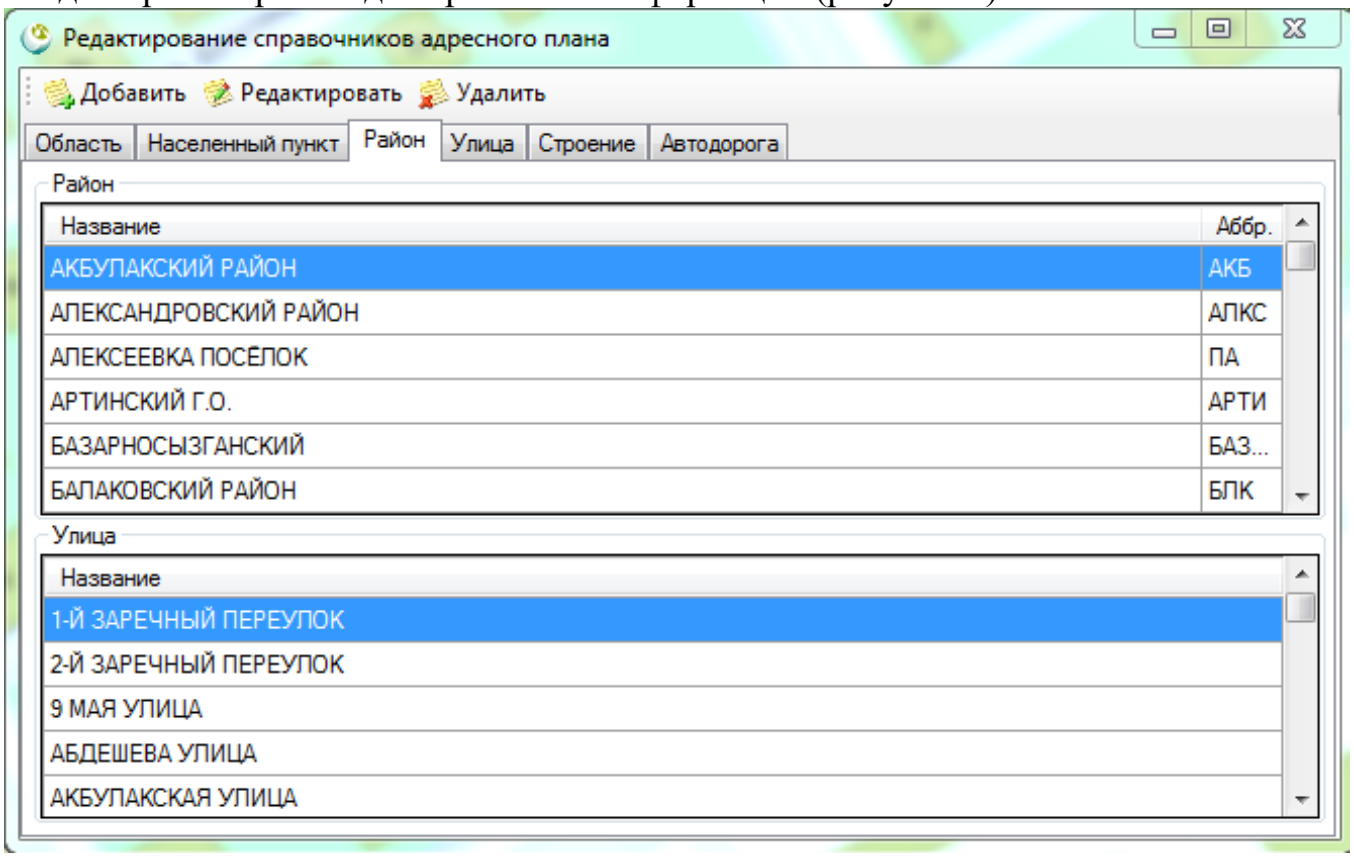
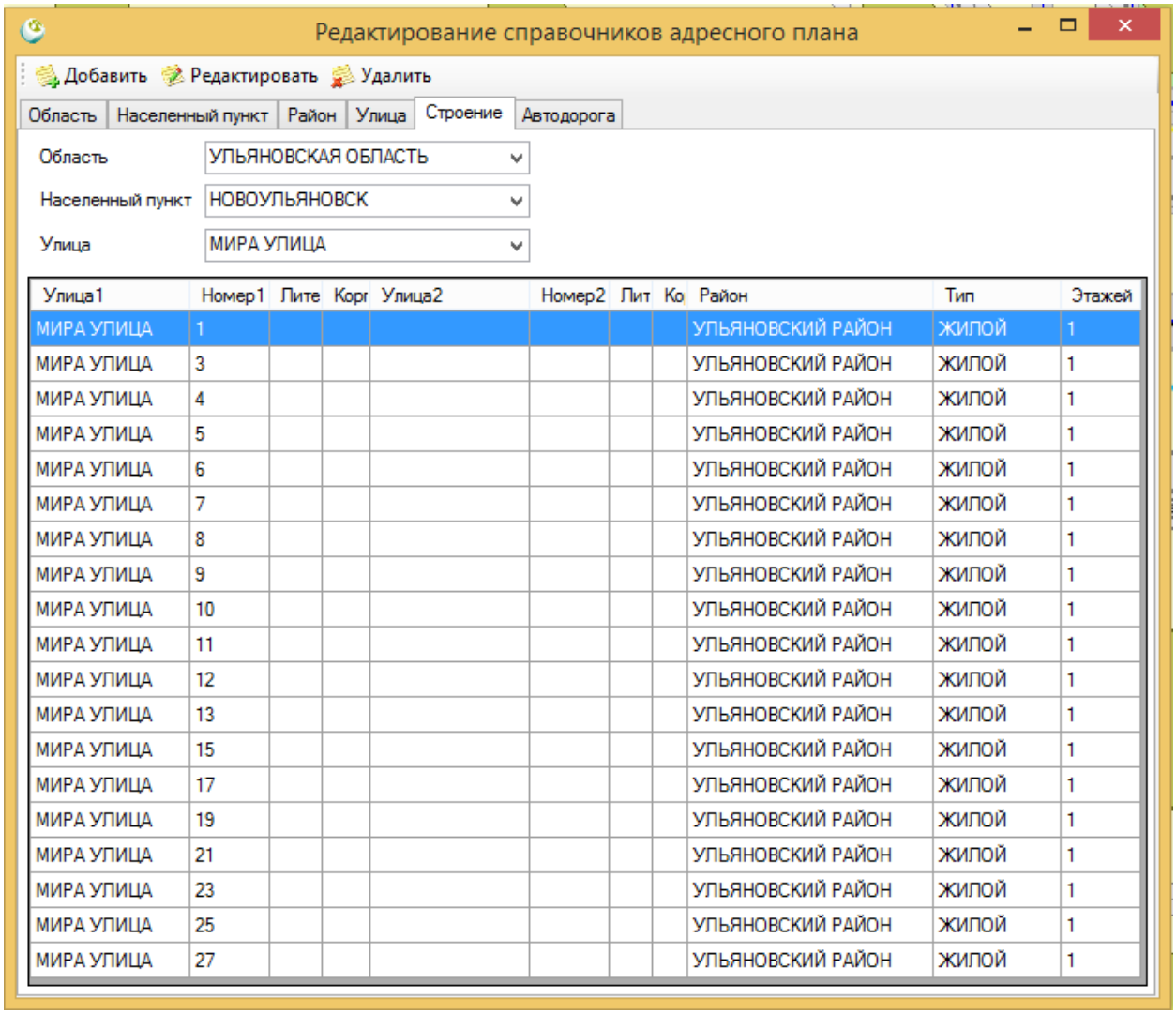


Рисунок 2 – Справочная информация на примере районов и привязанных к нему улиц

В ITSGIS имеется подробная справочная информация о строениях на выбранной улицей по типу здания, номеру, числу этажей, к какому району принадлежит (рисунок 3).

Таким образом, формируется полный адрес к строению и его можно прописать в поисковую строку (рисунки 4-5).

Вывод. Одной из «выгодных» с точки зрения использования и конечного результата областей применения ITSGIS являются территориальные информационные подсистемы с картографическим интерфейсом, рассчитанные на массового пользователя [7, 8]. ITSGIS имеет функционал построения тематических карт населенных пунктов с наличием информационно-справочных баз данных, предназначенных для целей управления различными инфраструктурами (городскими, транспортными, образовательными, туристическими, социальными и др.). Информационно-поисковые картографические функционалы ITSGIS предназначены для построения интерактивного адресного плана. ITSGIS, как сложноорганизованная система, содержит функционал, определяемый различными плагинами: плагины учета природных ресурсов, туристические информационные плагины, плагины особо охраняемых территорий, плагины мониторинга земельных ресурсов и управления недвижимостью [9].



Улица1	Номер1	Лите	Корп	Улица2	Номер2	Лит	Ко	Район	Тип	Этажей
МИРА УЛИЦА	1							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	3							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	4							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	5							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	6							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	7							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	8							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	9							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	10							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	11							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	12							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	13							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	15							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	17							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	19							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	21							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	23							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	25							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1
МИРА УЛИЦА	27							УЛЬЯНОВСКИЙ РАЙОН	ЖИЛОЙ	1

Рисунок 3 – Справочная информация о строениях

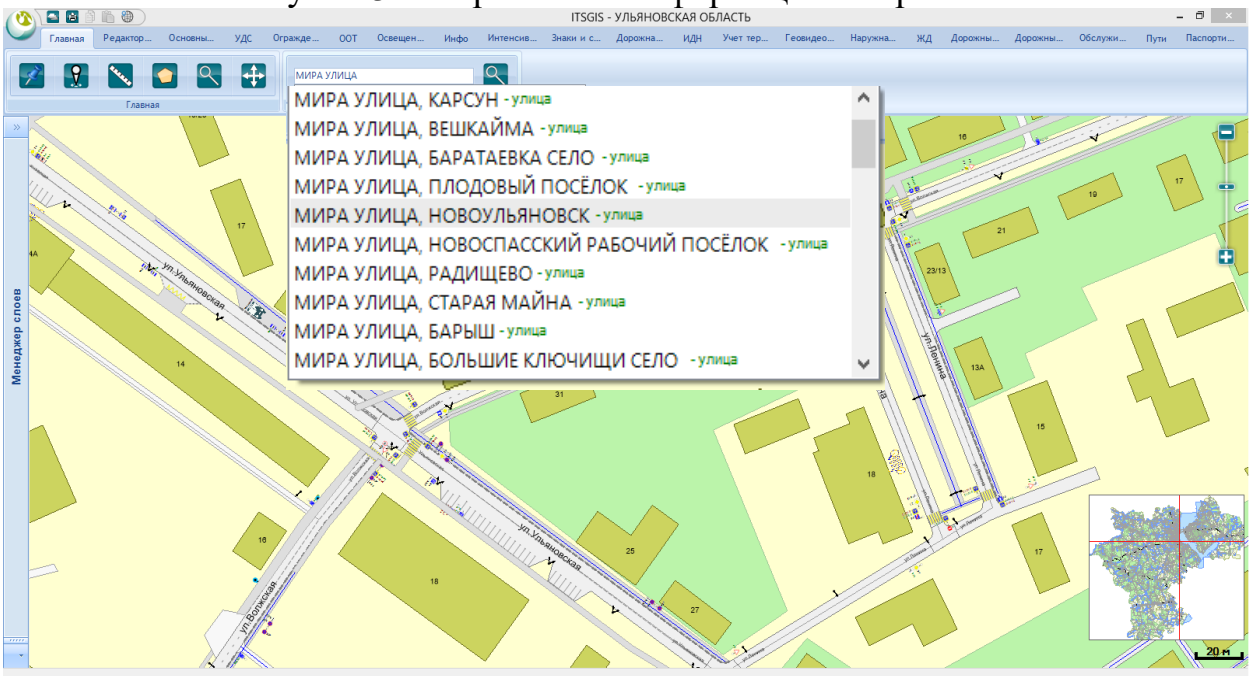


Рисунок 4 – Поиск по адресу

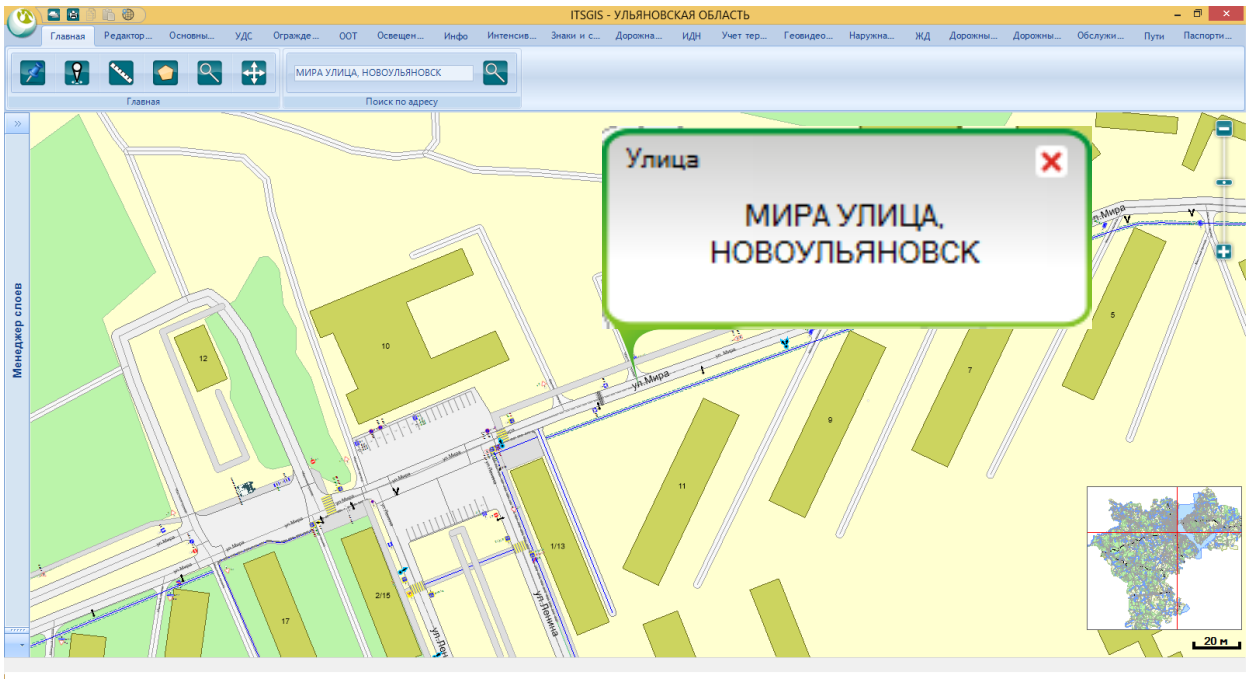


Рисунок 5 – Визуализация результата поиска

То есть плагины – это компоненты ITSGIS, которые выполняют информационно-аналитические функции и могут отображать соответствующие карты землепользования, землевладений и размещения геообъектов, а также плагины мониторинга состояния геообъектов, планирования развития территории, моделирования динамических процессов.

Как видно из приведенных примеров, интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS – это достаточно представительный класс геоинформационных систем. ITSGIS имеет одно общее свойство – все плагины работают с территориально-распределенными объектами и, следовательно, имеют интеллектуальную картографическую функциональность.

Литература

1. ГОСТ Р 51606-2000. Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации. Общие требования. Введ. 2000-05-17. - М.: Изд-во стандартов, 2000. - 7 с.

2. ГОСТ Р 51607-2000. Карты цифровые топографические. Правила цифрового описания картографической информации. Общие требования. Введ. 2000-05-17. - М.: Изд-во стандартов, 2000. - 8 с.

3. ГОСТ Р 51608-2000. Карты цифровые топографические. Требования к качеству цифровых топографических карт. Введ. 2000-05-17. - М.: Изд-во стандартов, 2000. - 13 с.

4. Михеева Т.И., Елизаров В.В., Михеев С.В. Стандартизация дислокации геообъектов в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы / Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. - Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – С. 154- 160.

5. Афанасьев В. А., Васильев П.С., Щербаков В.М. ГИС-технология создания структурных планов регионов. / Сборник «Теория и практика эколого-географических исследований» – СПб.: ТИН, 2005. - С. 541-550.

6. Михеева Т.И., Елизаров В.В., Михеев С.В. Системный анализ формирования стандарта дислокации геообъектов на тематических слоях карты // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2018) : труды Международной научно-технической конференции (Самара, 14–16 апреля 2018 г.). – Электрон. текстовые и граф. дан. (34,4 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2018. С. 848 –856.

7. Михеева Т.И. Инструментальная среда для проектирования объектов интеллектуальной транспортной системы // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №40. Самара: СамГТУ, 2006. С.96-103.

8. Михеева Т.И. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории / С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1058–1062.

9. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Плагины / Т.И. Михеева, С.В. Михеев и др. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.2. – 217 с.

Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.И. Бугаков

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

(Самарский университет)

В настоящее время актуальна проблема наличия подлинной информации о состоянии дорожного полотна. Данные о качестве дорог разрознены и неполны. А ведь именно дефекты дорожного покрытия становятся зачастую причиной серьёзных дорожно-транспортных происшествий (ДТП) [1].

Из-за наличия дорожных дефектов в улично-дорожной сети, существует большой риск аварии, таким образом, каждый месяц, происходит более 4 тысяч ДТП по причине нарушения целостности дороги (рисунок 1). Спектр урона от наезда на дефекты дорожного покрытия широк – от пробитого колеса, до уничтожения автомобиля, без возможности восстановления, по причине вылета автомобиля в кювет, на полосу встречного движения и т.д. [2].

Существующие в настоящее время геоинформационные карты автомобильных дорог не содержат информации о качестве дорожного покрытия. При визуализации грунтовых и асфальтовых дорог, обозначенная на карте проезжая часть с асфальтовым покрытием, может оказаться практически непроходимой из-за существенных дефектов дорожного полотна (ДДП). Также на многих участках дорог состояние полотна часто меняется, что быстро делает информацию неактуальной. В связи с этим актуальной является задача сбора, анализа, интерактивной визуализации качества дорожного покрытия с учетом и геолокацией дефектов транспортной сети.

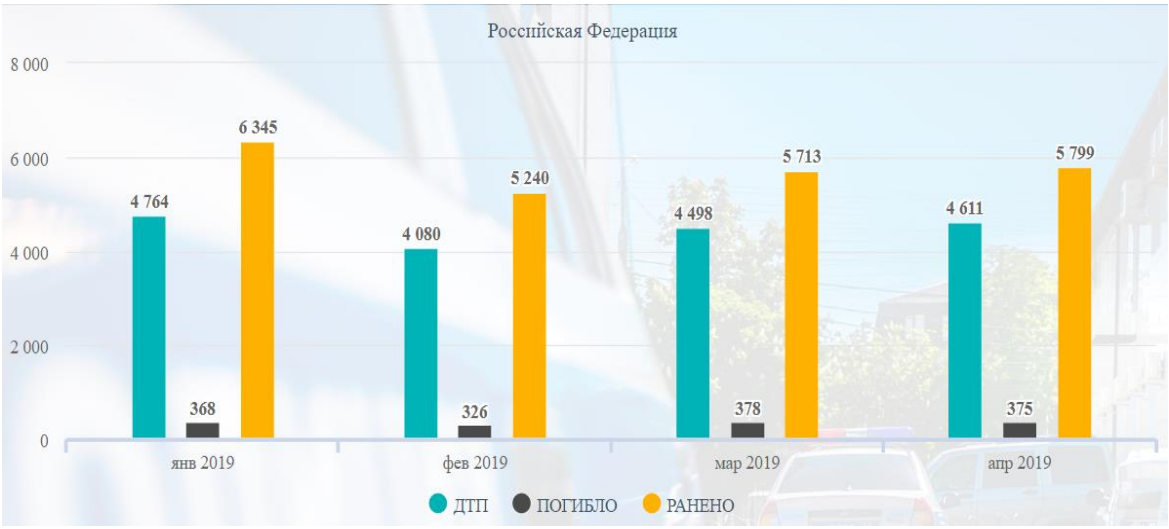


Рисунок 1 – Количество ДТП в РФ из-за дорожных дефектов за 2019 год

Целью работы является разработка автоматизированной системы для решения задач сбора, анализа, интерактивной визуализации качества дорожного покрытия с учетом и геолокацией дефектов транспортной сети в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS [8].

В соответствии с поставленной целью проведены исследования на основе разработанных методов фиксации и оценки по разработанной методике исследования с визуализацией результатов исследований на интерактивной электронной карте.

Исследования производилось следующим образом:

– автомобиль проезжает дорогу по первой полосе в направлении по обозначенной улице;

– на перекрестке в конце исследуемого пути автомобиль разворачивается и движется в обратном направлении так же по первой полосе;

– пункты 1-2 повторяются 10 раз, для того, чтобы исключить погрешность и случайные срабатывания датчиков;

– далее аналогичная процедура проделывается со второй, третьей и другими полосами движения.

На основе данных рассчитывается спектральная плотность мощности и международный индекс ровности, также рассчитывается колейность для дорог улично-транспортной сети.

В качестве первого участка использовалась улица Партизанская от пересечения с улицей Дзержинского до улицы Волгина. Участок протяженностью 652 м.



Рисунок 2 – Участок исследования

В ходе исследования были рассчитаны следующие значения:

Таблица 1 – Результаты анализа дороги

Расстояние(м)	IRI по прямому направлению движения	IRI по обратному направлению движения	Наличие явно выявленных дефектов	Колейность(мм)
0-100	1,1	1,05	да	15
100-200	1,5	0,8	да	18
200-300	3,9	3,0	да	12
300-400	1,3	2,4	нет	11
400-500	0,4	4,6	нет	14
500-600	3,4	4,0	нет	16
600-652	3,2	3,5	нет	10

На рисунках 3, 4 представлены графики исследования спектральной плотности ординат микропрофиля выбранной дороги в прямом и обратном направлении

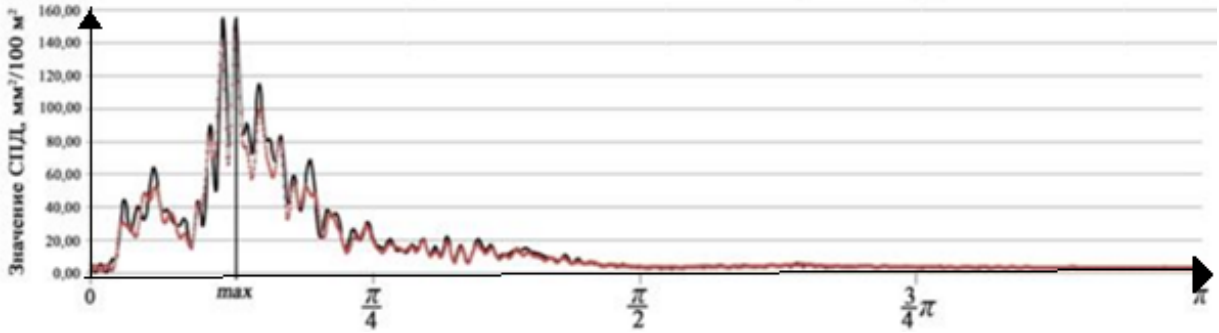


Рисунок 3 – СПД ординат микропрофиля дороги в прямом (от улицы Дзержинского) направлении

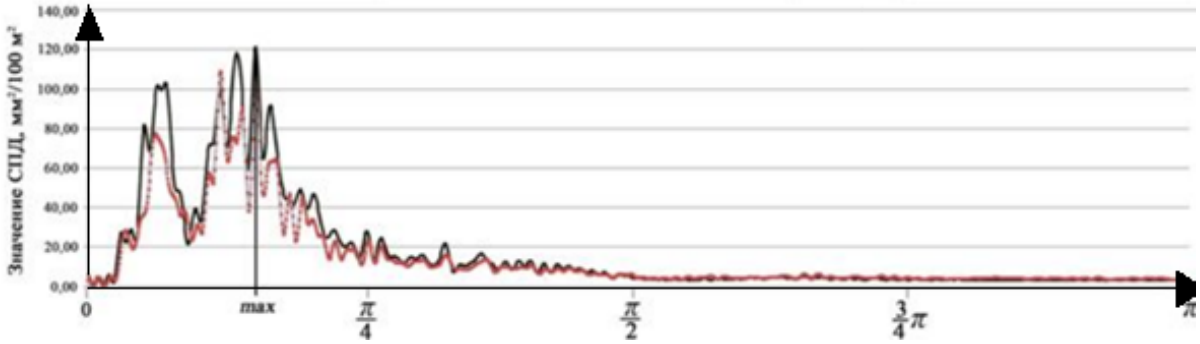


Рисунок 4 – СПД ординат микропрофиля дороги в обратном (от Волгина) направлении

Разработана методика исследований качества дорожного полотна, отличающаяся от существующих методикой сбора, анализа собираемых данных с помощью разработанного специализированного программно-аппаратного комплекса.

Выполнены разработка, отладка и тестирование программно-аппаратного комплекса контроля качества дорожного покрытия. Выполнена визуализация результатов исследований дефектов дорожного покрытия на интерактивной

электронной карте в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS (рисунок 5) [8, 10]. Разработана методика исследований качества дорожного полотна, отличающаяся от существующих методикой сбора, анализа собираемых данных с помощью разработанного специализированного программно-аппаратного комплекса [7].

Выполнены разработка, отладка и тестирование программно-аппаратного комплекса контроля качества дорожного покрытия [6, 9]. Выполнена визуализация результатов исследований дефектов дорожного покрытия на интерактивной электронной карте в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS [5].

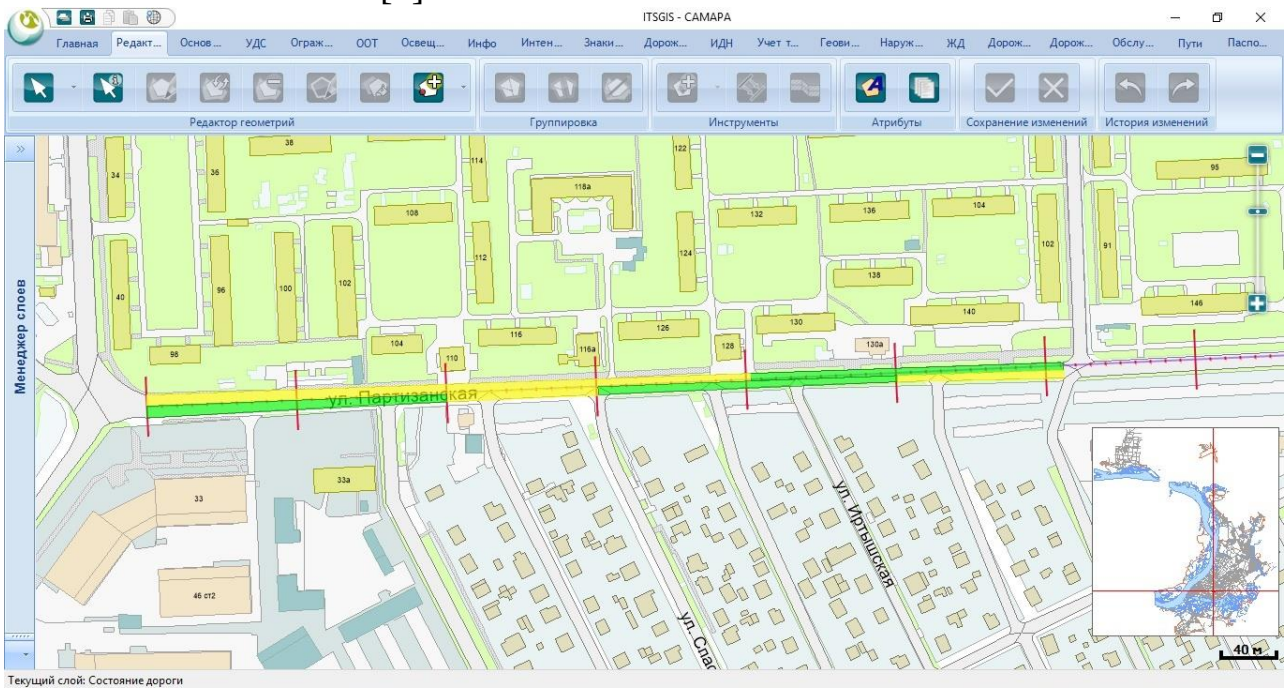


Рисунок 5 – Визуализация результатов измерений на интерактивной электронной карте в системе ITSGIS

Литература

1. Бугаков, А.И, Автоматизированная система мониторинга состояния дорожного покрытия / Т.И Михеева, А.И Бугаков // Перспективные информационные технологии(ПИТ-2018) труды научно-технической конференции под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Изд-тво Самарского научного центра РАН, 2018, – С. 845-847.

2. Направление обращения в Госавтоинспекцию [Электронный ресурс] / Режим доступа : http://www.gibdd.ru/letter/ (дата обращения: 07.03.2018).

3. ГОСТ 33101-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Покрытия дорожные. Методы измерения ровности. [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200127196 (дата обращения 20.12.2018 г.).

4. СТО МАДИ 02066517.1-2006. Дороги автомобильные общего пользования. Диагностика. Определение продольного микропрофиля дорожной поверхности и международного показателя ровности IRI. Общие требования и порядок проведения.

5. Михеева Т.И. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории / С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1058–1062.

6. Михеева Т.И. Интеллектуальная транспортная система. Дислокация дорожных знаков / Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №32. Самара: СамГТУ, 2005. С.53-63.

7. Красников, А.Н. Закономерности движения на многополосных автомобильных дорогах / А.Н. Красников. – М. : Транспорт, 1988. – 111 с.

8. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К. и др. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро Самара, Россия: Интелтранс, 2016. 171с.

9. Михеева Т.И., Михеев С.В., Сапрыкин О.Н. и др. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем Самара, Россия: "Интелтранс", 2015. 216с.

10. Михеева Т.И., Михеев С.В. и др. Формализация задачи геомаршрутизации на основе расширенной графовой модели // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры. — 2018. — Ч. 1. — С. 289-298.

С.В. Михеев, Т.И. Михеева

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СТРАТИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПРОСТРАНСТВЕ ОСГУДА

(Самарский университет, Группа компаний «ИнтелТранС»)

Задачи в области системного моделирования, управления и оптимизации процессов принятия решений, синтеза сложноорганизованных структур интеллектуальной транспортной геоинформационной системы, оптимизации и автоматизации транспортных процессов актуальны при решении задач управления транспортной инфраструктурой. На основе фундаментальных закономерностей интеллектуального управления в проектируемой системе принятия решения разрабатываются базовые математические модели, учитывающие в соответствии с системным принципом целеполагания чувствительность глобального системного целевого функционала к компонентам множества состояния этих моделей. Осуществляется декомпозиция основополагающей модели на базе информационного, методологического и функционального принципов стратификации. В качестве конструктивных методов использованы как известные подходы, в том числе методы теории управления транспортными потоками, так и оригинальные разработанные методы. На основе стратификации построены страты проблемно-ориентированных математических моделей в виде множества частных математических моделей и последовательностей их отображений – морфизмов, – отвечающих системным критериям качества и пригодных для

эффективного решения прикладных задач оптимального управления транспортной инфраструктурой.

Рассматриваемые и разработанные модели синтезированы на основе паттернов:

– формализованное описание целей поддержки принятия решения;

– управление транспортной инфраструктурой;

– исследования интенсивности, плотности, состава потоков;

– механизмы и взаимодействия транспортных потоков и технических средств организации дорожного движения;

– внешние воздействия окружающей среды;

– технологические, режимные и конструктивные факторы;

– критерии качества процессов принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой с учетом ограничений.

Модели представлены в форме различных математических конструкций на основе паттернов – линейных и нелинейных моделей, детерминированных, нечетко-определенных и стохастических, распределенных и зональных объектов, аналитических, нейросетевых, геоинформационных, оптимизационных моделей. Для оптимизации управления транспортной инфраструктурой предложена методология системной паттерновой таксономической иерархии структур. Исследованы различные аспекты реализации зонального управления, проведена их верификация и получены оценки качества управления.

Рассматриваемая методика семантической стратификации транспортной инфраструктуры через пространство Осгуда содержит разновидности проектных страт, позволяющих в процессах моделирования функционирования транспортной инфраструктуры учесть факты того, что результирующее оптимальное решение обретает смысл не только благодаря его объективному содержанию, но и критериям, связанным с особенностями интеллектуального плагина, принимающего решения с учетом критериев, ограничений, внешних параметров, которые оказывают влияние на результат моделируемого процесса. В процессе принятия решений оценки результатов моделирования, расположенные в разных стратах, имеют взаимозависимость, взаимодействуют между собой, что позволяет определить уровень наиболее взаимодействующих шкал и сгруппировать их в факторы.

Семантическая стратификация транспортной инфраструктуры

Семантическая стратификация транспортной инфраструктуры основана на методике семантического дифференциала, разработанной в 50-х годах прошлого века американскими учёными под руководством Ч. Осгуда [1, 2]. Методика семантической стратификация представляется паттернами исследования семантических пространств системы поддержки принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой и служит для индексирования значений с помощью двухполюсных страт, определяемых двумя противоположными данными качества объектов, между которыми расположены три, пять или семь

градаций уровней данного качества. Любые объекты, явления или процессы транспортной инфраструктуры, воспринимаемые лицом, принимающим решение, вызывают у него некоторые слабоструктурированные типы реакций, которые успешно можно декларировать с помощью методов семантического дифференциала. Данная методика позволяет увидеть тот образ, который возникает в сознании реципиента, принимающего информацию, на основе которой в последствии принимается решение об управлении с учетом оценки какого-либо объекта, явления или процесса.

Методика семантической стратификации содержит разновидности проектных страт, позволяющих в процессах моделирования функционирования транспортной инфраструктуры учесть факт, что результирующее оптимальное решение обретает смысл не только благодаря его объективному содержанию, но и критериям, связанным с особенностями интеллектуального плагина, принимающего решения с учетом критериев, ограничений, внешних параметров, которые оказывают влияние на результаты моделируемого процесса. В процессе принятия решений оценки результатов моделирования, расположенные в разных стратах, имеют взаимозависимость, взаимодействуют между собой, что позволяет определить уровень наиболее взаимодействующих шкал и сгруппировать их в факторы [3].

Механизм моделирования, объединяющий компоненты страт, по определению Ч. Осгуда, представляет собой явление зонального управления, в котором при возникновении на участке транспортной сети некоторого инцидента, возникают изменения на другом участке сети, называется синестезией [4]. Когда осуществляется переход от признаков к факторам, происходит синтез семантического пространства с зональной стратификацией на основе паттернов интеллектуального пространственно-координированного нейросетевого прогнозирования, которые являются метаязыком описания знаний о транспортных процессах.

Классическое семантическое пространство Осгуда состоит из набора базовых страт, в которых отображаются оценочные показатели испытуемого объекта. Набор страт дислоцируется в виде пространства, в котором возможно судить о мере сходства объектов на основе их имманентных свойств, исходя из расстояний между их показателями. В системе поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой на этапе трансформации, подход Осгуда дает возможность сравнить трудносравнимые сложноорганизованные объекты и построить аналог. Применение семантических пространств Осгуда для проведения аналогий в системе знаний основано на возможности осуществлять описания одной и той же технической системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой на нескольких уровнях абстракции, а также на возможности выполнения классификации свойств. Эмерджентное свойство появляется у системы как продукт функционального взаимодействия ее компонентов.

С позиции страты причинного аспекта выявление знания функциональной структуры системы, как отдельного объекта, есть знание причин выявления

её эмерджентных свойств. Причинно-следственные отношения объектов классов всегда являются темпоральными, в этой связи для полного понимания функционирования системы, как полновесного объекта, её функциональную структуру необходимо разложить во времени, указав при этом последовательность функционала – сеть событий, приводящих к появлению нового, эмерджентного свойства. Функциональные отношения объектов, рассмотренные с позиции темпоральных аспектов, составляют причинный аспект функциональной структуры объекта в виде полновесной системы (рисунок 1).

Причинная страта показывает, как структуры системы принятия решения приводит к появлению нового системного свойства. Величина системной характеристики зависит от влияния процессов, находящихся в причинной страте, объясняющей появление системного свойства. Структура, основанная на отношениях объектов предметной области и сложноорганизованной системы принятия решений, образует многомерную семантическую сеть (рисунок 2). Многомерная семантическая сеть не должна иметь изолированных концептуальных объектов, т.к. создание их основано на специализированных категориях отношений. В этой связи любой объект будет найден последовательными шагами поиска по связанным отношениям в одной или в нескольких стратах семантической сети.

Следуя парадигме метода стратификации, путем последовательного описания знаний о различных аспектах структур системы поддержки принятия решений при управлении объектами транспортной инфраструктуры, повышая качество знаний по мере прохождения их эпистемологических уровней, пройден дивергентный этап проектирования системы [5, 6].

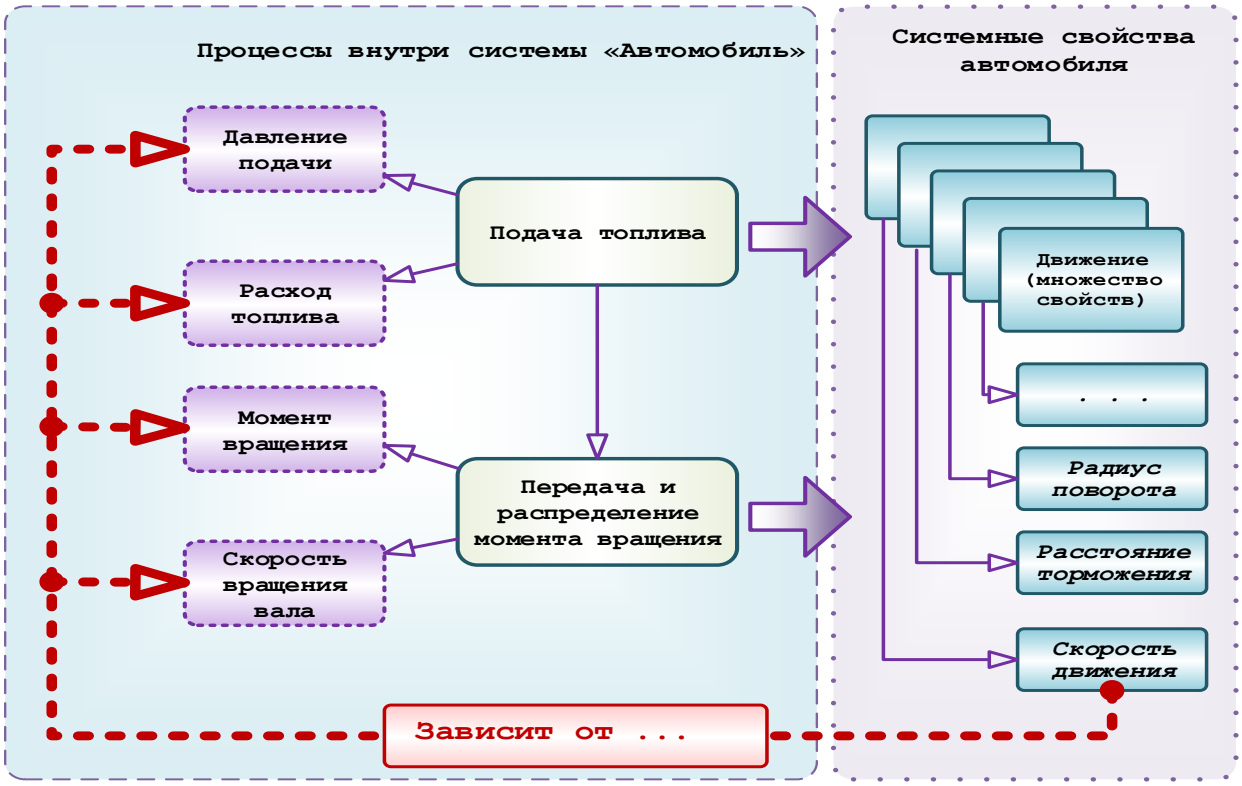


Рис. 1. Влияние показателей процессов на системное свойство

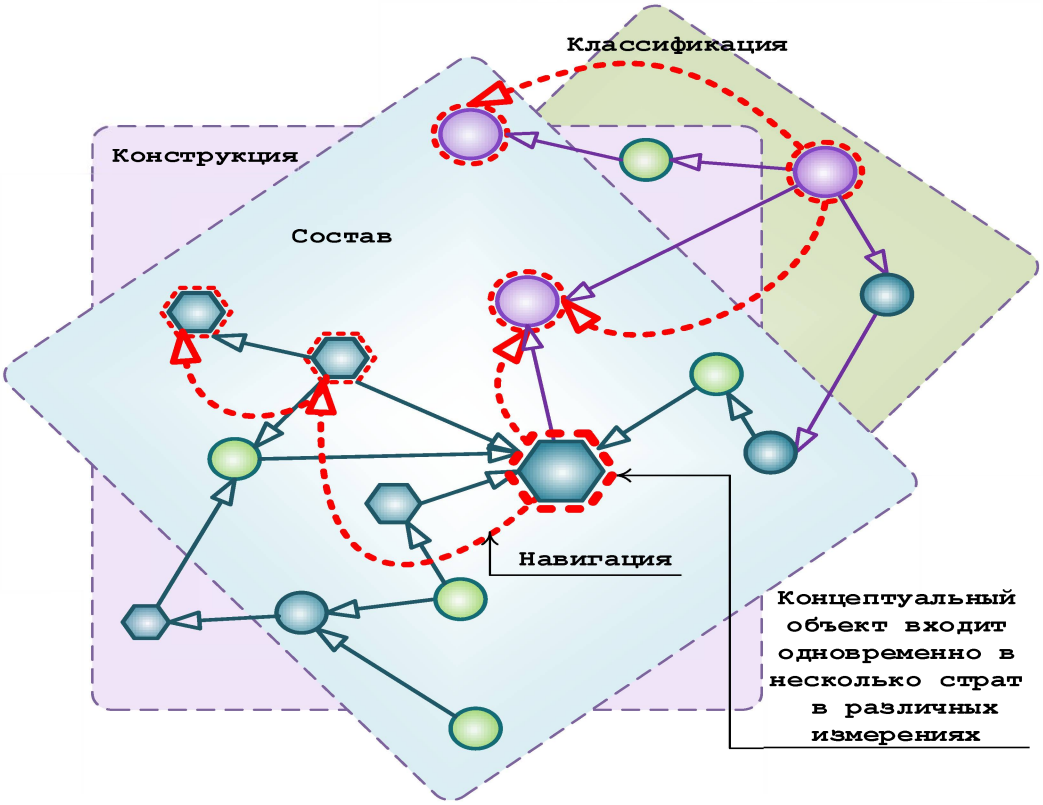


Рис. 2. Многомерная семантическая сеть

Подготовлена информация для этапа трансформации, используя методологию поиска и сравнения в семантических пространствах Осгуда.

Пространство Осгуда в системе поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой формируется на трех основных факторах имманентных свойств объектов предметной области:

– $\tilde{p}^{\tilde{X}_{mark}} = mark(\tilde{p}_j^{\tilde{X}})$ - оценка:
  - ✓ регулируемый перекресток ⇔ нерегулируемый;
  - ✓ одностороннее движение ⇔ многополосное двухстороннее движение;
  - ✓ светодиодный дорожный знак ⇔ несветодиодный дорожный знак;
– $\tilde{p}^{\tilde{X}_{force}} = force(\tilde{p}_j^{\tilde{X}})$ - сила:
  - ✓ уровень загрузки транспортной сети по критерию «Пробки»: свободное движение (плотность транспортного потока $k^{\tilde{e}_i} = 0$ ⇔ насыщенное движение (плотность транспортного потока $k^{\tilde{e}_i} = \max$ движение в «заторе»);
  - ✓ транспортная задержка: движение транспортных средств без остановки ⇔ движение транспортных средств с длительным стоянием;
– $\tilde{p}^{\tilde{X}_{active}} = active(\tilde{p}_j^{\tilde{X}})$ - активность:
  - ✓ скорость движения транспортного потока: быстро ⇔ медленно;
  - ✓ уровень активности/пассивности движения транспортных средств: движется по участкам транспортной сети ⇔ стоит на участке «перекресток» на запрещенном сигнале светофора.

Рассмотрим свойства объектов низшего уровня системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой, измеренные разнообразными шкалами в соответствии с указанными требованиями (рисунок 3, 4).

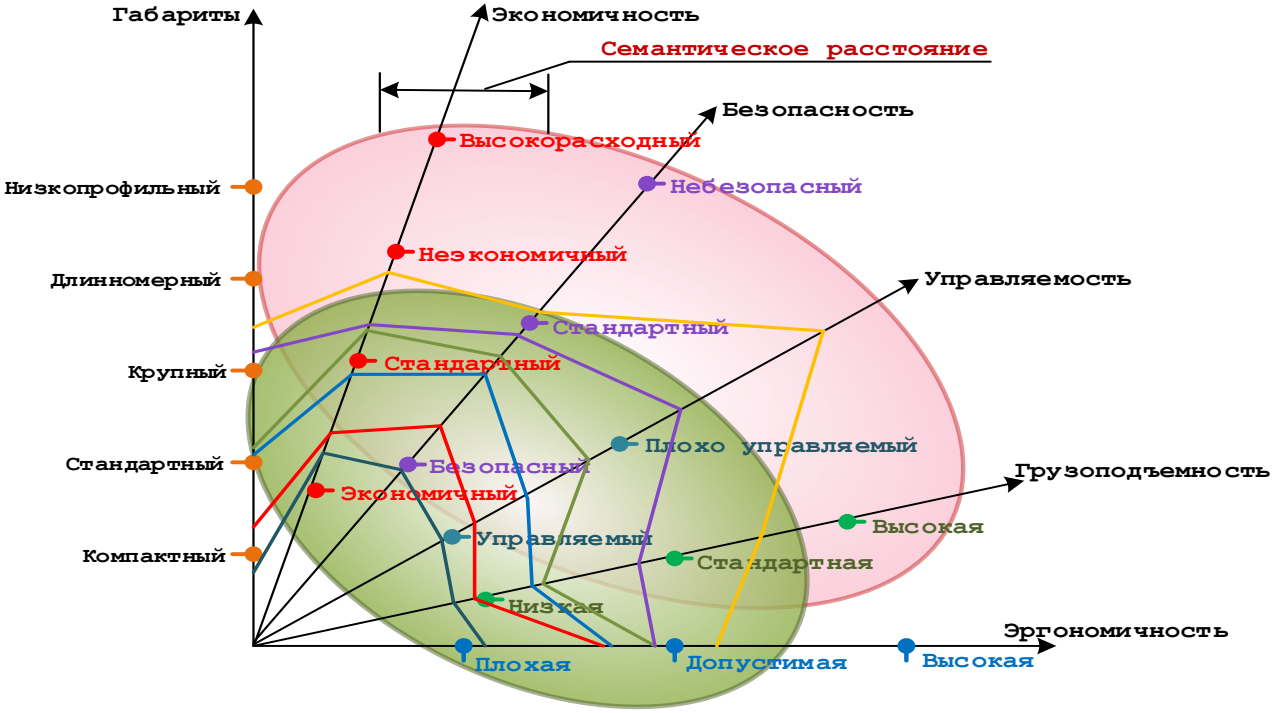


Рис. 3. Отображение классов свойств легковых и грузовых автомобилей на показатели выбора в 6-стратном семантическом пространстве Осгуда

Для разных систем поддержки принятия решения отображение рассматриваемой предметной области будет выглядеть по-разному. Меру различия между ними показывает выбранный тип семантического расстояния в условных единицах.

Выбор страт для отображения должен соответствовать уровню абстракции свойств. Классификация представляет собой иерархию, сходящуюся в одну вершину, количество отображаемых свойств и страт для их отображения, что фактически является размерностью семантического пространства Осгуда, будет уменьшаться согласно увеличению степени абстракции.

Семантическое расстояние на рисунках 3 и 4 между областями отображения различное, что свидетельствует о том, системы на высоких уровнях абстракции становятся одинаковыми и похожими друг на друга. Необходимо уменьшая размерность пространства Осгуда, достичь минимума семантического расстояния между областями отображения.

Таким образом будет актуален и оптимален выбор системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой. Описанный процесс семантической стратификации через пространство Осгуда содержит в себе набор эвристик, выполняемых при проектировании и структурно-параметрическом синтезе системы поддержки принятия решения, при поддержке системы знаний.

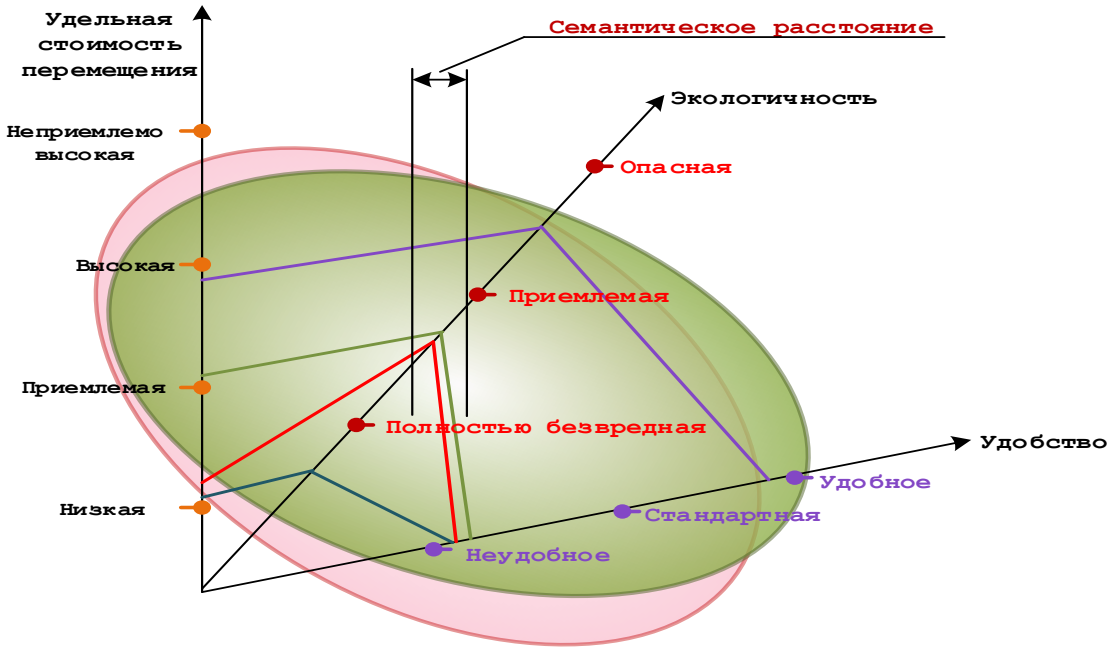


Рис. 4. Отображение более высокого класса свойств легковых и грузовых автомобилей на показатели выбора в трехстратном семантическом пространстве Осгуда

Разработанная методика семантической стратификации транспортной инфраструктуры содержит методику семантического дифференциала, в пространстве Осгуда. Методика семантической стратификации представляется паттернами исследования многомерной семантической сети – пространством Осгуда – в системе поддержки принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой и служит для индексирования значений с помощью двухполюсных страт, определяемых двумя противоположными данными качества объектов, между которыми расположены три, пять или семь градаций уровней данного качества [7, 8].

Литература

1. Бегоян А.Н. Подбор, оценка и расстановка персонала банка методом семантического дифференциала : принцип концептуальной совместимости // Материалы I Летней психологической школы : Сборник научных статей / Отв. ред. Е.Р. Агадуллина, А.В. Ловаков. [Электронный ресурс] – М. : Эннеагон Пресс, 2011. С. 13-21.

2. Горбань П.А. Нейросетевой анализ структуры индивидуального пространства смыслов. «Нейрокомпьютеры» : разработка, применение. 2002, № 4. С. 14-19.

3. Михеев С.В. Таксономическая стратификация объектов транспортной инфраструктуры / IT & Transport / ИТ & Транспорт : сб. науч. статей / под ред. Т.И. Михеевой. – Самара: Интелтранс, 2018. Т.9. – С. 55–60.

4. Hubbard E.M., Ramachandran V.S. Neurocognitive mechanisms of synesthesia. Neuron (Review). [Электронный ресурс] / Vol. 48 (3): P. 509-520. DOI:10.1016/j.neuron.2005.10.012. PMID 16269367. Режим доступа : http ://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896627305008354

5. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Плагины / Т.И. Михеева, С.В. Михеев и др. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.2. – 217 с.

6. Михеева Т.И. Интеллектуальная транспортная система. Дислокация дорожных знаков / // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №32. Самара: СамГТУ, 2005. С.53-63.

7. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К., Сапрыкин О.Н. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем. – Самара : Интелтранс, 2015. – 216 с. – ISBN 978-5-9906857-2-7.

8. Михеева Т.И. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории / С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1058–1062.

С.В. Михеев, Т.И. Михеева, А.И. Чугунов

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ДОРОГ С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ ГЕООБЪЕКТОВ НА КАРТЕ

(Самарский университет, Группа компаний «ИнтелТранС»)

Для разработки стратегии развития современной транспортной инфраструктуры мегаполиса большое внимание уделяется организации взаимодействия транспортных и пешеходных потоков. Для организации движения и оптимизации перевозочного процесса все чаще используются компьютерные системы, основанные на искусственном интеллекте, использующие геоинформационные технологии [1]. Эти направления применения компьютерных технологий стремительно развиваются в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной систем «ITSGIS» [2]. Это касается вопросов об автоматизации процессов сбора, хранения, планирования и анализа информации об автомобильных дорогах, методах визуализации реальных объектов транспортной и городской инфраструктуры на интерактивной электронной карте, а также о точности воспроизведения условий их дислокации. ITSGIS оперирует большими массивами разнородной информации, как статической, так и полученной при исследовании дорог с помощью передвижных лабораторий. Комплексный анализ информации требует точной географической привязки данных различного пространственно-временного разрешения.

Плагин ITSGIS учета геометрических параметров проезжей части решает задачи автоматизированного мониторинга автомобильных дорог [3]:

– сбор, хранение, планирование и анализ информации об автодорогах и технических средствах организации дорожного движения (ТСОДД), дислоцированных на этих автодорогах [4];

– получение информации о нормативном и текущем состоянии автодорог и ТСОДД;

– проектирование структуры хранения данных (географических и семантических) об остановках общественного транспорта (ООТ) и объектах ее инфраструктуры;

– обеспечение полноты, достоверности, оперативности информации о состоянии автодорог и ТСОДД [5, 6, 7].

В качестве исходных данных для построения транспортных маршрутов и визуализации ООТ выбираем маршрутные транспортные средства – транспортные средства общего пользования (автобус, троллейбус, трамвай), предназначенные для перевозки по дорогам людей и движущиеся по установленному маршруту с обозначенными остановочными пунктами. Кроме транспортных средств необходимо учитывать наличие дорожных знаков, ограждений, дорожной разметки и других элементов обустройства ООТ. В базе данных отражается информация о:

– наличии навеса от дождя и/или скамейки;

– об остановочном кармане – расширении проезжей части, необходимом для того, чтобы остановившийся автобус или троллейбус не создавал помех другим транспортным средствам;

– табличке с номерами маршрутов общественного транспорта, останавливающегося на данной остановке;

– расписании движения транспортных средств;

– наличии пункта продажи билетов;

– наличие урны.

Хранение и манипуляция собранными данными в плагине учета геометрических параметров проезжей части выполняется путем формирования данных в геовидеомаршрут – модель данных особого вида $G(L, P, S, t)$, определяющую связь между геолокацией L, изображениями (кадрами видеозаписи) P, параметрами съемки S и временем t. Геолокация определяет пространственное положение и представляет собой тройку $L = <x, y, z>$, где x – широта, y – долгота, z – высота над уровнем моря.

Изображение представляет набор кадров в геолокации L в t-й момент времени с n-различных видеокамер $P(L, t)=<p_1, p_2, \ldots, p_n>$.

Параметры съемки S служат для повышения точности выполнения операции на геовидеомаршрутах и представляются набором $S = <a_x, a_y, a_z, H, h, f>$, где

a_x – угол тангажа,

a_y – угол рысканья,

a_z – угол крена,

H – высота установки камеры,

h – высота от места установки камеры до главной оптической оси камеры,

f – фокусное расстояние объектива камеры.

На геовидеомаршрутах в системе выполняются следующие операции: измерение линейных (длина, ширина, высота) и площадных геометрических параметров автомобильной дороги по изображению $P_c = P(L_c, t_c)$ в определенной

геолокации L_c в заданный момент времени t_c, построение диаграмм высот и радиусов закруглений по последовательности L_1, L_2, ..., L_m, определяющей автодорогу с началом в L_1 и концом в L_m.

Интерфейс плагина учета геометрических параметров проезжей части в режиме измерения по видеокадру приведен на рисунке 1.

Использование плагина в ITSGIS позволяет автоматизировать дислокацию ТСОДД (дорожные знаки, светофоры, ограждения, разметка и др.), ООТ на интерактивной электронной карте по геовидеомаршруту (рисунок 2, 3). В ITSGIS ООТ можно изобразить как минимум двумя способами: точечные и полигональные типы геообъектов на основе паттернов [8].

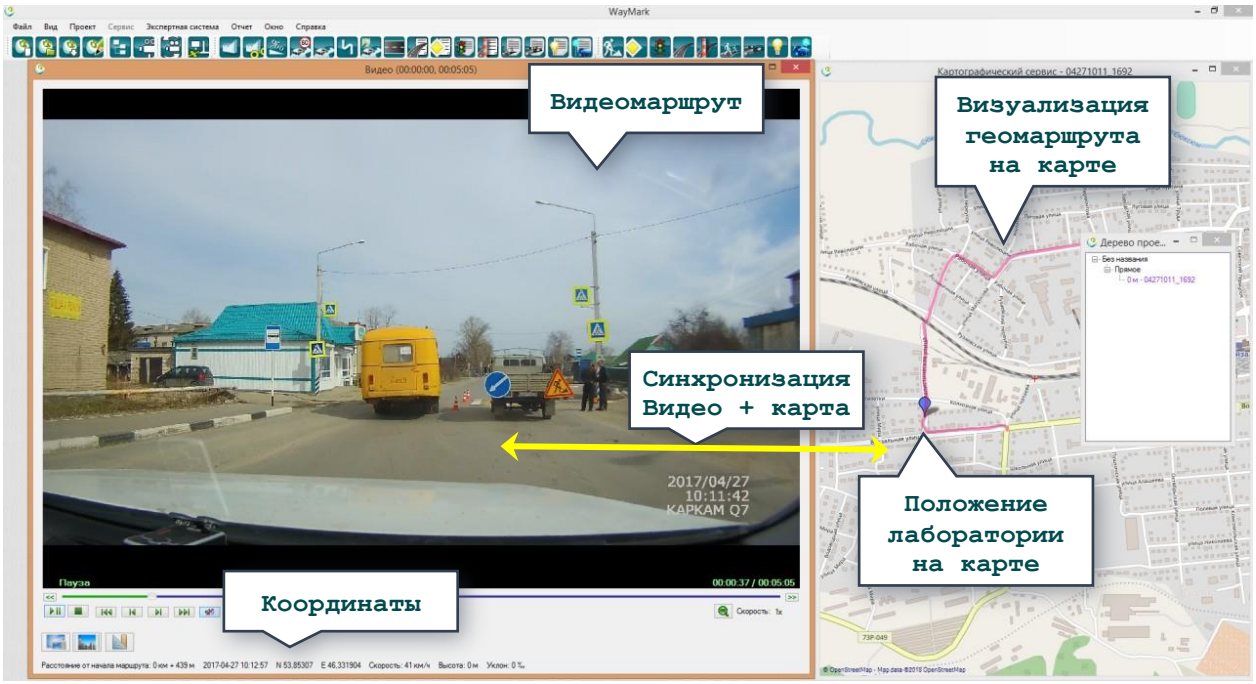


Рисунок 1 – Видеоинформация + карта с фиксацией координат

Точечный геообъект. При этом способе информация об остановочном пункте прикрепляется к точечному объекту, как атрибут. На рисунке 3 приведено изображение остановок на интерактивной карте в ITSGIS. Каждый остановочный пункт отображается на карте как точка с координатами с привязкой к улично-дорожной сети и информацией о том, какие транспортные средства здесь останавливаются. Информация представлена в виде ссылок на файлы с данными о маршрутах движения общественного транспорта. Таким образом, существенно облегчается работа обычного пользователя с системой: можно легко найти нужный транспорт, а также посмотреть маршрут его движения.



Рисунок 2 – Видеоинформация о ТСОДД и ООТ

Полигональный геообъект. ООТ и все сопутствующие элементы ее инфраструктуры отображаются полигонами – т.е. полуплоскостью, ограниченною замкнутой ломаной линией. Полигональные объекты дают пользователю возможность узнать точное расположение и размеры остановочного пункта, а также получить иную детальную информацию о нем. Полигональное изображение остановок общественного транспорта подразумевает рассмотрение их как макроскопических объектов, что подразумевает значительную детализацию прорисовки улично-дорожной сети в районе остановочного павильона. На рисунке 3 приведен пример визуализации ООТ в виде нескольких полигональных объектов: остановочной площадки, остановочного павильона, двух урн, объединенных в единое целое с точки зрения географических и семантических характеристик. В то же время комплексная информация об объекте ООТ может быть детализирована, и из нее выделен какой-либо отдельный элемент, по которому может быть получена семантическая информация, касающаяся конкретно этого элемента.

В качестве семантической информации к полигональному объекту привязывается название улицы, на которой расположена ООТ, название остановки, виды общественного транспорта и их номера и др. Функции работы с базой данных помимо возможности обработки географической информации об объекте позволяют проводить сортировку семантических данных по какому-либо критерию, фильтровать данные с дальнейшей визуализацией результатов фильтрации на карте.

Полигональная модель ООТ имеет свои плюсы и минусы:

+ улучшение комфортности работы пользователя с ITSGIS за счет визуализации дополнительной географической и семантической информации об ООТ;
+ возможность размещения более подробной и специализированной информации об ООТ;

+ изображение транспортных карманов, их величины и «емкости», что помогает при расчете интенсивности дорожного движения на участках улично-дорожной сети;
– детализация системы – кропотливая и дорогая работа, способствующая удорожанию системы как конечного программного продукта;
– большое дополнительное количество информации, которое необходимо поместить в систему, увеличивающее размер файла ITSGIS.

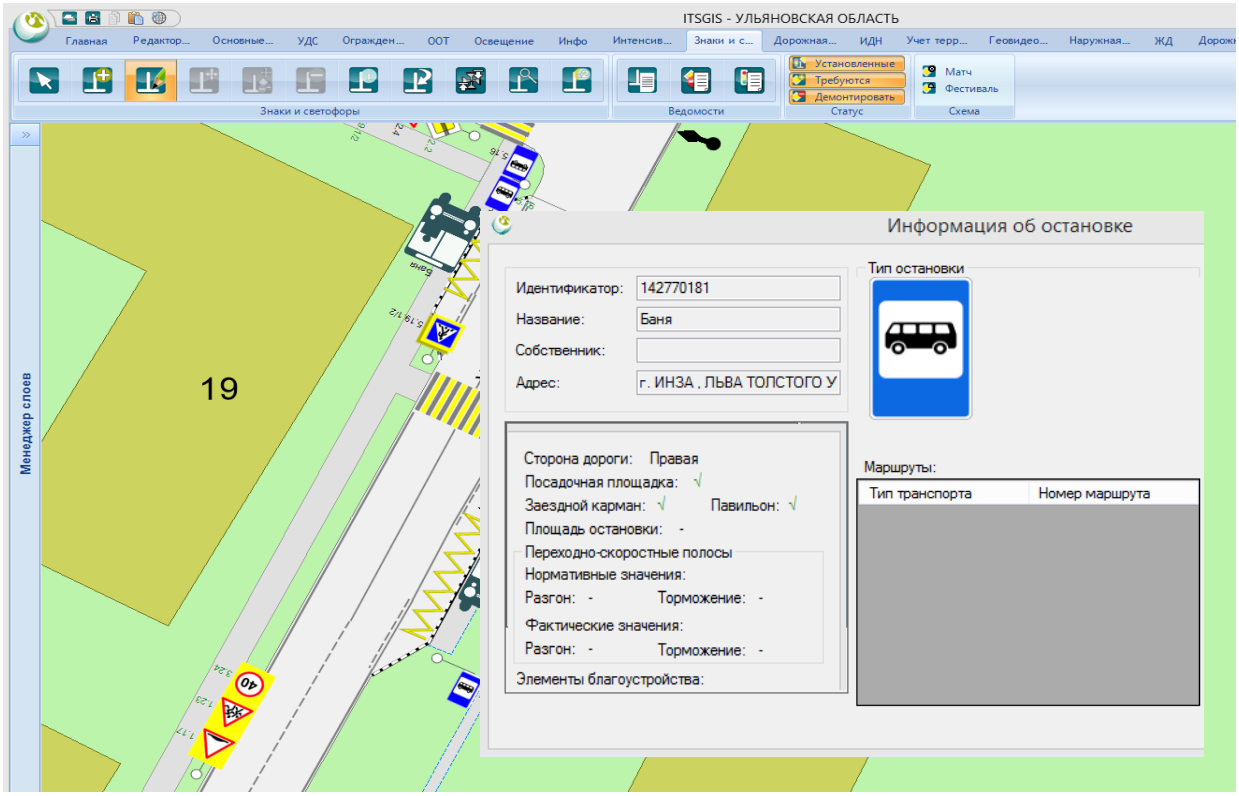


Рисунок 3 – Дислокация остановок общественного транспорта с заполнением базы данных семантической информацией

В настоящее время ITSGIS и плагин учета геометрических параметров проезжей части продолжают развиваться, происходит пополнение банка данных геовидеомаршрутов, осуществляется дополнение библиотек процедур обработки данных. Опыт работы с системой показал, что ее использование позволяет на качественно новом уровне проводить комплексный анализ данных об автомобильных дорогах.

В ITSGIS ООТ представляется как интегрированный вариант двух типов изображения: в масштабах города остановка – объект незначительной величины, поэтому нет смысла изображать его во всех подробностях – достаточно объекта типа «точка», снабженного атрибутами, которые необходимы для взаимодействия с другими изображенными геообъектами. Но при увеличении пользователем участка электронной карты изображение остановки появляется в полигональном виде.

Литература

1. Цветков, В.Я. Геоинформационные системы и технологии [Текст] / В.Я. Цветков. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 228 с.
2. Михеева Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2006. №1. С.69–75.
3. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Плагины / Т.И. Михеева, С.В. Михеев и др. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.2. – 217 с.
4. Сааренкето Т. Мониторинг состояния дорог с низкой интенсивностью движения / Резюме: пер. на русский язык для проекта Kolarctic Enpi Cbc «Управление дорогами с низкой интенсивностью движения в Баренц регионе» – Архангельск: АвтоДорожный Консалтинг, 2006. – С.35.
5. Михеева Т.И., Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2006. №№ 1. С. 69-75.
6. Михеева Т.И. Интеллектуальная транспортная система. Дислокация дорожных знаков / // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №32. Самара: СамГТУ, 2005. С.53-63.
7. Михеева Т.И. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории / С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1058–1062.
8. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К., Сапрыкин О.Н. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем. – Самара : Интелтранс, 2015. – 216 с. – ISBN 978-5-9906857-2-7.

В.М. Солдаткин

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА ПОГРЕШНОСТЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ САМОЛЕТА С НЕПОДВИЖНЫМ НЕВЫСТУПАЮЩИМ ПРИЕМНИКОМ ПОТОКА*

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

Измерение воздушных сигналов самолета обеспечивается с помощью вынесенных в набегающий воздушный поток и распределенных по фюзеляжу приемников воздушных давлений и температуры торможения, флюгерных датчиков аэродинамических углов атаки и скольжения. При этом выступающие в набегающий воздушный поток датчики и приемники первичной информации нарушают аэродинамику самолета, являются причиной погрешностей измере-

* Работы выполнена по гранту РФФИ №18-08-00264

ния воздушных сигналов, снижается надежность работы системы воздушных сигналов в реальных условиях эксплуатации [1–3].

Система воздушных сигналов самолета с одним неподвижным невыступающим приемником набегающего воздушного потока предложено [4] реализовать на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости [5], вписанного в контур фюзеляжа. Для измерения других воздушных сигналов самолета на обтекаемой поверхности ионно-меточного датчика предложено [4] расположить отверстие-приемник для забора статического давления набегающего воздушного потока, которое пневмоканалом связано со входом датчика абсолютного давления с цифровым выходом, подключенным ко входу вычислительного устройства, обеспечивающего вычисление всех воздушных сигналов самолета по разработанным алгоритмам [4, 6].

Однако восприятие первичной информации вблизи фюзеляжа в возмущенном пограничном слое самолета является причиной значительных случайных погрешностей, для эффективного снижения которых целесообразно использовать принцип комплексирования.

Проведенный анализ позволяет рекомендовать в качестве комплексируемых каналов системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока аэромеханическую измерительно-вычислительную систему (ИВС), реализующую метод VIMI [7], который базируется на балансе сил и моментов, действующих на самолет в каждый момент времени на каждом режиме полета.

Моделируя в полете уравнения движения самолета, по параметрам движения, измеряемым с высокой точностью на данном режиме полета, проводится восстановление плохо измеряемых параметров с помощью наблюдателя Люэнбергера [7].

При реализации метода VIMI для определения высотно-скоростных параметров полета система дифференциальных уравнений, моделирующая движение самолета на данном режиме полета, с использованием метода пространства состояний [8] представляется в виде векторно-матричного уравнения вида

$$\dot{\boldsymbol{X}} = \boldsymbol{AX} + \boldsymbol{BU};\ \boldsymbol{Y} = \boldsymbol{CX}, \qquad (1)$$

где $\boldsymbol{A}$ – матрица системной характеристики самолета; $\boldsymbol{X} = [V_в, \alpha, \beta, H, V_п, \varphi_с, \omega_x, \omega_y, \omega_z, \gamma, \vartheta, \psi]^T$ – вектор состояния самолета с фазовыми координатами, определяющими истинную воздушную скорость $V_в$, углы атаки α и скольжения β, абсолютную высоту полета H, путевую скорость $V_п$ и угол сноса $\varphi_с$, угловые скорости $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ вращения самолета относительно осей связанной системы координат, углы крена γ, тангажа ϑ и рыскания ψ; $\boldsymbol{U} = [\delta_э, \delta_н, \delta_з, \delta_в, \delta_т]$ – вектор управления с фазовыми координатами, определяющими углы отклонения элеронов $\delta_э$, руля направления $\delta_н$, закрылков $\delta_з$, руля высоты $\delta_в$, рукоятки управления тягой $\delta_т$; $\boldsymbol{B}$ – матрица управления; $\boldsymbol{C}$ – матрица измерения фазовых координат самолета $V_в, \alpha, \beta, H, V_п, \varphi_с, \omega_x, \omega_y, \omega_z, \gamma, \vartheta, \psi$.

Так как в процессе полета самолета матрицы $\boldsymbol{A}$ и $\boldsymbol{B}$ изменяются, то наблюдатель Люэнбергера обеспечивает адаптацию модели (1) к текущему режиму по-

лета, что позволяет повысить точность определения параметров движения самолета в каналах аэромеханической ИВС.

Система дифференциальных уравнений, описывающих наблюдатель Люэнбергера, имеет вид

$$\dot{\hat{\mathbf{X}}} = \mathbf{AX} + \mathbf{BU} + \mathbf{KC}\left(\mathbf{X} - \mathbf{X}\right), \qquad (2)$$

где $\mathbf{X}$ – оценка вектора состояния $\boldsymbol{X}$, формируемая оператором Люэнбергера.

Подавая в вычислительный блок наблюдателя Люэнбергера измеренные значения положений органов управления, угловых скоростей вращения вокруг осей связанной системы координат, углов крена, рыскания и тангажа, путевой скорости и угла сноса, вычисляются значения высотно-скоростных параметров самолета на различных режимах полета.

Выходные сигналы аэромеханической ИВС предлагается использовать в качестве комплексируемых каналов комплексной системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока.

Построение, методику анализа и оценку эффективности комплексной системы воздушных сигналов (СВС) самолета с неподвижным невыступающим приемником потока и аэромеханической ИВС рассмотрим на примере комплексного канала измерения параметров вектора истинной воздушной скорости, структурно-функциональная схема которого приведена на рисунке.

Выходные сигналы $\boldsymbol{V}$ и $\boldsymbol{V}_{\text{ВАМ}}$ ионно-меточного канала СВС и аэромеханической ИВС с аддитивно наложенными погрешностями $\Delta V_{\text{ВМ}}$ и $\Delta V_{\text{ВАМ}}$ поступают на вход устройства обработки информации УОИ, реализующего алгоритмы соответствующих фильтров Ф1 и Ф2 и суммирование их выходных сигналов. На выходе УОИ формируется выходной сигнал $V_{\text{В}}^{\text{К}}$ комплексного измерительного канала параметров вектора истинной воздушной скорости.

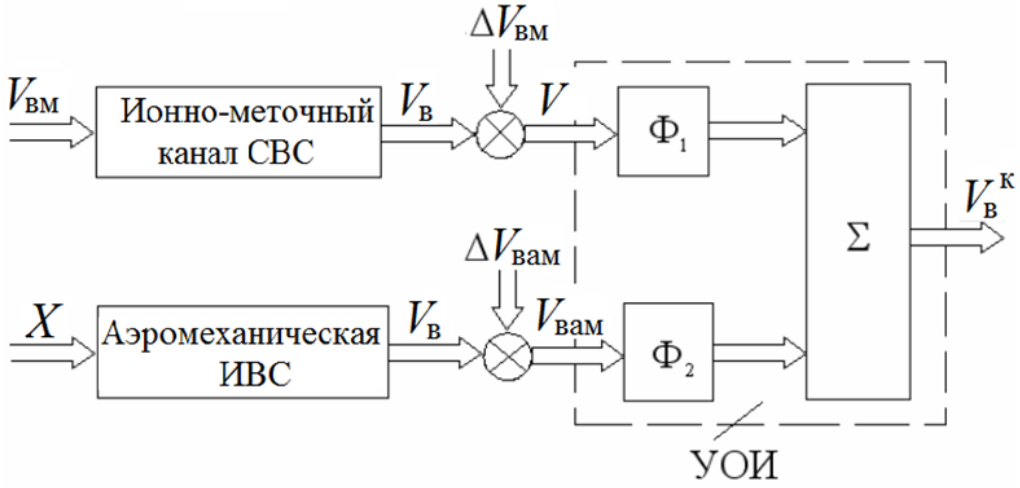


Рис. 1. Структурно-функциональная схема комплексного канала измерения параметров вектора истинной воздушной скорости самолета

Опыт исследования ионно-меточных датчиков аэродинамического угла и истинной воздушной скорости самолета, установленных на обшивке фюзеляжа, показывает [2, 10], что корреляционную функцию случайной погрешности

$\xi_1(t)$ можно представить в виде

$$K_{\xi 1}(\tau)=\sigma_1^2 e^{-a_1|\tau|}\left[\cos b_1\tau+\frac{a_1}{b_1}\sin b_1\tau\right], \tag{3}$$

где σ_1, a_1, b_1 – параметры, определяющие преобладающий уровень и спектр частот случайных пульсаций в месте установки на фюзеляже ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости.

Корреляционная функция случайной динамической погрешности определения истинной воздушной скорости аэромеханической ИВС имеет вид [7]

$$K_{\xi 2}(\tau)=\sigma_2^2 e^{-a_2|\tau|}\left(1+a_2|\tau|\right), \tag{4}$$

где σ_2, a_2 – параметры, определяющие преобладающий уровень аддитивной и мультипликативной составляющей случайной погрешности системы, построенной с использованием метода VIMI и наблюдателя Люэнбергера.

При построении комплексного канала будем использовать схему двухкомпонентной комплексной системы с одним фильтром, например, по схеме со следящей системой или по схеме фильтра разностного сигнала [10].

Если передаточную функцию аэромеханической ИВС определения истинной воздушной скорости, построенной с использованием метода VIMI, принять в виде колебательной модели

$$W_2(p)=\frac{1}{1+2\alpha Tp+T^2p^2}, \tag{5}$$

где α и T – параметры передаточной функции, тогда передаточная функция $W_\phi(p)$ корректирующего фильтра будет иметь вид

$$W_\phi(p)=\frac{1}{T^2}\frac{1+2\alpha Tp}{p}. \tag{6}$$

Если по корреляционным функциям погрешностей комплексируемых каналов вида (5) и (6) построить спектральные плотности мощности погрешностей компонентов, получим

$$S_{\xi 1}(\omega)=\frac{2\sigma_1^2 a_1}{\pi}\frac{a_1^2+b_1^2}{\left(\omega^2+a_1^2-b_1^2\right)^2+4a_1^2\omega^2};\quad S_{\xi 2}(\omega)=\frac{2\sigma_2^2 a_2}{\pi}\frac{1}{\omega^2+a_2^2}. \tag{7}$$

Тогда дисперсии составляющих остаточной динамической погрешности комплексного канала измерения истинной воздушной скорости будут определяться соотношениями:

$$\begin{aligned} D_1&=\frac{2\sigma_1^2 a_1}{\pi}\left(a_1^2+b_1^2\right)\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{\left|1+2\alpha Tj\omega\right|^2}{\left(\omega^2+a_1^2-b_1^2\right)^2+4a_1^2\omega^2}\frac{1}{\left[1+2\alpha Tj\omega+T^2(j\omega)^2\right]^2}d\omega;\\ D_2&=\frac{2\sigma_2^2 a_2}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{\left|T^2(j\omega)^2\right|^2}{\left(\omega^2+a_2^2\right)\left[1+2\alpha Tj\omega+T^2(j\omega)^2\right]^2}d\omega\quad . \end{aligned} \tag{8}$$

Если ввести обозначения для верхнего канала фильтрации $d_0 = T^2$, $d_1 = 2T(\alpha + a_1 T)$, $d_2 = 1 + \left(a_1^2 + b_1^2\right)T^2 + 4\alpha a_1 T, d_3 = 2\left[a_1 + \alpha T\left(a_1^2 + b_1^2\right)\right]$, $d_4 = \left(a_1^2 + b_1^2\right)$, $g_0 = g_1 = 0, g_2 = -4\alpha^2 T^2$, $g_3 = 1$ и аналогичные обозначения для нижнего канала фильтрации $d_0 = T^2, d_1 = 2T\left(\alpha + a_2 T\right)$, $d_2 = 1 + a_2^2 T + 4\alpha T$, $d_3 = 2[a_2 + \alpha a_2^2 T]$, $d_4 = a_2^4$, $g_0 = g_2 = g_3 = 0, g_1 = T^4$, тогда выражение для определения дисперсий D_1 и D_2 составляющих остаточной погрешности комплексного канала измерения истинной воздушной скорости принимает вид

$$D_i = \frac{d_4 d_1 g_3 + g_3\left(d_0 d_3 - d_1 d_2\right)}{2d_4\left(d_0 d_3^2 + d_1^2 d_4 - d_1 d_2 d_3\right)}, \qquad (9)$$

где i – номер дисперсий остаточных погрешностей комплексного канала.

Пусть случайная погрешность определения истинной воздушной скорости ИВС, построенной с использованием метода VIMI и наблюдателя Люэнбергера, оценивается значениями $\sigma_2 = 1{,}5$ м/с, $a_2 = 0{,}01$ с$^{-1}$, а случайная погрешность измерения истинной воздушной скорости ионно-меточного датчика определяется значениями $\sigma_1 = 3$ м/с, $a_1 = 0{,}1$ с$^{-1}$. Характеристики корректирующего фильтра зададим значениями $\alpha = 1$ с$^{-1}$, $T = 40$ с. Тогда при независимости случайных погрешностей комплексируемых каналов дисперсия суммарной остаточной погрешности комплексной системы будет равна $D = 53{,}4 \cdot 10^{-2}$ (м/с)^2; $\sigma_V = \sqrt{D} = 0{,}73$ м/с $= 2{,}63$ км/ч.

Таким образом, комплексирование каналов системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока с каналами определения высотно-скоростных параметров аэромеханической ИВС, построенной с использованием метода VIMI и наблюдателя Люэнбергера, позволяет существенно повысить точность измерения воздушных сигналов самолета в реальных условиях эксплуатации.

Литература

1. Боднер В.А. Приборы первичной информации / В.А. Боднер. – М.: Машиностроение, 1981. 344 с.

2. Солдаткин В.М. Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов / В.М Солдаткин. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. 448 с.

3. Макаров Н.Н. Система обеспечения безопасности функционирования бортового эргатического комплекса / Н.Н. Макаров, под ред. докт. техн. наук В.М. Солдаткина. – М.: Машиностроение / Машиностроение-Полет, 2009. 760 с.

4. Крылов Д.Л. Система воздушных сигналов самолета с неподвижным приемником потока / Крылов Д.Л., Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С. // Изве-

стия вузов. Авиационная техника. 2015. №4. С. 99-104.

5. Ганеев Ф.А. Ионно-меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интерполяционными алгоритмами обработки / Ф.А. Ганеев, В.М. Солдаткин // Известия вузов. Авиационная техника. 2010. №3. С. 46-50.

6. Солдаткин В.М. Анализ и обеспечение динамической точности системы воздушных сигналов самолета с невыступающим приемником потока / В.М. Солдаткин, В.В. Солдаткин, А.В. Никитин, В.Ю. Корнилов // Известия вузов. Авиационная техника. 2018. №3. С. 139-145.

7. Солдаткин В.В. Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного аэрометрического приемника и информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта: Монография / В.В. Солдаткин. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. 2012. 284 с.

8. Солодов А.В. Методы теории систем в задачах непрерывной фильтрации / А.В. Солодов. – М.: Наука, 1976. 264 с.

9. Матросов В.М. Принцип сравнения в математической теории систем / В.М. Матросов, А.Ю. Анапольский, С.Н. Васильев. Новосибирск: Наука, 1979. 481 с.

10. Иванов Ю.П. Комплексирование информационно-измерительных устройств летательных аппаратов / Ю.П. Иванов, А.Н. Синяков, И.В. Филатов. Л.: Машиностроение, 1984. 208 с.

В.М. Солдаткин, В.В. Солдаткин, А.В. Никитин

ТЕХНОЛОГИЯ АНАЛИЗА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ САМОЛЕТА С НЕПОДВИЖНЫМ НЕВЫСТУПАЮЩИМ ПРИЕМНИКОМ ПОТОКА*

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

Измерение воздушных сигналов самолета осуществляется с помощью вынесенных в набегающий воздушный поток приемников воздушных давлений, флюгерных датчиков аэродинамических углов, приемников температуры торможения набегающего потока, распределенных по фюзеляжу самолета [1, 2]. При этом, вынесенные за обшивку фюзеляжа датчики и приемники первичной информации нарушают аэродинамику самолета, увеличивают заметность движения самолета, являются причиной погрешностей, зависящих от параметров движения и окружающей среды [3, 4].

На рисунке приведена функциональная схема системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока, построенной на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной

* Работы выполнена по гранту РФФИ №18-08-00264

воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки [5, 6].

Ионно-меточный датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости ДАУ ВС [7] содержит приемную плату 1, в центре 0 которой установлен искровой разрядник 2, подключенный к генератору метки ГМ. На окружности радиуса R с центром в точке 0 генерации ионных меток под одинаковыми углами расположены приемные электроды (ПЭ) 3, регистрирующие воздушную скорость $V_{\text{В}}$ и угол α траектории движения ионной метки совместно с набегающим воздушным потоком.

Для обеспечения измерения всех воздушных сигналов самолета с использованием рассмотренного ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости предложено [6] на обтекаемой 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, обеспечивающего вычисление всех высотно-скоростных параметров самолета, в соответствии с разработанными алгоритмами [5].

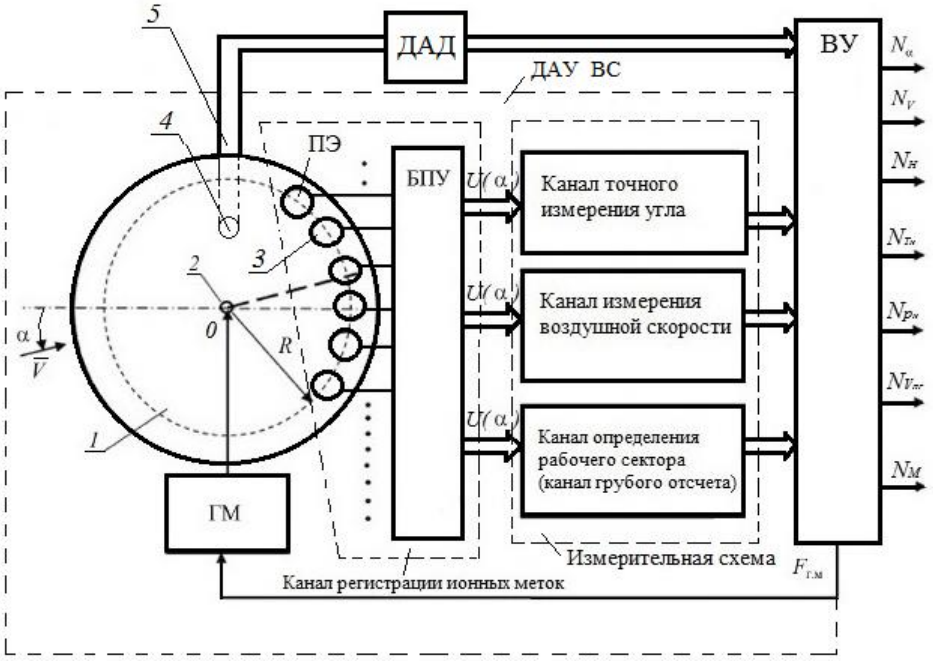


Рис. 1. Функциональная схема системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником набегающего воздушного потока

Из-за возмущений, вносимых движением самолета [4], давление $P_{\text{м}}$, воспринимаемое в месте расположения отверстия-приемника на обтекаемой поверхности ионно-меточного датчика отличается от статического давления P_H невозмущенного набегающего воздушного потока на величину аэродинамического искажения $\Delta P_{\text{а}}$

$$P_{\text{м}} = P_H + \Delta P_{\text{а}} = P_H + K_P q, \qquad (1)$$

$K_P = \overline{P_м}$ – безразмерный коэффициент местного статического давления, определяемый при летных испытаниях системы на конкретном типе самолета для конкретного места установки ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости для всех характерных режимов полета.

Абсолютная барометрическая высота полета $H_м$, определяемая в каналах системы по давлению $P_м$, в соответствии со стандартной зависимостью [4] в диапазоне высот до 11000 м будет иметь вид

$$H_м = \frac{T_0}{\tau}\left[1-\left(\frac{P_м}{P_0}\right)^{\tau R}\right] = \frac{T_0}{\tau}\left[1-\left(\frac{P_H}{P_0}\right)^{\tau R}\right] + \left(\frac{T_0}{\tau}\frac{\Delta P_а}{P_0}\right)^{\tau R} = H + \Delta H_а,$$
$$\Delta H_а = \left(\frac{T_0}{\tau}\frac{\Delta P_а}{P_0}\right)^{\tau R} = \left(\frac{T_0}{\tau}\frac{K_P \rho_H V_В^2}{2P_0}\right)^{\tau R}, \quad (2)$$

где $\Delta H_а = H_м - H$ – методическая аэродинамическая погрешность определения абсолютной барометрической высоты из-за искажения статического давления на обтекаемой поверхности ионно-меточного датчика; T_0 и P_0 – абсолютная температура и давление воздуха на высоте $H = 0$; τ – температурный градиент; R – газовая постоянная.

Как показали расчеты, при изменении коэффициента местного статического давления отверстия-приемника, расположенного на обтекаемой поверхности ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости, от $K_P = 0{,}05$ до $K_P = 0{,}2$ методическая аэродинамическая погрешность $\Delta H_а$ канала барометрической высоты в диапазоне высот от 0 до 11000 м и дозвуковых скоростей полета изменяется от $\Delta H_{а\,min} = 0{,}75...2{,}5$ м, до $\Delta H_{а\,max} = 4...5{,}2$ м.

Отклонение местного статического давления $P_м$, воспринимаемого на обтекаемой поверхности ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости, от статического давления P_H невозмущенного набегающего воздушного потока является также причиной методической аэродинамической погрешности канала приборной скорости системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока, определяемая выражением

$$\Delta V_{пр}^{Pм} = V_{пр}^{Pм} - V_{пр} = \sqrt{2gRT_0\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(\frac{\rho_0 T_0 P_H}{2P_0^2 T_H}(1+K_P)V_В^2 + 1\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right]} -$$
$$- \sqrt{2gRT_0\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(\frac{\rho_0 T_0}{4P_0^2 T_H}V_В^2 + 1\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]}. \quad (3)$$

Как показали расчеты, значения аэродинамической погрешности $\Delta V_{пр}^{Pм}$ канала приборной скорости системы воздушных сигналов с неподвижным невы-

ступающим приемником потока, обусловленной отличием местного статического давления $P_{\text{м}}$, в месте установки ионно-меточного датчика от статического давления P_H невозмущенного набегающего воздушного потока при значении K_P=0,05 в диапазоне высот от 0 до 11000 м и скорости полета от 50 до 1200км/ч изменяются от 1,26 км/ч до 34 км/ч, т.е. составляет около 2,5…2,8% от величины истинной воздушной скорости. При увеличении (уменьшении) K_P значения методической аэродинамической погрешности $\Delta V_{\text{пр}}^{P\text{м}}$ пропорционально увеличивается (уменьшается).

Искажения невозмущенного воздушного потока вблизи фюзеляжа, вносимое движением самолета, приводит к увеличению местной истинной воздушной скорости $V_{\text{Вм}}$ в месте установки ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости. Это увеличение можно оценить через увеличение скоростного напора $P_{\text{дин}}^{\text{м}} = \dfrac{\rho_H V_{\text{Вм}}^2}{2}$ в месте расположения ионно-меточного датчика, определяемого как $P_{\text{дин}}^{\text{м}} = (1+K_V)P_{\text{дин}}$, где $P_{\text{дин}}$ – расчетное значение скоростного напора невозмущенного набегающего потока.

Методическую аэродинамическую погрешность $\Delta V_{\text{Ва}}$ измерения истинной воздушной скорости в месте установки ионно-меточного датчика можно оценить выражением

$$\Delta V_{\text{Ва}} = \sqrt{2gRT_H\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(1+\frac{(1+K_V)\rho_0 T_0}{2P_0 T_H}V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]} - \sqrt{2gRT_H\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H}V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}, \quad (4)$$

Как показали расчеты, значения методической аэродинамической погрешности $\Delta V_{\text{Ва}}$ канала истинной воздушной скорости в месте установки ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости для значения K_V=0,05 в диапазоне высот от 0 до 11000 м при изменении скорости полета от 50 до 1200км/ч изменяется от 1,2 км/ч до 22,5 км/ч. При значении K_V=0,02 изменяется от 0,5 км/ч до 9,1 км/ч, при значении K_V=0,01 изменяется от 0,25 км/ч до 4,6 км/ч.

Аналогично приборная скорость полета и число Маха вычисляются по истинной воздушной скорости $V_{\text{Вм}}$, с методическими аэродинамическими погрешностями

$$\Delta V_{\text{пра}} = \sqrt{2gRT_0\frac{k}{k-1}\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_0 P_H}{2P_0^2 T_H}(1+K_V)V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]} - \sqrt{2gRT_0\frac{k}{k-1}\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_0 P_H}{2P_0^2 T_H}V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}; \quad (5)$$

$$M_{\text{м}} = \sqrt{\frac{2}{k-1}\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H}(1+K_V)V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]} = M + \Delta M_{\text{а}},$$

где $\Delta M_{\text{а}} = \sqrt{\frac{2}{k-1}\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H}(1+K_V)V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]} - \sqrt{\frac{2}{k-1}\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H}V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}$, (6)

где $\Delta V_{\text{пра}} = V_{\text{прм}} - V_{\text{пр}}$ и $\Delta M_{\text{а}} = M_{\text{м}} - M$ – методические аэродинамические погрешности определения приборной скорости и числа Маха по информации ионно-меточного датчика, установленного на фюзеляже самолета.

Как показывают расчеты, значение методической аэродинамической погрешности $\Delta V_{\text{пра}}$ зависит от высоты и скорости полета. При K_V=0,01, H=0 и $V_{\text{В}}$=50 км/ч $\Delta V_{\text{пра}}$ = 0,252 км/ч, при $V_{\text{В}}$=1200 км/ч $\Delta V_{\text{пра}}$ = 4,6 км/ч. При K_V=0,01, H=11000 м и $V_{\text{В}}$=50 км/ч – $\Delta V_{\text{пра}}$=0,36 км/ч, при $V_{\text{В}}$=1200 км/ч – $\Delta V_{\text{пра}}$ = 5,1 км/ч. При K_V=0,02 и K_V=0,05 в исследуемом диапазоне высот и скоростей погрешности $\Delta V_{\text{пра}}$ пропорционально увеличиваются.

Как показывают расчеты, значения методической аэродинамической погрешности $\Delta M_{\text{а}}$ канала числа Маха также не зависит от высоты полета и при K_V=0,01 изменяется от $\Delta M_{\text{а}}$ = 0 при $V_{\text{В}}$=50 км/ч до $\Delta M_{\text{а}}$ = 0,004 при $V_{\text{В}}$=1200 км/ч. При K_V=0,02 методическая аэродинамическая погрешность $\Delta M_{\text{а}}$ в исследуемом диапазоне скоростей изменяется от $\Delta M_{\text{а}}$ = 0 до $\Delta M_{\text{а}}$ = 0,008.

Таким образом, искажение невозмущенного воздушного потока вблизи фюзеляжа в месте установки ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости приводит к дополнительным методическим аэродинамическим погрешностям измерительных каналов системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока, которые необходимо учитывать при тарировке системы.

Литература

1. Боднер В.А. Приборы первичной информации. М.: Машиностроение, 1981. 344 с.

2. Браславский Д.А. Приборы и датчики летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1974. 392 с.

3. Солдаткин В.М. Методы и средства измерения аэродинамических углов летательного аппарата. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. 2001. 448 с.

4. Клюев Г.И., Макаров Н.Н., Солдаткин В.М., Ефимов И.П. Измерители аэродинамических параметров летательных аппаратов: Учебное пособие. Ульяновск: Изд-во Ульяновск. гос. техн. ун-та, 2005. 509 с.

5. Патент РФ на изобретение №2580208 C1, МПК G01P 5/00, G01C 1/12. Меточный датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости /

Солдаткин В.М., Ганеев Ф.А., Солдаткина Е.С., Макаров Н.Н., Деревянкин В.П., Крылов Д.Л. Заявл. 10.12.2014. Заявка №2014150131/28. Опубл. 10.04.2016. Бюл. №10.

6. Солдаткин В.М., Солдаткин В.В., Крылов Д.Л. Теоретические основы построения системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока // Мехатроника, автоматизация, управление. 2017. Том 18 №7. С. 495-502.

7. Ганеев Ф.А., Солдаткин В.М. Ионно-меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки // Известия вузов. Авиационная техника. 2010. №3. С.46-50.

Л.Л. Сигаев

РАЗРАБОТКА, РЕАЛИЗАЦИЯ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА НАХОЖДЕНИЯ МИНИМАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ В ГРАФАХ

(Самарский университет)

Введение

Теория графов – одна из тех наук, которых можно назвать «молодыми». Основы этой науки заложил Леонард Эйлер, математик швейцарского происхождения XVIII века , который в 1736 году в одном из своих писем сформулировал и предложил решение задачи о семи кёнигсбергских мостах, которая позже стала одной из классических задач теории графов. С тех самых пор теория графов начала свой длинный путь развития и становления. В постоянно развивающемся современном мире постепенно начали возникать случаи для применения теоретических достижений этих наук. Однако вместе с успешными случаями применения, начали возникать и актуальные проблемы, для решения которых требовалось создание рабочих и эффективных алгоритмов.

Задачу о нахождении наименьшего вершинного покрытия графа вполне можно отнести к актуальным проблемам теории графов, **так как на данный момент точного и единого алгоритма, который находил бы необходимое вершинное покрытие не разработано.**

Отметим, что вершинные покрытия имеют достаточно широкое практическое применение: с помощью этого раздела могут быть решены практические задачи самого широкого спектра: от размещения военных гарнизонов по населенным пунктам до разработки плана размещения заправочных станций.

Цель данной исследовательской работы —разработать, реализовать и применить алгоритм, который при определенных входных параметрах был бы способен строить минимальные вершинные покрытия графов..

Формулировка задачи о вершинном покрытии

Строгая формулировка задачи, которой посвящена данная работа, звучит следующим образом - нахождение наименьшего покрывающего множества вершин графа.

Основная идея алгоритма

1) Генерируем все возможные комбинации вершины
2) Проверяем каждую комбинацию вершин на возможность полного покрытия
3) В случае удачной проверки заносит в соответствующий массив
4) После просмотра всех комбинаций находим комбинацию с наименьшей мощностью

Для генерации всех возможных комбинаций будем использовать так называемый «Взлом Госпера» (от англ. «Gosper's Hack») - это метод получения следующего числа с таким же количеством битов. Мы устанавливаем некоторые начальные К бит справа и генерируем следующее число с К битами К и делаем эти генерации, пока число не станет меньше 2^V, где V – число разрядов. Таким образом, мы можем генерировать все числа с установленными k битами. Для конкретной реализации алгоритма был выбран язык С. Отметим, что вследствие ограничений среды разработки нами было установлено максимально количество вершин, равное 25.

Практическое применение

Рассмотрим возможное практические применение разработанного алгоритма. Пусть мы перед нами стоит задача размещения в некотором городе сети заправочных станций. Вполне очевидно, что вследствие ограниченности ресурсов нам необходимо обойтись минимально возможным количеством таких станций с условием, чтобы заправки распределялись по местности с учетом некоторого баланса. Условимся, что заправка , расположенная в одном из кварталов, удовлетворяет нужны самого этого квартала, а так же всех домов, расположенных на пути следования из одного района в другой.

Имеем:

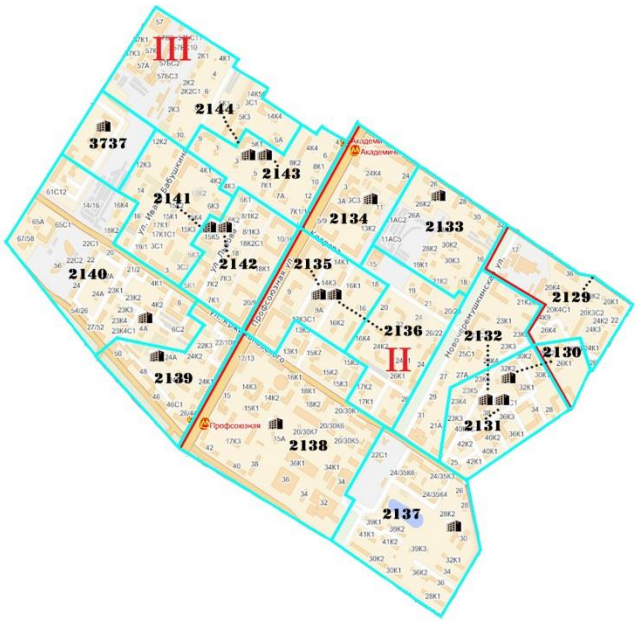


Рисунок 1 – Карта расположения кварталов

Для начала, интерпретируем поставленную задачу на математическом языке. Представим все в виде неориентированного графа, вершинами которого будут центры кварталов. Существование ребра между кварталами будет означать, что они граничат друг с другом. Тогда наш район можно представить в виде:

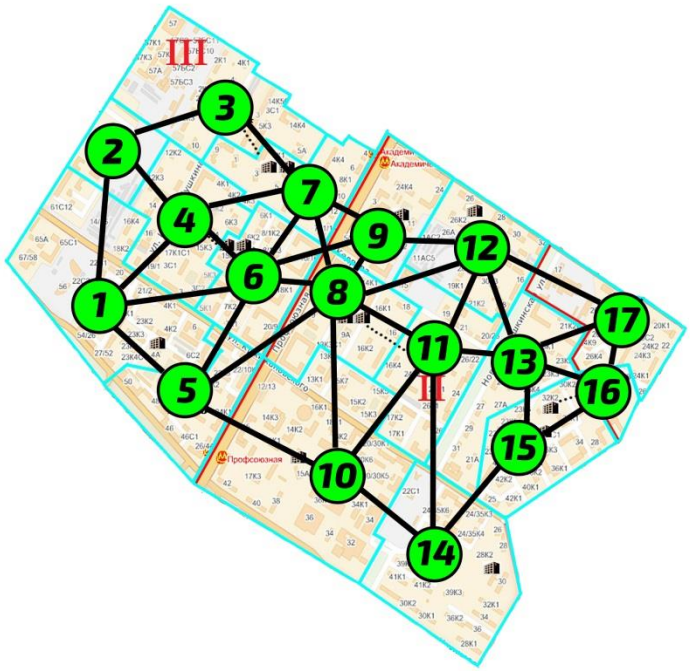


Рисунок 2 – Исходный район в виде графа

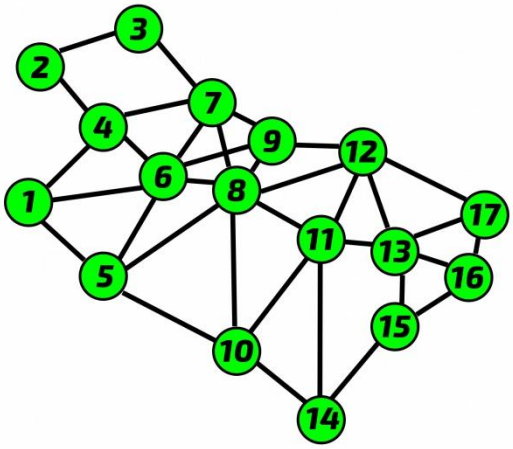


Рисунок 3 – Полученный нами граф

В результате работы алгоритма нами были получены следующие данные (см. Рисунок 4):

```
Минимальный размер вершинного покрытия = 10
Найденное минимальное покрывающее множество = 16 14 13 12 10 8 7 6 2 1
```

Рисунок 4

Получив минимальное покрывающее множество, мы готовы дать ответ на поставленную задачу

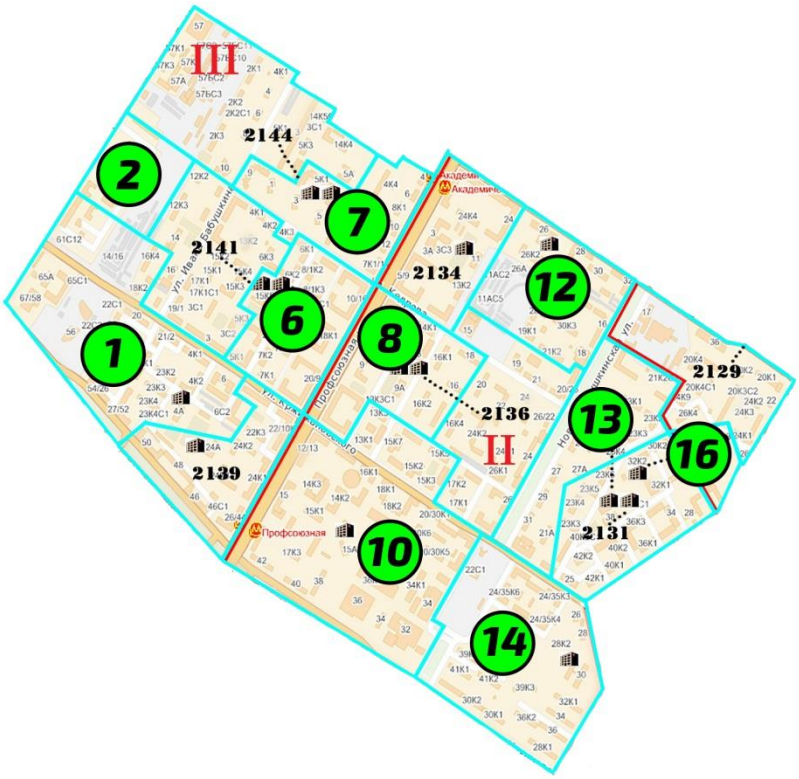


Рисунок 5 – Исходная карта с размещением заправочных станций

Заключение

Теория графов как научная дисциплина крайне интересна широтой практических задач, которые возможно решить с ее применением. Эта работа посвящена одной задаче этой теории — нахождению наименьшего вершинного покрытия. В рамках этой задачи был решен сугубо практический вопрос — рассмотрение возможности практического использования задачи о наименьшем покрытии.

Так же достигнута наша основная цель — программа для нахождения вершинных покрытий успешно разработана и реализована.

Однако мы не намерены останавливаться на достигнутом, ведь задача о точном алгоритмическом нахождении наименьшего вершинного покрытия графа остается открытой.

Литература

1. Еремеев А.В. Задача о покрытии множества: сложность, алгоритмы, экспериментальные исследования. Дискретный анализ и исследование операций [Текст] / А.В. Еремеев, Л.А. Заозерская, А.А. Колоколов. – М.: Книголюб, 2000 - С.20-46.

Е.М. Тарасов, И.К. Андрончев, В.Б. Тепляков, А.Е. Тарасова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТЫ ПОЕЗДА ИНФОРМАЦИЕЙ ОТДЕЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В настоящее время известны попытки определения координаты и соответственно скорости поезда на участке приближения (УП), представленные в источниках [1,2], по информации отдельных признаков, в качестве которых используются комплексные амплитуды напряжения и тока на входе рельсовой линии (РЛ).

Общий принцип действия способа управления АПС, представленного в [3], полагается на прогнозе времени закрытия переезда. Как и в предыдущем случае, информационной базой являются входные напряжения и токи РЦ. Поступившая информации от РЦ обрабатывается, сравнивается с заранее рассчитанными задержками времени на закрытие переезда относительно неизменной длины УП и полагая скорость приближения подвижной единицы равномерной.

Представленный способ реализуем, если величины первичных параметров РЛ *C, L, r, g* постоянны, но это не реализуемо, т.к. вследствие изменения климатических условий изменяются проводимость изоляции, емкость между рельсами, а вследствие механических воздействий происходит обрыв стыковых соединителей, изменяются сопротивления изолирующих стыков, и на первичные параметры оказывают влияние множество других возмущающих воздействий.

Для исследования влияния изменения первичных параметров на численные значения первичных информативных признаков разработаны математические модели с использованием многополюсных схем замещения РЛ УП. При этом рельсовая линия представлена в виде линии с распределенными параметрами *C, L, r, g,* представляющими продольное сопротивление РЛ и её поперечную проводимость.

Математические модели комплексных амплитуд напряжений и токов на входе РЛ УП, являющиеся первичными информативными признаками, получены с использованием уравнений состояний РЛ [4] и имеют вид:

$$\begin{cases} U_{1S} = \dfrac{E(A_S Zn + B_S)}{(C_S Zn + D_S)Zo + A_S Zn + B_S}; \\ I_{1S} = \dfrac{E(C_S Zn + D_S)}{(C_S Zn + D_S)Zo + A_S Zn + B_S}. \end{cases} \quad (1)$$

где, A_s, B_s, C_s *и* D_s – коэффициенты обобщенного четырехполюсника РЛ имеющие вид [5]:

$$A = ch\gamma(\ell - x)\cdot ch\gamma x + Z_в sh\gamma(\ell - x)\cdot(\frac{1}{R_ш} ch\gamma x + \frac{1}{Z_в} sh\gamma x),$$

$$B = ch\gamma(\ell - x)\cdot Z_в sh\gamma x + Z_в sh\gamma(\ell - x)\cdot(\frac{1}{R_ш} Z_в sh\gamma x + ch\gamma x),$$

$$C = \frac{1}{Z_в} sh\gamma(\ell - x)\cdot ch\gamma x + ch\gamma(\ell - x)\cdot(\frac{1}{R_ш} sh\gamma x + \frac{1}{Z_в} sh\gamma x), \quad (2)$$

$$D = \frac{1}{Z_в} sh\gamma(\ell - x)\cdot Z_в sh\gamma x + ch\gamma(\ell - x)\cdot(\frac{1}{R_ш} Z_в sh\gamma x + ch\gamma x).$$

С использованием математического пакета Mathcad, разработанных математических моделей (1) авторами исследованы изменения первичных информативных признаков – комплексных амплитуд напряжения и комплексных амплитуд токов на входе РЛ в зависимости от изменения координаты поезда *x* и проводимости изоляции g.

При моделировании и исследовании приняты следующие допущения – длина РЛ 2 км, частота сигнального тока опроса рельсовых линий 25 Гц, рельсы Р65, диапазон изменения проводимости изоляции 5,0 > g > 0,1 См/км.

На рис. 1-2 представлены графики зависимости $U_1 = f(x,g)$, $I_1 = f(x,g)$, $\varphi_1 = f(x,g)$, $\psi_1 = f(x,g)$.

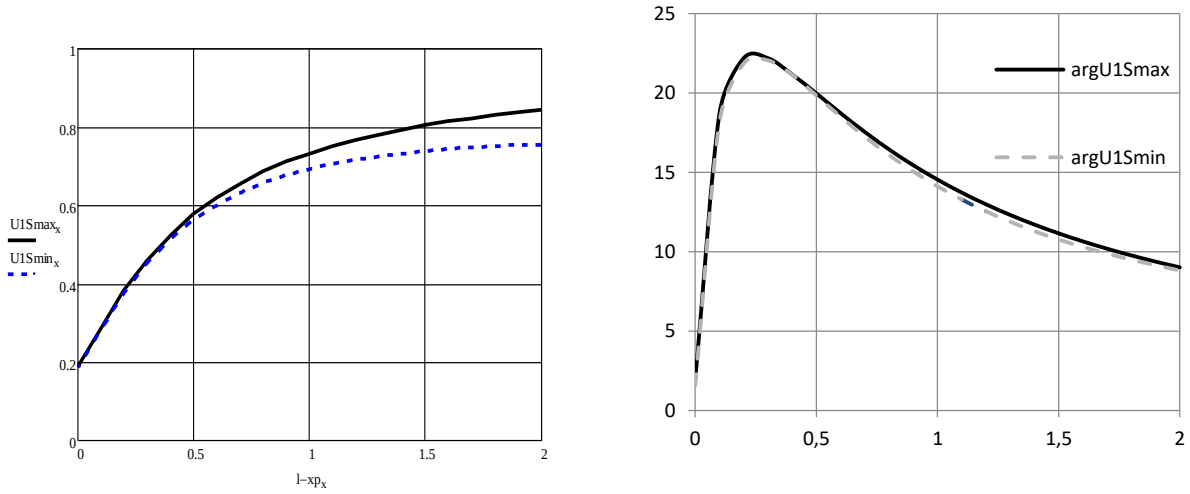


Рис. 1. Графики амплитуды и фазы напряжения на входе РЛ в зависимости от координаты шунта и проводимости изоляции

Из графиков следует, что по амплитуде напряжения на входе РЛ определить координату невозможно, т.к. для одного значения напряжения, например, 0,75 В. разброс координат составляет 475 метров, или одной координате соответствует разброс напряжений 0,239 В, при максимально возможной 0,842 В, т.е. на 28,4 %, что недопустимо много для определения местоположения поезда. Из графиков изменения фаз напряжения на входе РЛ, данный признак обладает относительно инвариантными свойствами к изменению проводимости изоляции РЦ. Вместе с тем график по значениям почти зеркальный, относительно координаты 1800 м, и фаза напряжения на входе РЛ при движении поезда от

релейного конца растет, от 8,8 до 22,8 эл. градуса, а затем на расстоянии 200 м от питающего конца РЦ УП уменьшается до 3 эл. градусов. Таким образом, одинаковым значениям фазы соответствуют различные координаты, и поэтому без дополнительной информации ИУС не распознает координаты поезда по значению фазы напряжения.

Графики значений тока на входе РЛ участка приближения более пологие и монотонные (рис. 2), но инвариантные свойства информативного признака – амплитуды тока не высокие. Как следует из графиков, приведенных на рис. 2, значения тока при нахождении поезда на другом конце РЛ и при колебании проводимости изоляции отличается на 32 %. Следовательно, одинаковым координатам соответствуют различные значения тока и распознавание одним признаком по значению тока на входе РЛ и при колебании проводимости изоляции РЛ невозможно. Тем более определять скорость поезда по динамике изменения тока, согласно патенту [2], недопустимо, т.к. скорость будет определяться с ошибкой более 30 %. Такая ошибка приведет к различным временам приведения в действие АПС, и безопасность функционирования переезда не может быть обеспечена. Более того, на РЛ и соответственно на входные электрические параметры влияют дополнительно возмущающие воздействия, которые также снижают точность определения координаты и скорости поезда на УП к переезду.

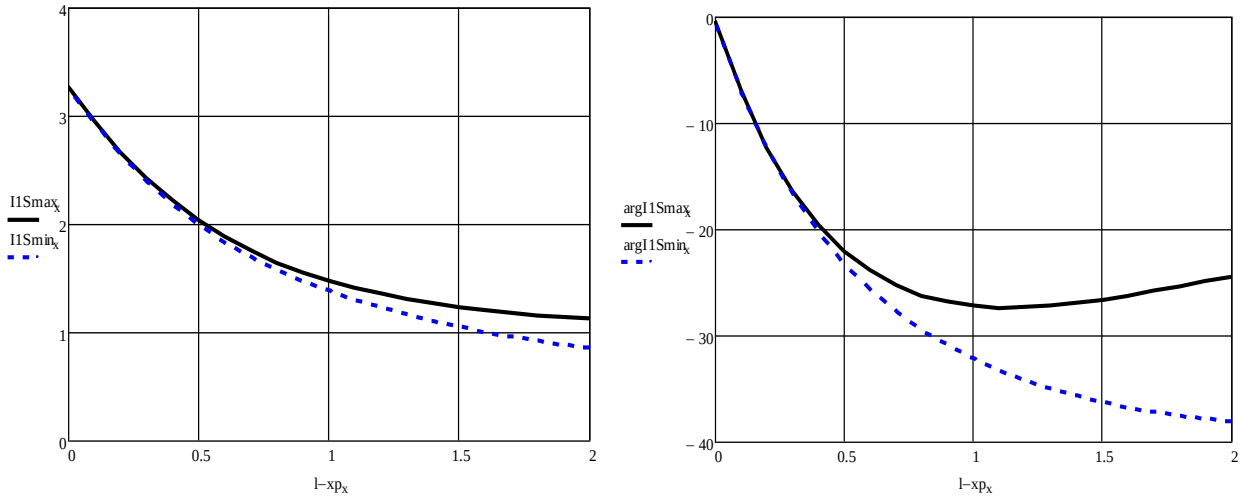


Рис. 2. Графики изменения амплитуды и фазы тока на входе РЛ в зависимости от координаты шунта и проводимости изоляции

Из графиков следует, что фаза тока на входе РЛ сильно подвержена воздействию проводимости изоляции, и сопротивления рельсовой линии [6,7]. Начиная с ординаты 400 м от переезда, определять координату поезда информативным признаком – по величине фазы тока на входе РЛ при изменении проводимости изоляции невозможно.

Из анализа результатов исследований следует, что все информативные признаки из выбранного множества $m_{Sj} = \{U_{1S}, \varphi_{1S}, I_{1S}, \psi_{1S}\}$, $j = 1,2,...,l$ однозначно реагируют на наличие и движение поезда по УП к переезду и могут быть использованы в уравнении координаты поезда в виде аргументов функции. Показано, что отдельными признаками из множества распознавать коор-

динаты поезда невозможно, т.к. их информация зашумлена изменением проводимости изоляции, а если дополнительно учесть другие возмущающие факторы, то информация еще более будет недостоверной. Увеличение частоты сигнала опроса РЛ УП приводит к еще более сильному воздействию проводимости изоляции, и ухудшению инвариантных свойств первичных информативных признаков.

Литература

1. Тарасов, Е.М. Разработка информационно-управляющей системы переездной сигнализации с многопараметрическим датчиком координаты поезда [Текст] / Е.М. Тарасов, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара, 2017. – С. 742-745.

2. Пат. 2632544 Российская Федерация, МПК B61L 29/22 (2006.01). Система закрытия железнодорожного переезда [Текст] / Маркес Мезитис, Александрс Николаевс, Владимирс Каревс. – № 2016105093; заявл. 16.02.16; опубл. 27.05.2016, Бюл. №15.

3. Тарасов, Е.М. Исследование информативности признаков при распознавании состояний рельсовых линий [Текст] / Е.М. Тарасов, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова // Вестник Мордовского университета. – 2018. – Т. 28. № 2. – С. 191-206.

4. Тарасов, Е.М Влияние неисправного состояния сборных токопроводящих стыков на работу рельсовых цепей [Текст] / И.К. Андрончев, А.Г. Исайчева, Е.М. Тарасов, А.А. Булатов, Т.Б. Тепляков // Вестник транспорта Поволжья. – 2018. – №6(72). – С. 40-45.

5. Тарасов, Е.М. Математическое моделирование параметров рельсовой линии [Текст] / Е.М. Тарасов, А.Г. Исайчева, П.А. Радионов // Электронный научный журнал. – 2017. – №5-1(20). – С. 156-159.

6. Железнов, Д.В. Методика определения коэффициентов матрицы А-параметров многополюсника, моделирующего влияние смежной рельсовой цепи [Текст] / Д.В. Железнов, Е.М. Тарасов, А.Г. Исайчева, С.В. Копейкин // Электротехника. – 2017. – № 3. – С. 99-104.

7. Tarasov, E.M. Technique of measurement of ultra-low resistance of current conductive junction of rail lines as the problem of states object identification [Text] / E.M. Tarasov, A.G. Isaicheva // CEUR Workshop Proceedings Сер. : Proceedings of International Conference Information Technology and Nanotechnology, ITNT 2015. – Samara, 2015. – P. 397-401.

Е.М. Тарасов, А.А. Булатов, М.А. Гаранин, А.Е. Тарасова

ИНВАРИАНТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ КООРДИНАТЫ ПОЕЗДА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В системах автоматического управления ограждающими устройствами на переездах (САУ ПС) в качестве первичных информационных признаков, зависящих от координаты поезда, используются комплексные амплитуды напряжений и токов на входе рельсовой линии участка приближения [1-3].

Возмущающие воздействия, действующие на рельсовые линии участка приближения, а также на компоненты согласующих устройств рельсовых линий с аппаратурой передающего и приемного концов, существенно изменяют значения первичных признаков, а это приводит к появлению ошибки вычисления координаты поезда. Компенсировать ошибку вычисления координат поезда $\varepsilon(t)$ возможно самонастройкой уравнения вычисления координат – корректировкой коэффициентов полинома.

Еще одной проблемой при построении САУ ПС является возникновение ошибки передачи измеренной информации с напольных устройств на пункт сбора и обработки информации, т.к. на канал передачи информации воздействуют значительные индустриальные помехи. Из-за климатических воздействий изменяются параметры каналов передачи информации, т.е. появляются аддитивные и параметрические помехи в измеренной информации.

Наиболее перспективным направлением корректировки измеренной информации и исключения составляющих помех является использование принципов инвариантности в каналах измерения и передача информации на САУ ПС. Структурные схемы линейных инвариантных устройств с пространственным и временным вводом информации, поступающей с каналов в вычислительное звено, более подробно рассмотрены, например, в работах [4,5]. В таких инвариантных устройствах, как разомкнутые системы, должно содержаться не менее двух каналов передачи возмущений.

Для канала передачи информации, на который действует n возмущений $f_1,f_2,\ldots,f_n$, связь выходной величины y с этими возмущениями и полезной информацией описывается в общем случае функций:

$$y = F(x, f_1 \ldots, f_n), \qquad (1)$$

где x, y, соответственно, входная и выходная величины канала; $f_1,f_2,\ldots,f_n$ – возмущения, действующие на каналы передачи информации.

Принцип многоканальности утверждает [6], что для обеспечения инвариантности выходной величины от влияния возмущений $f_1,f_2,\ldots,f_n$ каналы передачи информации могут пополниться дополнительными физическими или виртуальными каналами, на которые также воздействуют эти возмущения.

Виртуальные каналы удобно организовать временным разделением одного физического канала путем тактовой передачи различной информации, сфор-

мированной суммированием одной и той же измеренной величины с эталонными сигналами [7].

При воздействии множества возмущений n для исключения их влияния на выходную величину уравнение (1) необходимо дополнить до n уравнений, характеризующих дополнительные каналы передачи информации и возмущения, воздействующие на них, и решить сформированную систему уравнений относительно входной переменной x, подлежащей измерению. Если индексом i $(i=1,2,...,n)$ обозначить величины, имеющие отношение к i-ой измеренной величине, получим:

$$\begin{cases} y_1 = F\left(x, f_1, \ldots, f_n\right), \\ y_2 = F\left(x, f_1, \ldots, f_n\right), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ y_{n+1} = F_{n+1}\left(x, f_1, \ldots, f_n\right), \end{cases} \qquad (2)$$

и из системы (2) следует:

$$x = F_0\left(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}\right). \qquad (3)$$

Одним из основных условий реализуемости и корректного решения системы (2) является возможность формирования n каналов, описываемых различными уравнениями.

При измерении значений первичных информационных признаков процесс измерения состоит из двух или нескольких тактов, формирующих временные каналы в зависимости от спектра, вида возмущений [8]. В результате формируется система уравнений, решение которой в вычислителе позволяет достичь инвариантности результата измерения x к тем или иным возмущениям $f_1, f_2, \ldots, f_n$, действующим на каналы передачи информации и приводящим к искажению информации, передаваемой с напольных устройств рельсовой цепи.

Рассмотрим пример такого подхода к построению инвариантных измерительных устройств для САУ ПС [9-10]. Функцию преобразования и передачи информации для каждого канала можно представить посредством кусочно-линейной аппроксимации выражением $y_i = a_{1i}x + a_{0i}$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$, где x и y - входная и выходная величины канала передачи информации; a_{1i} , a_{0i} – параметры функции преобразования, подверженные влиянию различных возмущений и являющиеся случайными функциями времени; n - число аппроксимирующих отрезков. Погрешности связаны с отличием реальных значений параметров a_{1i} , a_{0i} от их номинальных значений.

Процесс измерения состоит из трех последовательных тактов (рис. 1).

В первом такте измерения ключи K_2 и K_3 разомкнуты, ключ K_1 замкнут, ко входу первичного преобразователя вычислительного устройства (блок В) инвариантного звена подключается измеряемая величина x. Во втором такте измерения ключи K_1 и K_3 размыкаются, а ключ K_2 замкнут, на вход блока $П$ подается сумма $x + x_{эт1}$ измеряемой величины и образцового приращения $x_{эт1}$. В процессе третьего тактового измерения (ключи K_1 и K_2 разомкнуты, ключ K_3

замкнут) ко входу блока *П* подключается сумма $x + x_{эт2}$ измеряемой величины и второго образцового приращения $x_{эт2}$.

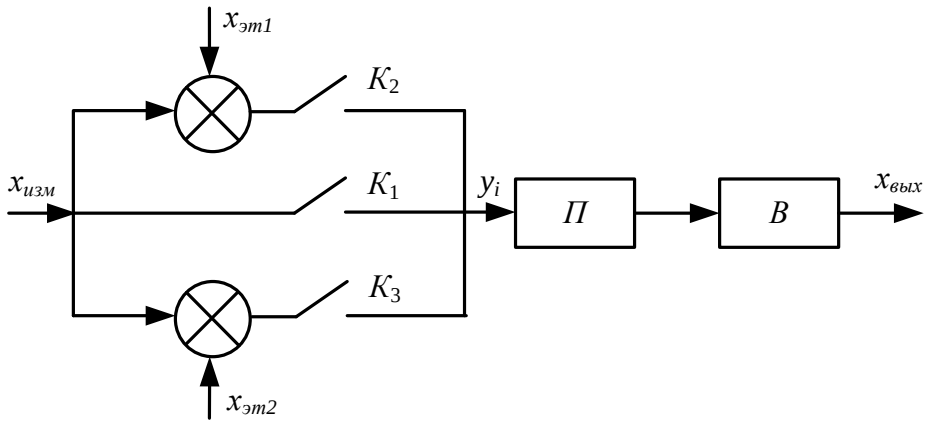


Рис. 1. Структурная схема одного канала инвариантных измерений первичных информационных признаков:
K_1, K_2, K_3 – ключи; *П* – первичный преобразователь; *В* – вычислитель.

Результатом трех тактовых измерений является система уравнений:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{1i}x + a_{0i}, \\ y_2 &= a_{1i}(x + x_{эт1}) + a_{0i}, \\ y_3 &= a_{1i}(x + x_{эт2}) + a_{0i}, \end{aligned} \qquad (4)$$

из которой получается соотношение для измеряемой величины *x*, независящее от параметров a_{1i}, a_{0i}:

$$y(x) = x = \frac{y_3 - y_1}{y_2 - y_1} \cdot \frac{x_{эт1}}{x_{эт2}}. \qquad (5)$$

Данный алгоритм реализуется в вычислительном устройстве *В*. Величины образцового приращения $x_{эт1}$ и $x_{эт2}$ должны выбираться такими, чтобы они формировали граничные значения измеряемой величины *x*.

В общем случае вычислительное устройство *В*, служащее для решения системы уравнений связи выходных значений каналов с воздействующими на их входы измеренными величинами и возмущениями, может иметь довольно громоздкий вид. Однако в реальных случаях, часто встречаемых на практике, оно должно обеспечить выполнение одной или двух несложных арифметических операций [11]. Так, если уравнения преобразования первичной информации в каналах являются линейными, то для организации инвариантности измеряемой величины вычислительное устройство должно производить операции вычитания, умножения, деления (соответственно, аддитивный, мультипликативный и логометрический способы исключения влияния возмущения на результат измерения) или комбинацию этих операций.

Таким образом, при отсутствии нелинейности в каналах, обусловленной точностью кусочно-линейной аппроксимации функции преобразования, точность измерения не зависит от изменяющихся параметров a_{1i} , a_{0i} (4) устройства

и определяется, в основном, стабильностью образцового приращения $x_{эт1}$, $x_{эт2}$ для алгоритма (5).

Литература

1. Тарасов, Е.М. Разработка информационно-управляющей системы переездной сигнализации с многопараметрическим датчиком координаты поезда [Текст] / Е.М. Тарасов, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара, 2017. – С. 742-745.

2. Брылеев, А.М. Теория, устройство и работа рельсовых цепей [Текст] / А.М. Брылеев, Ю.А. Кравцов, А.В. Шишляков. – М.: Транспорт, 1978. – 344 с.

3. Белоногов, А.С. Анализ безопасности на железнодорожных переездах [Текст] / А.С. Белоногов, А.Е. Тарасова // Наука и образование транспорту. – 2015. – № 1. – С. 115-118.

4. Принципы инвариантности в измерительной технике [Текст] / Б.Н. Петров, В.А. Викторов, Б.В. Лункин, А.С. Совлуков. – Москва: Наука, 1976. – 243 с.

5. Tarasov, E.M. Development of an intelligent system of determinating the coordinates and the speed of the train [Text] / E.M. Tarasov, D.V. Zheleznov // Transport and Telecommunication. – 2016. – Vol. 17, No. 2. – P. 138-143.

6. Бейнарович, В.А. Инвариантные самонастраивающиеся системы автоматического управления [Текст] / В.А. Бейнарович // Доклады ТУСУРа. – 2008. – №1(17). – С. 61-64.

7. Тарасов, Е.М. Принципы разделения пространства образов на классы решающими функциями [Текст] / Е.М. Тарасов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2003. – № 2003. – С. 78-83.

8. Tarasov, E.M. Technique of measurement of ultra-low resistance of current conductive junction of rail lines as the problem of states object identification [Text] / E.M. Tarasov, A.G. Isaicheva // CEUR Workshop Proceedings Сер. : Proceedings of International Conference Information Technology and Nanotechnology, ITNT 2015. – Samara, 2015. – P. 397-401.

9. Сазонов, В.В. Принципы инвариантности в преобразовательной технике [Текст] / В.В. Сазонов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 168 с.

10. Тарасов, Е.М. Принцип инвариантности в системах контроля состояний рельсовых линий [Текст] / Е.М. Тарасов, Д.В. Железнов, А.С. Белоногов. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. – 213 с.

11. 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 // Инновации в системах обеспечения движения поездов: материалы I Международной научно-практической конференции. – Самара, 2016. – С. 55-57.

Д.Н. Франтасов, П.А. Мельников, А.С. Климась

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В настоящее время беспилотные транспортные средства (БТС) являются одним из путей повышения транспортной эффективности. Требования к точности управления движением в условиях не детерминированных возмущений, ошибок навигационных измерений и реализаций управления повышаются. Одним из направлений повышения точности управления БТС является оптимизация программы управления (ПУ). В связи с этим возникает ряд задач оптимизации [1]: режимы работы энергосистемы, состав и время запуска подпрограмм управления, совместная работа системных и прикладных задач.

Разработка таких, полностью автономных транспортных средств позволит решить ряд проблем, таких как:

- безопасность движения;
- эффективное трата энергоресурсов;
- эффективное совместное использование.

Для повышения точности управления и надежности ПУ было решено создать систему автоматизированного управления процессом проектирования структуры системы управления техническими средствами.

Система относится к области автоматизированного управления технологическими процессами с использованием вычислительных устройств и может быть использовано при проектировании программ управления (ПУ) для наземных, летательных, морских или космических автоматизированных технических средств.

Задача разрабатываемой системы заключается в повышении качества проектирования ПУ, что достигается интегрированием в существующую систему проектирования базы данных ПУ, базы данных подпрограмм управления, базы данных оборудования, параллельно соединены с пультом управления, блока интеллектуального анализа ПУ соединенным с формирователем задач управления ТС и с оптимизатором, блока построения циклограмм ПУ подключенный к оптимизатору и связанный с блоком отображения информации и блоком формирования документации по ПУ.

На рисунке 1 представлена система автоматизированного управления процессом проектирования структуры системы управления техническими системами. Она состоит из: 1 – сервер хранения данных; 2 – рабочее место специалиста; 3 – сервер анализа и прогнозирования надежности; 4 – пульт управления; 5 – база данных ПУ; 6 – база данных подпрограмм управления; 7 – база данных оборудования; 8 – блок отображения информации; 9 – формирователь задач управления ТС; 10 – блок интеллектуального анализа ПУ; 11 – оптимиза-

тор; 12 – блок построения циклограмм ПУ; 13 – блок формирования документации по ПУ; 14 – персональный компьютер с принтером.

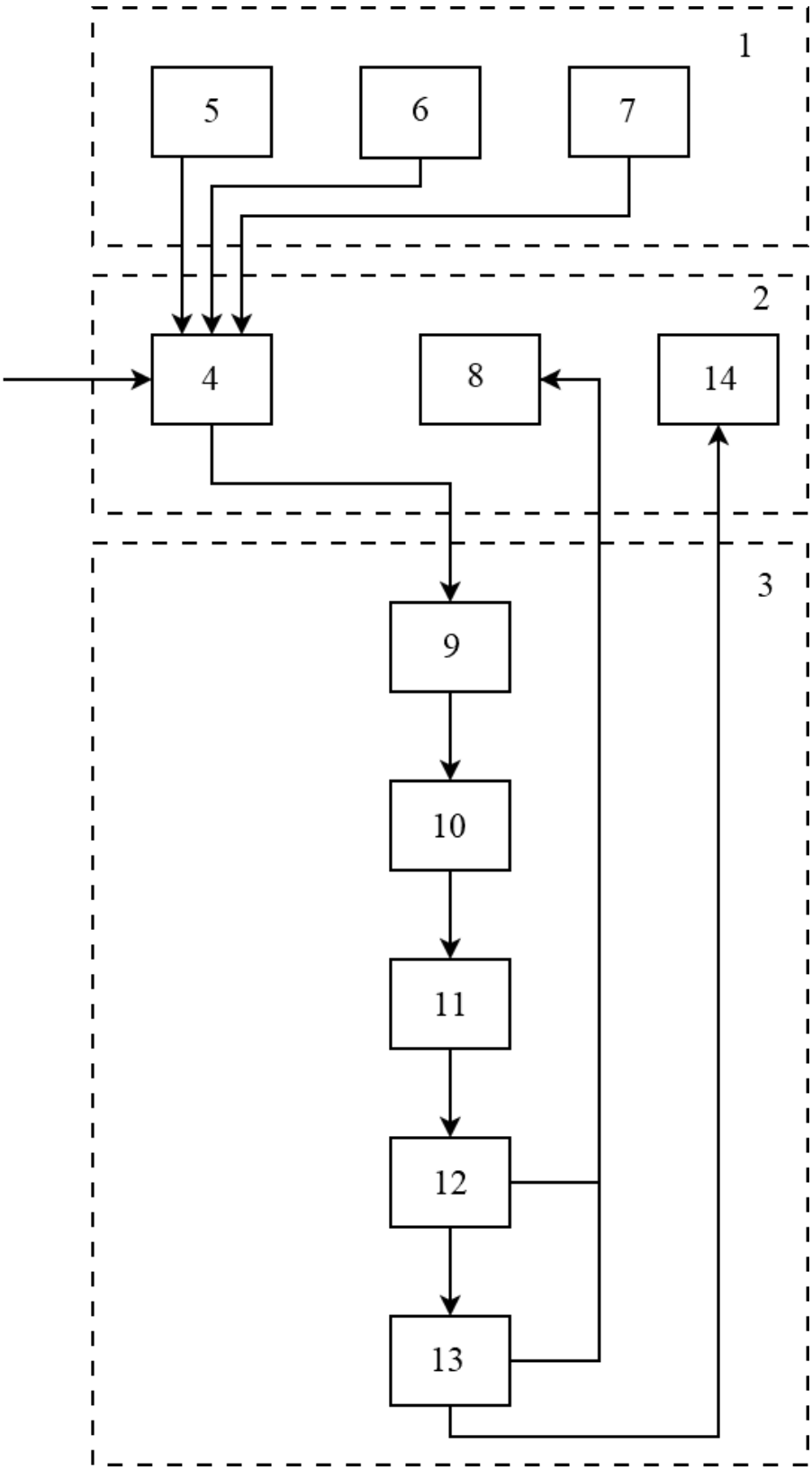


Рисунок 1 – Принципиальная схема системы автоматизированного управления процессом проектирования структуры системы управления техническими средствами

Система работает следующим образом: на рабочем месте специалиста 2, в блоке 4, на вход подается задача проектирования, согласно которой происходит поиск необходимых компонентов для формирования ПУ на сервере хранения данных 1 в базах данных (блоки 5,6,7) или дополнение этих баз новой информацией, далее, в формирователе задач управления ТС 9 происходит формирование ПУ для ее дальнейшей обработки. Затем в блоке интеллектуального анализа ПУ 10 строятся варианты исполнения ПУ, и они анализируются интеллектуальным алгоритмом, на основе чего будут даны рекомендации по оптимизации рабочих вариантов или способы исправления ошибок в недействующих вариантах. Далее, в оптимизаторе 11, проектировщик решает, целесообразно ли принимать предложенные варианты оптимизации ПУ или нет, после чего в блоке 12 составляется графическое представление разработанного алгоритма в виде циклограммы, что позволяет проще воспринимать алгоритм визуально и избавиться от некоторых ошибок. Далее в полученная циклограмма отображается на через блок 8 на рабочем месте специалиста. Если спроектированная ПУ соответствует всем необходимым требованиям, то в блоке формирования документации по ПУ 10 может быть сформирован электронный отчет с документацией на отлаженный алгоритм, который, в дальнейшем, может быть распечатан на компьютере 14.

Предлагаемая система позволит повысить качество разрабатываемой ПУ для автоматических технических средств, а также увеличить ресурс проектируемого объекта и сократить срок разработки проекта.

Литература

1. Франтасов Д.Н. Инструменты верификации программ управления беспилотными транспортными средствами. /Д.Н. Франтасов и др.// Проблемы науки №2(26), 2018. – С. 12-14.

2. Франтасов Д.Н. Разработка и реализация алгоритма определения возможных путей выполнения программ управления беспилотными транспортными средствами. /Франтасов Д.Н., Мельников П.А., Климась А.С.// Международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии – 2018». – С. 899-902.

3. Франтасов Д.Н. Условия оптимизации алгоритма определения возможных путей выполнения программ управления беспилотными транспортными средствами. /Д.Н. Франтасов и др.// Проблемы науки №5(29), 2018. – С. 22-23.

4. Франтасов Д.Н. Разработка алгоритма определения возможных путей выполнения программ управления беспилотными транспортными средствами. /Франтасов Д.Н., Мельников П.А., Климась А.С.// Международная научно-исследовательская конференция молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников «Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития», 2018. – С. 82-83.

5. Франтасов Д.Н. Машинное обучение при верификации программ управления беспилотными транспортными средствами. /Франтасов Д.Н., Мель-

ников П.А., Климась А.С.// Наука и образование транспорту. №2, 2018. – С. 77-78.

6. Франтасов Д.Н. Исследование и разработка инструмента верификации программ управления для беспилотных транспортных средств. / Франтасов Д.Н., Мельников П.А., Климась А.С.// T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. Том 12, №12. – С. 61-65.

Н.С. Шорохов, А.О. Жалилов

ОПЫТНАЯ ПРОВЕРКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ БОРЬБЫ С ГОЛОЛЕДОМ НА КОНТАКТНОМ ПРОВОДЕ

(Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС))

В связи возросшим грузопотоком и повышенном пропуске поездов пристальное внимание уделяется электрическим сетям, а именно контактному проводу и борьбе с гололёдом на нем.

На сегодняшний день существуют три способа борьбы с гололедом [1] на контактном проводе: электрический, механический, химический. Недостатками существующих методов являются быстрый износ контактного провода, большие энергозатраты на нагрев контактного провода, снижение надежности электрооборудования на тяговых подстанциях при существующих методах и их низкая эффективность. Обледенение также является причиной ухудшения качества токосъема, возникают дуговые разряды с огромными токами, что может привести к пережогу провода и повреждению графитовых токоприемников. Такое может случиться даже при образовании инея на контактном проводе. Ухудшение качества токосъема и, тем более, пережог и обрыв контактного провода могут привести к остановке движения поездов, а значит к большим экономическим потерям. Вследствие этого во всем мире активно проводятся исследования и осуществляются разработки способов борьбы с гололёдом на контактном проводе и линиях электропередач.

Авторами предлагается изменить конструкцию контактного провода так, что линия электропередачи будет состоять из контактного провода и нагревателя, который представляет собой теплопроводящую электроизолирующую гибкую трубку, заполненную диэлектрической теплопроводной средой, например трансформаторным маслом и нагревательного провода, причем вдоль контактного провода выполнена круглая канавка диаметром не менее нагревателя и в ней он запрессован на 2/3 своего диаметра и прижат (Рисунок 1).

Устройство содержит контактный провод 1, круглую канавку 2, нагреватель, состоящий из: теплопроводящая электроизолирующая гибкая трубка 3, диэлектрическая теплопроводная среда, например трансформаторное масло 4, нагревательный провод 5, нажимная пружина 6, зажим для провода контактной сети 7, внешний источник тока 8.

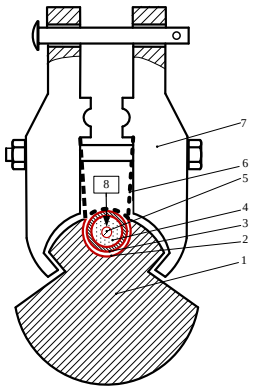


Рис. 1. Устройство для борьбы с гололедом на контактном проводе

Нагревательный провод может нагреваться от протекания по нему тока от внешнего источника тока, либо разогреваться за счет уравнительных токов протекающих между питающими подстанциями, при переменном токе или постоянном токе, если одна из подстанций работает в инверсном режиме.

Максимально допустимый ток нагревательного провода рассчитывается по уравнению 1:

$$I = \sqrt{\frac{\Theta_M \cdot H}{r}} \quad (1)$$

, где Θ_M - разность температур между нагревательным проводом и теплопроводной средой, H - полная теплоотдача нагревательного провода, r - сопротивление нагревательного провода.

$$H = K_{ot} \cdot S_t \quad (2)$$

, где K_{ot} - удельная теплоотдача нагревательного провода, S_t - площадь поверхности теплоотдачи нагревательного провода.

Так как плавление льда осуществляется за счет передачи тепла от нагревательного провода, то для расчета необходимого количества теплоты, подаваемое на контактный провод, использовалось выражение 3:

$$Q = m \cdot \lambda \quad (3)$$

, где m – масса наледи, λ - удельная теплота плавления льда.

Математические расчеты показали, что для обогрева контактного провода сто метровой длинны, на нагревательный провод диаметром 0,4 мм необходимо подавать ток от единиц ампера до двенадцати в зависимости от среды, в которую он помещен и изменения окружающей температуры. Однако лед на контактном проводе образуется в основном при перепадах температур окружающей среды от – 5 до +1 градуса Цельсия, поэтому в среднем оптимальным будет ток от 1 до 3 А.

Для опытной проверки математических расчетов был собран испытательный стенд и собрана опытная конструкция контактного провода с устройством для борьбы с гололедом. Исходными данными для создания опытного образца были: 2 контактных провода вида МФ-100, регулируемый источник питания,

тепловизор FlirE-70, нагревательный провод 0,4 мм. Испытательный стенд был вынесен на улицу (рисунок 2) для эксперимента в реальных условиях при температуре воздуха -19 градусов по Цельсию, влажностью воздуха 56% и скоростью ветра 4 м/с.

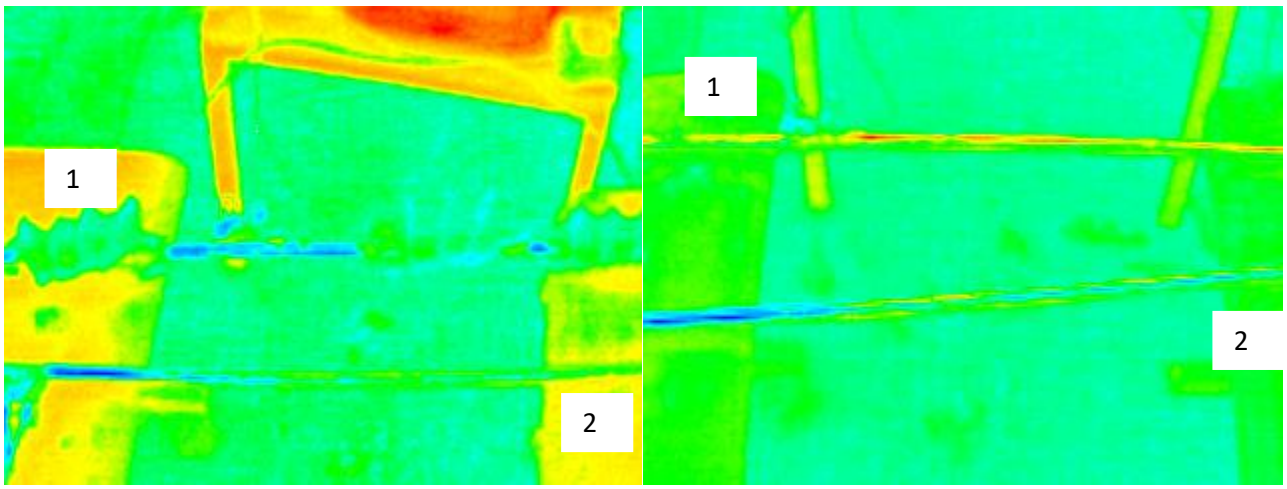
К опытному образцу был подключен внешний источник, который подавал ток к нагревательному проводу в течении десяти минут. До эксперимента образцы контактного провода были охлаждены до уличной температуры в течении суток. Контроль нагрева испытуемого контактного провода 1 и сравнение с шаблонным 2 осуществлялось с помощью тепловизора.



Рис. 2. Испытательный стенд устройства для борьбы с гололедом в реальных условиях

Из данных, полученных по показаниям тепловизора (рисунок 3), видно, что контактные провода 1 и 2, до начала эксперимента находятся в одинаковых условиях. После подготовительного этапа был запущен эксперимент. Для нагрева контактного провода 1 с нагревательным проводом подан ток в 0.7 А от внешнего источника, в следствии чего спустя 5 минут снег со льдом расплавился и опал, еще через 3 минуты контактный провод просох. Тепловизор показывал, что контактный провод нагрелся до температуры 30-40 градусов по Цельсию. Температура шаблона, контактного провода 2, за тот же промежуток времени, не изменилась

При научном исследовании данной актуальной было обоснованно расчетным путем, что гололед на линиях электропередач можно предупреждать или эффективно от него избавляться новым способом, который можно реализовать простым техническим решением. Проведенная в реальных условиях опытная проверка устройства для борьбы с гололедом на контактном проводе показала, что в зависимости от климатических условий эксплуатации контактного провода и его длинны, обогрев можно осуществлять и меньшим током, а если использовать уравнительные токи, то не понадобятся и внешние источники питания. При опытной реализации эксперимента были подтверждены расчетные оптимальные и граничные условия эксплуатации и режимы работы.



а) До начала эксперимента б) В конце эксперимента

Рис. 3. Показания тепловизора

Литература

1. Марквардт, К.Г.Электроснабжение электрифицированных железных дорог. – Учебник для высших учебных заведений ж.д. транспорта – М.: Транспорт, 1982, 524 с

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д.В. Акельдов, В.В. Мокшин

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(КНИТУ-КАИ им. А.Н. ТУПОЛЕВА)

Ключевые слова: имитационное моделирование, оптимизация, распределительный центр, система AnyLogic.

В статье в виде диаграммы представлена структурная схема организации работы распределительного центра, включающая в себя такие подсистемы, как «Прибытие и отбытие грузовиков» и подсистема «обработки и сортировки паллет». Приведена имитационная модель работы распределительного центра в системе имитационного моделирования AnyLogic. Проведена оптимизация работы модели распределительного центра за счет изменения технических параметров обрабатывающих ресурсов и ресурсов системы имитационного моделирования AnyLogic. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма оптимизации являются временные характеристики нахождения паллет на стеллажах, а также загруженность обрабатывающих ресурсов, используемых на данном распределительном центре.

Введение

Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство [1].

Интерес к имитационному моделированию систем на современном этапе развития человечества обусловлен технологическим развитием систем моделирования, которые на сегодняшний день являются мощным аналитическим средством, обладающим новейшими информационными технологиями. [2-3]. Под этим подразумевается рост числа не только всевозможных информационных систем, но и систем массового обслуживания, систем предоставления услуг, систем производства. Каждая из этих сложных систем, как правило, уникальна, а существующие аналоги заметно отличаются друг от друга. Следствием из этого является невозможность разработки универсальных алгоритмов расчета при их проектировании [4]. Аналитические расчеты часто не позволяют учесть корреляционные воздействия элементов системы, не говоря уже о самой сложности таких расчетов для сложных систем, которые год от года лишь усложняются.

Целью деятельности любой коммерческой организации является получение максимальной прибыли при минимизации затрат и повышении производительности ресурсов. Именно на повышение производительности и нацелена оптимизация систем: определение таких параметров, изменения которых приводит к задержкам или к простою оборудования, разработка нескольких вариантов подобных изменений, расчет всевозможных рисков, а затем выбор оптимального варианта. Методика и методы анализа подобных сложных систем представлены в работах [5].

Использование средств имитационного моделирования для оптимизации систем позволяет безопасно и разумно распределять затраты на расчет вариантов оптимизации и выбор оптимального варианта. Актуальной задачей является также моделирование систем безопасности с предметной областью, представленной в работах [6].

В представленной работе рассматривается оптимизация работы такой системы как распределительный центр за счет изменения параметров технических ресурсов средствами среды имитационного моделирования AnyLogic.

Описание системы работы распределительного центра

Паллеты (Pallet1) с товарами доставляются на распределительный центр грузовиками (Truck). Затем происходит согласование шлюза разгрузки грузовика (TruckSetup1 или TruckSetup2) с распределительным центром. После происходит разгрузка и отбытие грузовика.

Паллеты распаковываются и направляются в очередь на конвейер в зону временного хранения (PalletRack) по конвейеру (ConveyorAfterUnload). Затем по конвейеру (ConveyorAfterUnload) направляются к зоне сортировки и упаковки. После они упаковываются (serviceToPack1 и serviceToPack2) и объединяются в паллеты по 3 товара (batchMergerBy3) или в паллеты по 5 товаров (batchMergerBy5). Диаграмма, отражающая описание системы прибытия и отбытия грузовиков, а также приема, распаковки, хранения, упаковки и объединения паллет в распределительном центре представлена на рис.1.

Моделирование и оптимизация

В качестве системы имитационного моделирования была выбрана система AnyLogic за большое количество возможностей для детального моделирования процессов и систем.

Система AnyLogic – программное средство для структурного и имитационного моделирования процессов и систем, разработанное российской компанией «Экс Джей Текнолоджис» в 2003 году [3]. Система AnyLogic включает в себя графический язык моделирования и позволяет пользователю расширять созданные модели с помощью языка Java [2]. Последняя версия AnyLogic 8.4.0 разработана в 2019 году.

Модель работы распределительного центра в системе AnyLogic была разработана с нуля. Ее схема представлена на рис.2.

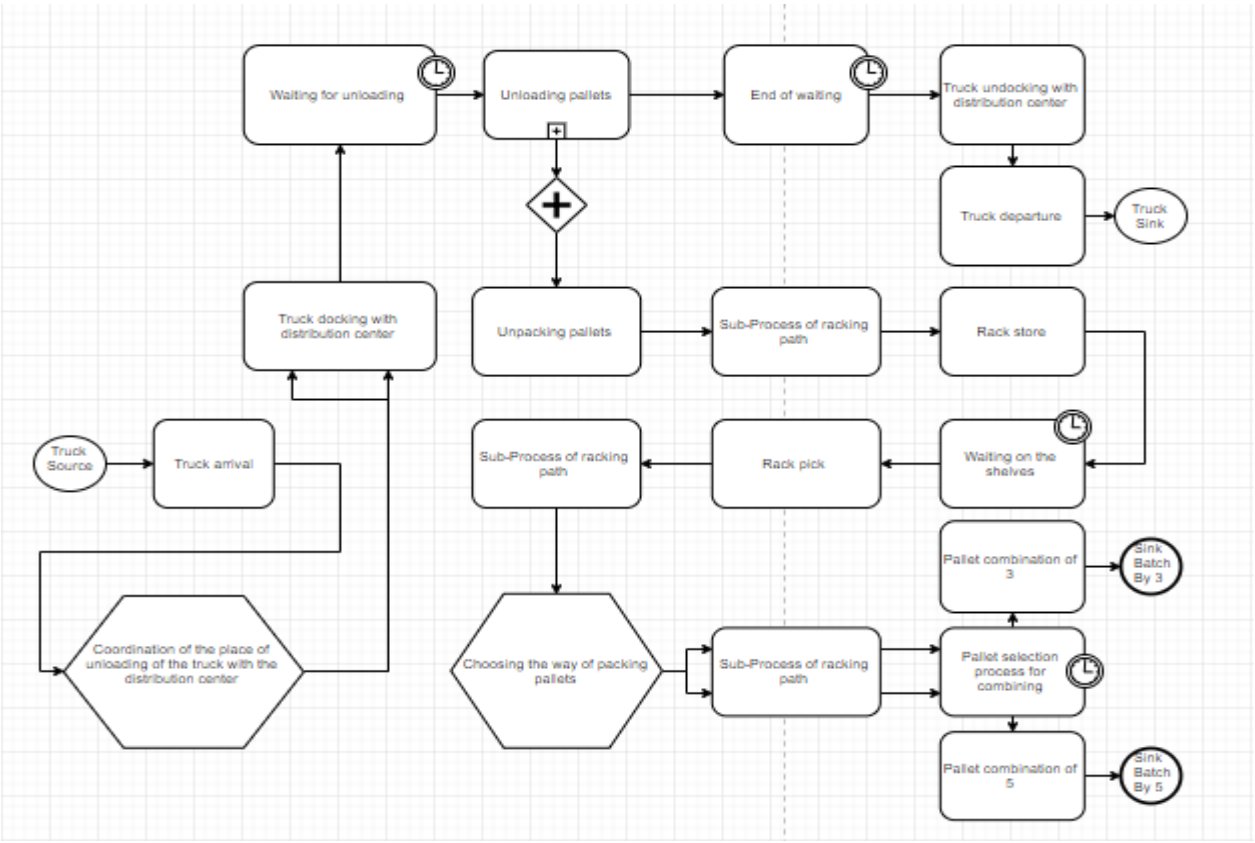


Рис. 1. Диаграмма работы распределительного центра

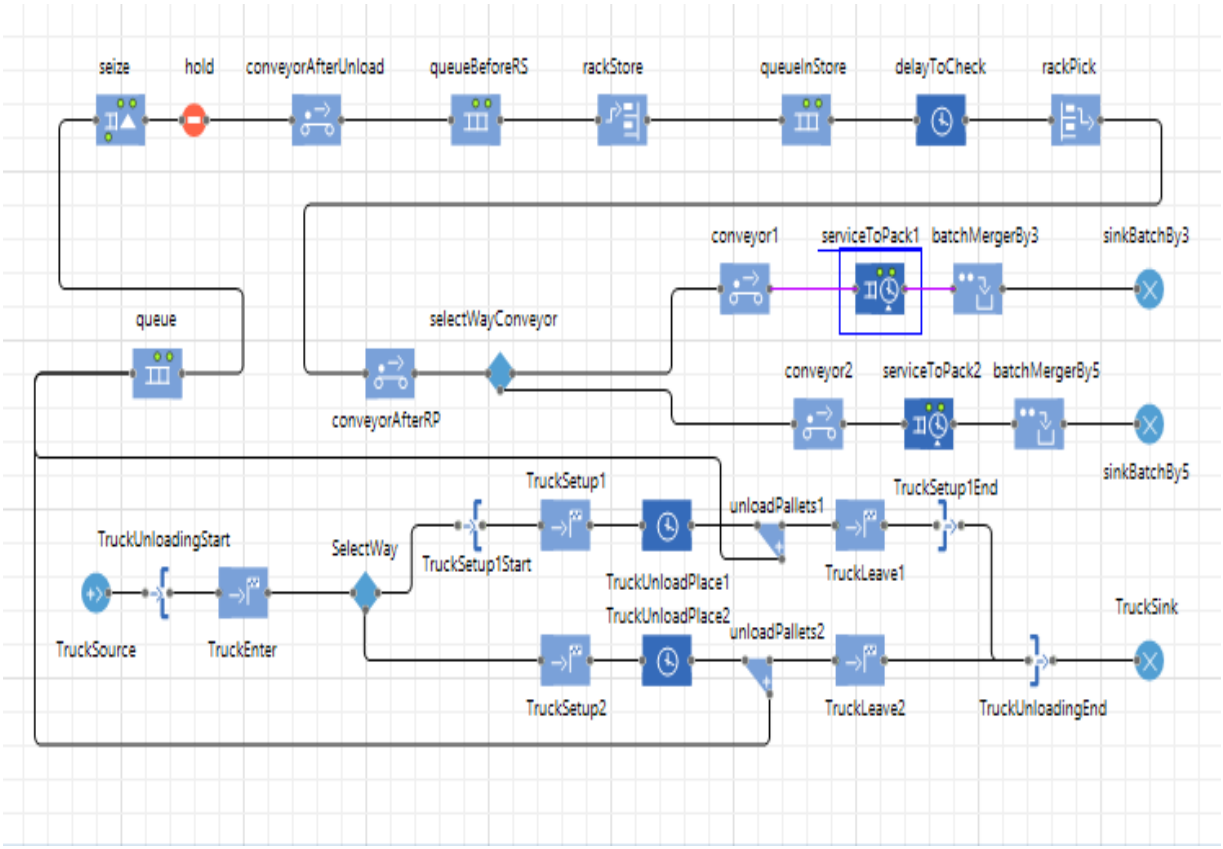


Рис. 2. Модель работы распределительного центра в системе AnyLogic

Следующим шагом была оптимизация параметров технических ресурсов при увеличении нагрузки на распределительный центр. Интервал прибытия грузовиков с паллетами на распределительный центр уменьшился до 15 минут, а время обработки поставок составило 16 минут. Время моделирования и оптимизация составляло 10 000 минут. Последовательность этапов оптимизации была аналогична вышеуказанной. В результате оптимизации при повышенной нагрузке на распределительный центр общее число ячеек для паллет увеличилось с 120 до 250. При этом время нахождения паллет на стеллажах составило 5.16 минут.

Выводы

Осуществлена разработка структурной модели работы распределительного центра.

Проведена оптимизация имитационной модели работы распределительного центра за счет изменения параметров технических ресурсов. Предложенный алгоритм оптимизации позволяет сократить время нахождения паллет на стеллажах, уменьшив при этом нагрузку на технические ресурсы, и тем самым снизив затраты.

Литература

1. Мокшин В.В., Якимов И.М. Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

2. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Вестник Казанского технологического университета, 17, 4, 298-303 (2014).

3. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Вестник Казанского технологического университета, 17, 13, 352-357 (2014).

4. В.В. Мокшин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).

5. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х. Вестник Технологического университета, 20, 18, 120-126 (2017).

6. В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 2, 129-135 (2011).

Э.Г. Ахметшина

СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ЭРЛАНГОВСКИМИ ВХОДНЫМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Данная работа посвящена исследованию систем массового обслуживания (СМО) $E_2/E_2/1$ с эрланговскими входными распределениями 2-го порядка и с запаздыванием во времени. Обе эти системы относятся к типу G/G/1. В теории массового обслуживания исследования систем G/G/1 особо актуальны в связи с тем, что до сих пор не существует решения в конечном виде для общего случая.

В работе авторов [1] впервые приведены результаты по исследованию системы M/M/1 с запаздыванием во времени со двинутыми экспоненциальными входными распределениями. Результаты работы [1] позволяют развить теорию метода спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли (ИУЛ) также на сдвинутые гиперэкспоненциальные и эрланговские распределения. Метод спектрального разложения решения ИУЛ составляет важную часть теории систем G/G/1. Одна из форм уравнения Линдли выглядит так:

$$W(y)=\begin{cases}\int_{-\infty}^{y} W(y-u)\mathrm{d}C(u), & y\geq 0\\ 0, & y<0\end{cases}$$

При кратком изложении метода решения ИУЛ будем придерживаться подхода и символики автора классики теории массового обслуживания [2]. Для этого через $A^*(s)$ и $B^*(s)$ обозначим преобразования Лапласа функций плотности распределения интервалов между поступлениями и времени обслуживания соответственно. Суть решения ИУЛ методом спектрального разложения состоит в нахождении для выражения $A^*(-s)\cdot B^*(s)-1$ представления в виде произведения двух множителей, которое давало бы рациональную функцию от *s*. Следовательно, для нахождения закона распределения времени ожидания необходимо следующее спектральное разложение: $A^*(-s)\cdot B^*(s)-1=\psi_+(s)/\psi_-(s)$,где $\psi_+(s)$ и $\psi_-(s)$ некоторые рациональные функции от *s*, которые можно разложить на множители.

Для системы $E_2/E_2/1$ законы распределения интервалов входного потока и времени обслуживания задаются функциями плотности вида:

$a(t)=4\lambda^2 te^{-2\lambda t}$, (1)

$b(t)=4\mu^2 te^{-2\mu t}$. (2)

Для такого общего вида задания функций (1) и (2), решения для среднего времени ожидания для системы $E_2/E_2/1$ в классике по теории массового обслуживания [2,3] авторами не найдено и поэтому это решение находим классическим методом спектрального разложения решения ИУЛ, как это показано в [3]. Такой подход позволяет определить не только среднее время ожидания, но и моменты высших порядков времени ожидания.

Тогда, учитывая определение джиттера в телекоммуникациях как разброс времени ожидания от его среднего значения [5], тем самым получим возможность определения джиттера через дисперсию.

Преобразования Лапласа функций (1) и (2) будут соответственно:

$$A^*(s)=\left(\frac{2\lambda}{2\lambda+s}\right)^2;\ B^*(s)=\left(\frac{2\mu}{2\mu+s}\right)^2.$$

Спектральное разложение решения ИУЛ для системы $E_2/E_2/1$:
$A^*(-s)\cdot B^*(s)-1=\psi_+(s)/\psi_-(s)$ имеет вид:

$$\frac{\psi_+(s)}{\psi_-(s)}=A^*(-s)*B^*(s)-1=\left(\frac{2\lambda}{2\lambda-s}\right)^2*\left(\frac{2\mu}{2\mu+s}\right)^2-1=$$

$$=\frac{16\lambda^2\mu^2-(2\lambda-s)^2(2\mu+s)^2}{(2\lambda-s)^2(2\mu+s)^2}=\frac{-s\left[s^2+2(\mu-\lambda)s-8\lambda\mu\right]\left[s+2(\mu-\lambda)\right]}{(2\lambda-s)^2(2\mu+s)^2}$$

Квадратное уравнение, полученное из числителя $s^2+(2\mu-\lambda)s-8\lambda\mu=0$ имеет отрицательный корень $-s_1=-(\mu-\lambda)-\sqrt{(\mu-\lambda)^2+8\lambda\mu}$, т.к. в случае стабильной системы $\lambda<\mu$, т.е. $(\mu-\lambda)>0$; $s_3=-(\mu-\lambda)+\sqrt{(\mu-\lambda)^2+8\lambda\mu}$.

Тогда нули числителя разложения $\psi_+(s)/\psi_-(s)$:

$s=0;\ -s_1=-(\mu-\lambda)-\sqrt{(\mu-\lambda)^2+8\lambda\mu};\ -s_2=-2(\mu-\lambda)$ (два отрицательных корня и один положительный корень) $s_3=-(\mu-\lambda)+\sqrt{(\mu-\lambda)^2+8\lambda\mu}$. Полюсы разложения $\psi_+(s)/\psi_-(s)$: $s=2\lambda,\ s=-2\mu$ (см. рис.1).

Теперь с учетом условий (1) построим функции $\psi_+(s)$ и $\psi_-(s)$:

$$\psi_+(s)=\frac{s(s+s_1)(s+s_2)}{(2\mu+s)^2};\ \ \psi_-(s)=-\frac{(2\lambda+s)^2}{(s-s_3)}.$$

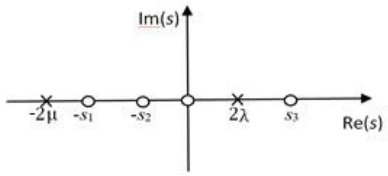


Рис.1. Нули и полюсы функции $\psi_+(s)/\psi_-(s)$

На рис.1 полюсы отмечены крестиками, а нули – кружками. Далее по методике спектрального разложения найдем константу К:

$$\mathrm{K}=\lim_{S\to 0}\frac{\psi_+(s)}{s}=\lim_{S\to 0}\frac{(s+s_1)(s+s_2)}{(2\mu+s)^2}=\frac{s_1s_2}{4\mu^2},$$

Преобразование Лапласа функции плотности времени ожидания:

$$W^*(s)=s*\Phi_+(s)=\frac{s_1s_2(2\mu+s)^2}{4\mu^2s(s+s_1)(s+s_2)}. \qquad (3)$$

Для нахождения среднего времени ожидания найдем производную от функции $W^*(s)$ со знаком минус в точке $s = 0$:

$$-\left.\frac{dW^*(s)}{ds}\right|_{s=0}=-\frac{s_1s_2}{4\mu^2}\times\left[\frac{2(2\mu+s)(s+s_1)(s+s_2)-(2\mu+s)^2(2s+s_1+s_2)}{(s+s_1)^2(s+s_2)^2}\right]\Bigg|_{S=0}=\frac{s_1s_2}{4\mu^2}\left[\frac{4\mu^2(s+s_1)-4\mu s_1s_2}{s_1^2s_2^2}\right]_{S=0}=\frac{s_1+s_2}{s_1s_2}-\frac{1}{\mu}.$$

Окончательно, среднее время ожидания для системы $E_2/E_2/1$:

$$\bar{W}=\frac{s_1+s_2}{s_1s_2}-\frac{1}{\mu} \qquad (4)$$

Далее рассмотрим СМО, для которой законы распределения входного потока и времени обслуживания заданы функциями плотности:

$a(t)=4\lambda^2(t-t_0)e^{-2\lambda(t-t_0)}$, (5)

$b(t)=4\mu^2(t-t_0)e^{-2\mu(t-t_0)}$ (6)

Такую систему обозначим $E_2^-/E_2^-/1$.

Спектральное разложение решения ИУЛ для системы $E_2^-/E_2^-/1$. имеет точно такой же вид, как и для системы $E_2/E_2/1$.

Для определения неизвестных параметров распределения E_2^- воспользуемся преобразованием Лапласа функции (5). Среднее значение интервала между

поступлениями дает первая производная от преобразования Лапласа со знаком минус в точке s=0:

$$-\frac{dA^*(s)}{ds}\bigg|_{S=0}=\left[\frac{8\lambda^2}{(2\lambda+s)^3}e^{-t_0 s}+\left(\frac{2\lambda}{2\lambda+s}\right)^2 t_0 e^{t_0 s}\right]\bigg|_{s=0}=1/\lambda+t_0. \qquad \text{Отсюда} \quad \overline{\tau}_\lambda=\lambda^{-1}+t_0. \qquad (7)$$

Второй начальный момент интервала между поступлениями

$$\frac{d^2A^*(s)}{ds^2}\bigg|_{s=0}=\frac{3}{2\lambda^2}+2\frac{t_0}{\lambda}+t_0^2 \qquad \text{Отсюда} \qquad \overline{\tau_\lambda^2}=\frac{3}{2\lambda^2}+2\frac{t_0}{\lambda}+t_0^2 .$$

Определим квадрат коэффициента вариации : $c_\lambda^2=\dfrac{\overline{\tau_\lambda^2}-(\overline{\tau_\lambda})^2}{(\overline{\tau_\lambda})^2}=\dfrac{1}{2(1+\lambda t_0)^2}.$

$$c_\lambda=\frac{1}{\sqrt{2}(1+\lambda t_0)}. \qquad (8)$$

Заметим, что для распределения E_2: $\overline{\tau}_\lambda=\dfrac{1}{\lambda}$, $c_\lambda=\dfrac{1}{\sqrt{2}}$.

Для времени обслуживания по закону E_2^- получим аналогичные выражения для интенсивности обслуживания μ и коэффициента вариации c_μ.

$$\overline{\tau}_\mu=\mu^{-1}+t_0 \qquad (9)$$

$$c_\mu=\frac{1}{\sqrt{2(1+\mu t_0)}} \qquad (10)$$

Исходя из полученных параметров распределения для системы $E_2^-/E_2^-/1$. время ожидания для нее определяем из выражения:

$$\overline{W}=\frac{s_1+s_2}{s_1 s_2}-\frac{1}{\mu}, \qquad (11)$$

В табл.1 приведены данные расчетов для системы $E_2^-/E_2^-/1$ для малой $(\rho=0.1)$, средней $(\rho=0.5)$ и высокой нагрузки $(\rho=0.9)$.

В правой колонке приведены данные для системы $E_2/E_2/1$. Среднее время ожидания в системе с запаздыванием $E_2^-/E_2^-/1$ меньше, чем в системе $E_2/E_2/1$.

Исходя из результатов можно сделать выводы:

1. Систему $E_2^-/E_2^-/1$ с запаздыванием для анализа телетрафика можно использовать в том случае, если коэффициенты вариации интервалов поступления c_λ и времени обслуживания c_μ меньше $1/\sqrt{2}$.

2. Систему $E_2^-/E_2^-/1$ можно использовать для диапазона изменения коэффициентов вариаций интервалов поступления c_λ и времени обслуживания c_μ от 0 до $1/\sqrt{2}$.

3. Система $E_2^-/E_2^-/1$с запаздыванием на выходе обеспечивает меньшее время ожидания, чем обычная система $E_2/E_2/1$ за счет уменьшения коэффициентов вариаций интервалов поступления c_λ и времени обслуживания c_μ в результате сдвига законов распределения на величину $t_0 > 0$.

Таблица 1. Результаты экспериментов для СМО $E_2^-/E_2^-/1$ и $E_2/E_2/1$

Входные параметры				Среднее время ожидания	
ρ	c_λ	c_μ	t_0	Для $E_2^-/E_2^-/1$	Для $E_2/E_2/1$
0,1	0,64	0,07	0,9	0,000	0,017
	0,67	0,35	0,5	0,002	
	0,70	0,64	0,1	0,013	
	0,71	0,70	**0,01**	**0,016**	
0,5	0,39	0,07	0,9	0,001	0,390
	0,53	0,35	0,5	0,081	
	0,67	0,64	0,1	0,309	
	0,70	0,70	**0,01**	**0,382**	
0,9	0,13	0,07	0,9	0,034	4,359
	0,39	0,35	0,5	1,057	
	0,64	0,64	0,1	3,519	
	0,70	0,70	**0,01**	**4,271**	

Литература

1. Тарасов В.Н. Бахарева Н.Ф., Блатов И.А. Анализ и расчет системы массового обслуживания с запаздыванием / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, И.А. Блатов // Автоматика и телемеханика – 2015. - № 11. – С.51–59.

2. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. Пер. с англ. под редакцией В.И. Неймана. М. Машиностроение, 1979. – 432 с.

3. Тарасов В.Н. Расширение класса систем массового обслуживания с запаздыванием / В.Н. Тарасов // Автоматика и телемеханика - 2018. - №12. - С.57-70.

4. Тарасов В.Н. Исследование систем массового обслуживания с гиперэкспоненциальными входными распределениями / В.Н. Тарасов // Проблемы передачи информации - 2016. - №1. - С.16-26.

5. https://tools.ietf.org/html/rfc3393. RFC 3393 IP Packet Delay Variation Metric for IP Performance Metrics (IPPM) (дата обращения: 26.02.2016).

Е.Д. Байков, Р.А. Ершов, О.А. Морозов

ВЫЧИСЛЕНИЕ ЛИНИЙ РАВНОЙ ЗАДЕРЖКИ РАЗНОСТНО-ДАЛЬНОМЕРНЫМ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИИ ОТ ГРУППЫ ИЗ ДВУХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

(Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

Преимущества многопозиционных радиолокационных систем, такие как высокоточное определение пространственного положения объектов, повышенная разрешающая способность и многие другие, связанные с большим количеством единовременно фиксируемой информации об объекте, в значительной степени определили направление развития современной радиолокации. Использование искусственных спутников земли в качестве многопозиционной радиолокационной системы позволяет в полной мере использовать преимущества таких систем.

Одним из наиболее широко применяемых пассивных методов определения местоположения источника радиоизлучения является разностно-дальномерный метод (РДМ). Данный метод основан на одновременной регистрации сигнала от источника радиоизлучения сразу несколькими пунктами системы. Реализация РДМ требует точного знания координат приемных пунктов системы и не предъявляет жестких требований к их временной синхронизации.

Для определения координат источника радиоизлучения (x_M, y_M, z_M) необходимо решить систему нелинейных уравнений. Обычно данная система сводится к задаче глобальной оптимизации вида [2]:

$$(\hat{x}_M, \hat{y}_M, \hat{z}_M) = \arg min \Phi(x_M, y_M, z_M, \boldsymbol{\lambda}), \quad (1)$$

где Ф (·) характеризует меру близости функциональной зависимости координат модельных параметров и измеренных $\boldsymbol{\lambda}$. Измеряемая разность дальностей:

$$\begin{cases} \Delta R = R_1 - R_2 = c(t_1 - t_2) = c\tau \\ R_1 = \sqrt{(x_1 - x_M)^2 + (y_1 - y_M)^2 + (z_1 - z_M)^2} \\ R_2 = \sqrt{(x_2 - x_M)^2 + (y_2 - y_M)^2 + (z_2 - z_M)^2} \end{cases}, \quad (2)$$

где t_1, t_2 – время распространения сигнала от источника M к приемникам 1 и 2 соответственно, τ – временная задержка распространения сигнала к приемнику 1 относительно приемника 2. Геометрическое место точек, соответствующих одному значению навигационного параметра $c\tau$, принято называть линией положения. Пересечение двух линий положения указывает на местоположение объекта. Таким образом, для получения оценки местоположения ИРИ на поверхности Земли разностно-дальномерная система должна состоять минимум из трех пунктов приема (ПП), а для оценки местоположения источника в пространстве – минимум из четырех ПП [3].

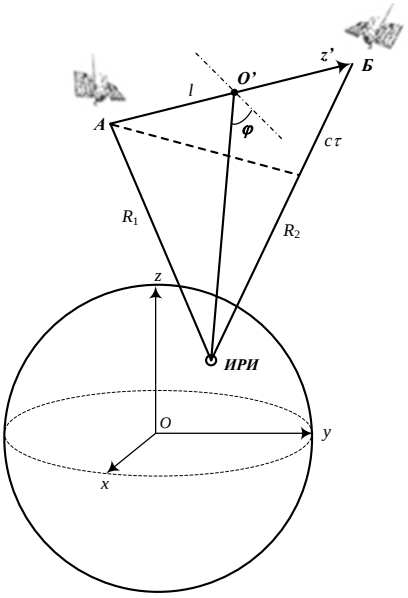


Рис. 1

В случае, когда в зоне видимости имеются два ПП, представляется возможным нахождение линии положения, расположенной на поверхности Земли. При движении ПП будет изменяться линия положения, следовательно, становится возможным определение координат ИРИ. В декартовой инерциальной геоцентрической системе координат (рис. 1) система уравнений для построения линии положения выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} c\tau = \sqrt{(x_1 - x_M)^2 + (y_1 - y_M)^2 + (z_1 - z_M)^2} - \\ \quad -\sqrt{(x_2 - x_M)^2 + (y_2 - y_M)^2 + (z_2 - z_M)^2} \\ x_M^2 + y_M^2 + (\alpha z_M)^2 = R^2 \end{cases} . \qquad (3)$$

где R – экваториальный радиус Земли, α – отношение экваториального и полярного радиусов Земли.

Система (3) может быть решена путем сведения задачи к оптимизации функционала суммы квадратов ошибок (1). На основе системы нелинейных уравнений (3) формируется функционал квадратичной ошибки и для его минимизации может быть использован один из методов многомерной оптимизации, кроме того необходимо решать проблему многоэкстремальности. Данный подход требует значительных вычислительных затрат.

Для построения линии положения в работе предложен следующий алгоритм [4]. Введем систему координат (*x', y', z'*) с началом в центре линии (рис. 1), соединяющей ПП (база). Ось *z*' направим вдоль линии, соединяющей ПП. Ось *y'* будет лежать в плоскости АОБ (рис. 1) и перпендикулярно базе, ось *x'* дополняет систему координат до правой. Для начального приближения предположим, что регистрируемое излучение является плоской волной, принимаемой разнесенной антенной, расположенной в начале координат (*x', y', z'*). При этом разность хода равна $c\tau$. Из этих предположений сформируем направляющий вектор на ИРИ:

$$\mathbf{a} = \{0, \cos\varphi, \sin\varphi\}, \qquad (4)$$

где $\sin\varphi = ct / l$, l – длина базы.

Начальное приближение для текущей точки линии положения можно вычислить как точку пересечения прямой, проходящей через начало координат (*x', y', z'*) и имеющей направляющий вектор **a** (4) в этой же системе координат, с эллипсоидом Земли.

Однако для точного решения системы (3) необходимо учесть, что излучаемые волны не являются плоскими, следовательно, необходимо корректировать угол φ. Для уточнения предлагается использовать итерационную процедуру. Предположим, что расстояние между началом координат *O'* и найденной точкой на Земле, на *k*-й итерации, равно r^k, а расстояние от найденной точки до

ПП – соответственно R_1^k, R_2^k. Тогда направляющий угол уточняется как $\varphi^{k+1} = \varphi^k + \Delta\varphi^k$, где:

$$\Delta\varphi^k = -\left(c\tau - \left(R_1^k - R_2^k\right)\right)\Big/ r^k . \quad (5)$$

Итерационный процесс (5) может быть остановлен при выполнении условия $\Delta\varphi < \varepsilon$, где ε – задаваемая угловая точность. Данный параметр подбирается исходя из необходимой точности определения местоположения. Остальные точки линии положения можно найти по выше описанной процедуре, при этом повернув систему координат (*x', y', z'*) на некоторый угол вокруг оси *z'*. Шаг поворота задает расстояние между точками линии положения и является параметром алгоритма.

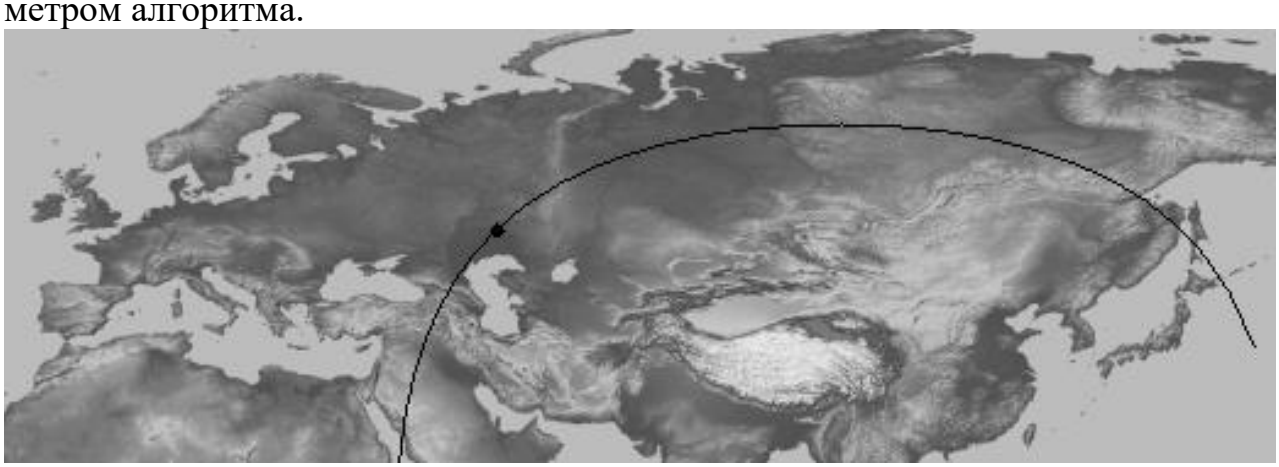


Рис. 2

На основе представленного выше алгоритма был проведен расчет линии положения. Результаты моделирования представлены на рис. 2. Источник радиоизлучения был расположен в координатах (50.935948° с.ш.; 50.6168105° в.д.). При расчётах моделировалось два спутника. Один находился на геостационарной орбите, другой на орбите типа «Молния».

Литература

1. Ворошилин Е.П., Миронов М.В., Громов В.А. Определение координат источников радиоизлучения разностно-дальномерным методом с использованием группировки низкоорбитальных малых космических аппаратов // ТУСУР, №1, часть 2, 2010. – с. 23 - 28.

2. Гринь И.В., Ершов Р.А., Морозов О.А. Вычислительно эффективный алгоритм определения взаимной временной задержки сигналов при больших объемах выборок. // Международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии ПИТ-2015». Сборник научных трудов, Т.2, Самара: СГАУ, 2015. – с. 11-14.

3. Гришин Ю.П., Казаринов Ю.М., Ипатов П.В. Радиотехнические системы. – М.: Высш. шк., 1990. – 496 с.

4. Ершов Р.А., Морозов О.А. Определение местоположения источника радиоизлучения на поверхности земли по данным группы из двух космических аппаратов. // 21-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA-2019». Москва, 2019. –с. 292-296.

Г.А. Боднарчук, А.О. Новиков, Н.Г. Чернобровин

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ ПРОКАТА И ПОПЕРЕЧНОЙ РЕЗКИ ПРОФИЛИРОВАННОГО ЛИСТА

(Самарский университет, ООО «Пролог»)

Конструктивно, линия состоит из двух основных частей: разматывателя и профилеобразующей части (Рис.1). Системы управления разматывателем и профилеобразующей части линии работают автономно. От разматывателя к системе управления профилеобразующей части линии выдается дискретный сигнал готовности разматывателя к работе в автоматическом режиме. Этот сигнал выдается разматывателем при переключении в положение «Авт.» тумблера, расположенного на передней панели пульта управления разматывателем.

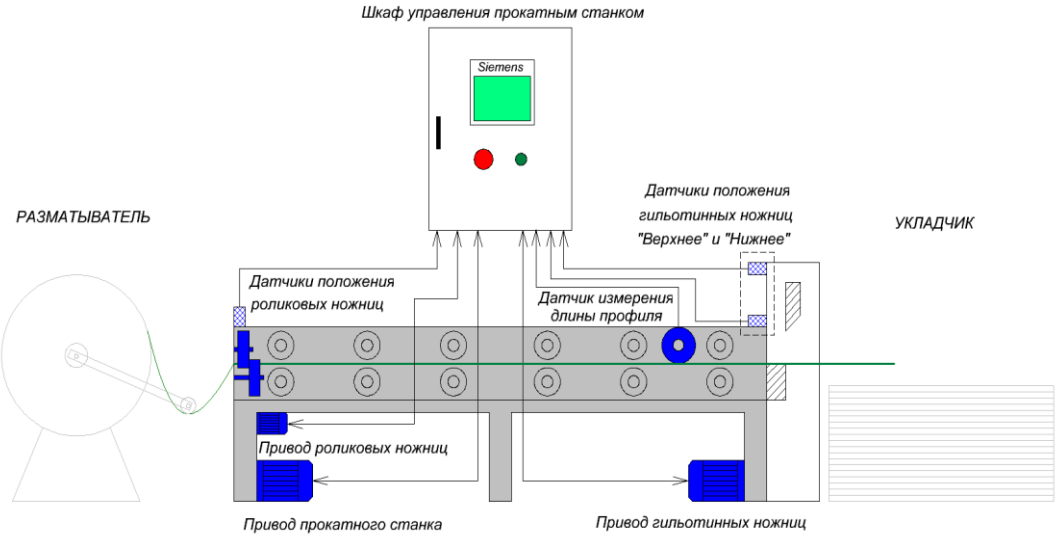


Рис. 1. Линия проката и поперечной резки профлиста

Алгоритм работы разматывателя, в соответствии с выше изложенной концепцией построения системы, реализует логический модуль LOGO!Pure. На него поступает информация от датчиков положения петли между разматывателем и профилеобразующей частью линии. В качестве органов управления разматывателем используются кнопки и переключатели. Информация от них также поступает в логический модуль.

В качестве исполнительных механизмов системы управления разматывателем используются асинхронный электропривод разматывателя и катушка пневмоклапана фиксации рулона. Управляющие воздействия на них поступают с дискретных выходов логического модуля.

Структурная схема системы управления разматывателем показана на Рис.2.

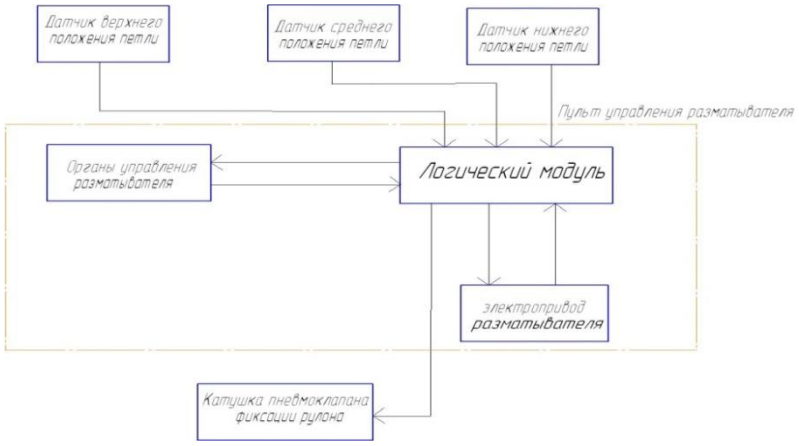


Рис. 2. Структурная схема системы управления разматывателем

Прокатный стан приводится в движение асинхронным трехфазным электродвигателем. Использование частотного преобразователя позволяет осуществлять протяжку материала с двумя предопределенными значениями скорости: рабочая скорость проката, плавное снижение скорости при выходе на нужную длину листа с торможением постоянным током для обеспечения необходимой точности позиционирования листа под нож гильотины.

Измерение длины проката осуществляется посредством измерительного колеса, соединенного с датчиком импульсов (энкодером). Узел гильотины приводится в движение асинхронным трехфазным электродвигателем мощностью 2,2 кВт. Для определения положения ножа служат два индуктивных датчика верхнего и нижнего положения. Узел обрезки листа приводится в движение асинхронным трехфазным электродвигателем. Для определения положения ножей обрезки служат два индуктивных датчика переднего и заднего положения. Датчики подключены к центральному процессору системы. Структурная схема системы управления профилеобразующей части линии показана на рис.3.

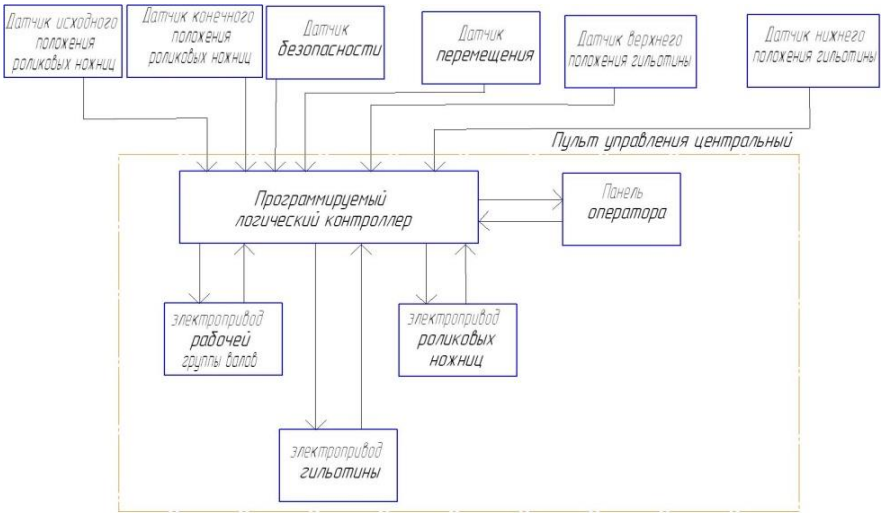


Рис. 3. Структурная схема системы управления
профилеобразующей части линии

Исходя из требований точности реза и необходимости «отката» листа перед подъемом гильотинного ножа датчик перемещения должен иметь возможность измерять перемещение с высокой точностью в широком диапазоне длин в прямом и обратном направлениях. Этим требованиям наиболее удовлетворяет импульсный инкрементальный датчик положения (энкодер) E6C2-CWZ5B Омрон.

В качестве датчиков положения гильотины использованы бесконтактные индуктивные датчики ВК FS7-31-P-15-24-ИНД-3В, подключенные по трехпроводной схеме.

Частотно регулируемый электропривод в режиме динамического торможения [1] позволяет изменять скорость вращения для точного позиционирования листа по длине и осуществлять быстрый останов рабочей группы валов. В качестве преобразователя частоты используется Altivar ATV31HU11N4 Шнайдер Электрик с тормозным резистором VW3A58735, имеющий три дискретных входа для включения – выключения и дискретный выход для выдачи состояния привода другим устройствам. Управление контактором осуществляется дискретным выходом ПЛК. Электропривод гильотины мерного реза выполнен по схеме прямого нереверсивного пуска от контактора с управлением от дискретного выходом ПЛК. Для контроля его срабатывания используется дополнительный контакт, подключенный к цифровому входу программируемого логического контроллера

Двигатель роликовых ножниц должен иметь два направления вращения скоростью. В соответствии с этим, в качестве электропривода используется сборка из двух пускателей с взаимной механической блокировкой для предотвращения одновременного срабатывания обоих пускателей и образования межфазного короткого замыкания.

Основными критериями для выбора программируемого логического контроллера были следующие:

- возможность работы с выбранным датчиком перемещения,
- возможность работы с форматом данных типа Real,
- возможность связи с панелью оператора,
- наличие необходимого количества дискретных входов-выходов,
- наличие выходов для управления приводами.

Исходя из выше перечисленных требований, выбран ПЛК семейства SIMATIC S7-1200 имеющий один порт для подключения панели оператора, два быстрых входа для работы с инкрементальным датчиком, имеющей на своем борту 16 дискретных входов и 10 дискретных релейных выходов.

Управление всеми исполнительными устройствами осуществляется с помощью панели оператора (Рис.4).

Перед началом работы необходимо ввести в память программируемого логического контроллера значения технологических параметров и задание на изготовление партий изделий.

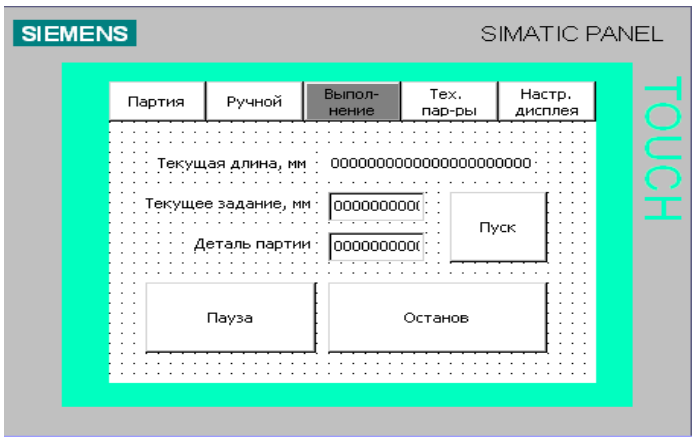


Рис.4 Панель оператора

Будучи однократно введенными, данные значения могут сохраняться в памяти контроллера неограниченно долго без подачи питающего напряжения на схему управления до следующей перезаписи параметров.

В качестве технологических параметров используются следующие величины:

а) длина изделия в партиях,

б) количество изделий в партиях,

г) зона торможения – расстояние от конца отрезаемой полосы, при достижении которого отключается повышенная скорость перемещения полосы и осуществляется переход на малую скорость.

К технологическим параметрам относятся также установки некоторых основных таймеров программируемого логического контроллера, участвующих в формировании алгоритма работы линии в автоматическом режиме.

Литература

1. Терехов В.М. Системы управления электроприводов [Текст]/ В.М. Терехов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006 – 304 с.

И. В. Бойков, П. В. Айкашев

ПРИБЛИЖЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ КРЫЛА

(Пензенский государственный университет)

Аннотация. Работа посвящена построению и обоснованию приближенных методов решения уравнения крыла. Рассматриваются одномерные и многомерные линейные и нелинейные уравнения.

1. Введение

Теория гиперсингулярных интегральных уравнений (ГИУ) и численные методы их решения непрерывно связаны с задачами аэродинамики. Одной из первых работ, в которых нашли практическое применение ГИУ, была книга А. И. Некрасова [1].

Позднее было опубликовано большое число работ, в которых гиперсингулярные интегралы применялись к задачам механики и аэродинамики. Достаточно полный обзор методов решения ГИУ и их приложений к аэродинамике содержится в [2].

В последнее время внимание исследователей привлекают нелинейные уравнения типа Прандтля следующего вида [3]:

$$\frac{1}{\pi}\int_{-1}^{1}\frac{x(\tau)}{(\tau-t)^2}d\tau+g\big(t,x(t)\big)=f(t),\ -1\le t\le 1, \tag{1}$$

$$x(\pm 1)=0. \tag{2}$$

Задача (1) - (2) эквивалентна интегро-дифференциальному уравнению

$$-\frac{1}{\pi}\int_{-1}^{1}\frac{dx(\tau)}{d\tau}\frac{d\tau}{\tau-t}+g\big(t,x(t)\big)=f(t),\ -1\le t\le 1. \tag{3}$$

Аналитическим и численным методам решения уравнения (3) при $g\big(t,x(t)\big)\equiv x(t)$ посвящено большое число работ. Отметим, что исследование обтекания крыла (без линеаризации) приводит [4] к нелинейному сингулярному интегро-дифференциальному уравнению, эквивалентному (1).

В пространственном случае уравнение крыла описывается уравнением [2]

$$\int_{\Omega}\frac{h(M,M_0)x(M)}{|MM_0|^3}d\sigma_M=f(M_0), \tag{4}$$

где $M,M_0\in\Omega$, $h(M,M_0)$, $f(M_0)$ – известные функции.

В [3] получена оценка в пространстве C погрешности приближенного решения уравнения (3), где G – ограниченная плоская область.

В известных авторам работах представлены численные методы решения уравнения крыла на плоских областях. В противном случае, последние предварительно трансформируются в плоские.

Представляет значительный интерес построение и обоснование приближенных методов решения нелинейных уравнений крыла произвольной формы.

Этим вопросам посвящена данная работа.

2. Крыло конечного размаха

Рассмотрим уравнение

$$\frac{1}{\pi}\int_{\gamma}\frac{x(\tau)}{(\tau-t)^2}d\tau+g\big(t,x(t)\big)=f(t),\ t\in\gamma, \tag{5}$$

где γ - дуга, $g(t,u)$, $f(t)$ - известные непрерывные функции.

Вначале опишем построение вычислительной схемы при $\gamma=[-1,1]$. Введем узлы $t_k=-1+k/N$, $k=0,1,\ldots,2N$. Через Δ_0 обозначим сегмент $[t_0,t_1]$, а через Δ_k – интервалы $\Delta_k=(t_k,t_{k+1}]$, $k=0,1,\ldots,2N-1$. Каждому узлу t_k,

$k=1,2,\ldots,2N-1,$ поставим в соответствие базисную функцию
$\varphi_k(t)=0, t_{k-1}\le t\le t_{k-1}+N^{-2}; \varphi_k(t)=(N^2(t-t_{k-1})-1)/(N-2), t_{k-1}+N^{-2}\le t\le t_k-N^{-2};$
$\varphi_k(t)=-(N^2(t-t_{k+1})-1)/(N-2), t_k+N^{-2}\le t\le t_{k+1}-N^{-2}; \varphi_k(t)=0, t_{k+1}-N^{-2}\le t\le t_{k+1};$
$\varphi_k(t)=0, t\in[-1,1]\setminus[t_{k-1},t_{k+1}];$
узлу t_0 поставим в соответствие базисную функцию
$\varphi_0(t)=1, -1\le t\le -1+N^{-2}, \varphi_0(t)=-(N^2(t-t_1)+1)/(N-2), -1+N^{-2}\le t\le t_1-N^{-2},$
$\varphi_0(t)=0, t_1-N^{-2}\le t\le t_1; \varphi_0(t)=0, [-1,1]\setminus[t_0,t_1];$
узлу t_{2N} поставим в соответствие базисную функцию
$\varphi_{2N}(t)=0, -1\le t\le t_{N-1}+N^{-2};$
$\varphi_{2N}(t)=(N^2(t-t_{N-1})-1)/(N-2), t_{N-1}+N^{-2}\le t\le 1-N^{-2}, \varphi_{2N}(t)=1, 1-N^{-2}\le t\le 1.$

Приближенное решение уравнения (5) будем искать в виде кусочно-непрерывной функции $x_N(t)=\sum_{k=0}^{2N}\alpha_k\varphi_k(t),$ коэффициенты которой определяются из системы уравнений

$$\frac{1}{\pi}\sum_{l=0}^{2N}\alpha_l\int_{-1}^{1}\frac{\varphi_l(\tau)}{(\tau-t_l)^2}d\tau+g(t_k,x_N(t_k))=f(t_k),\ k=0,1,\ldots,2N.$$

Приведем изменения, которые необходимо сделать в вычислительной схеме при переходе от сегмента к дуге. Аппроксимируем дугу γ полигонами γ_N, состоящими из N равных звеньев, и перейдем от уравнения (5) к уравнению

$$\frac{1}{\pi}\int_{\gamma_N}\frac{x(\tau)}{(\tau-t)^2}d\tau+g(t,x(t))=f(t),\ t\in\gamma_N.$$

На каждом k-ом звене полигона функцию $x(t)$ аппроксимируем сплайном $x_N^k(t)=\alpha_N^{k,1}\psi_0^k(t)+\alpha_N^{k,2}\psi_{2N}^k(t),\ k=0,1,\ldots,N-1,$
где $\alpha_N^{k,1}$, $\alpha_N^{k,2}$ – искомые константы, $\psi_0^k(t)$, $\psi_{2N}^k(t)$ – функции, полученные отображением функций $\varphi_0(t)$ и $\varphi_{2N}(t)$ на k-ое звено.

В качестве узлов коллокации возьмем точки $t_N^{k,1}$ и $t_N^{k,2}$, полученные отображением точек $-1+\frac{1}{N^2}$ и $1-\frac{1}{N^2}$ с сегмента $[-1,1]$ на k-ое звено полигона. В результате получим вычислительную схему метода коллокации

$$\frac{1}{\pi}\int_{\gamma_N}\frac{x_N(\tau)}{\left(\tau-t_N^{k,i}\right)^2}d\tau+g\left(t_N^{k,i},x_N\left(t_N^{k,i}\right)\right)=f\left(t_N^{k,i}\right),i=1,2, \qquad (6)$$

где $k=0,1,\ldots,N-1,\ x_N(\tau)=\sum_{k=0}^{N-1}\left(\alpha_N^{k,1}\psi_0^k(t)+\alpha_N^{k,2}\psi_{2N}^k(t)\right).$

Система уравнений (6) решается непрерывным методом [5]

$$\frac{d\alpha_N^{k,i}(v)}{dv}=\frac{1}{\pi}\int\limits_{\gamma_N}\sum_{l=0}^{N-1}\left(\alpha_N^{l,1}(v)\psi_0^l(\tau)+\alpha_N^{l,2}(v)\psi_{2N}^l(\tau)\right)\frac{d\tau}{\left(\tau-t_N^{k,i}\right)^2}+$$

$$+g\left(t_N^{k,i},\sum_{l=0}^{N-1}\left(\alpha_N^{l,1}(v)\psi_0^l\left(t_N^{k,i}\right)+\alpha_N^{l,2}(v)\psi_{2N}^l\left(t_N^{k,i}\right)\right)\right)-f\left(t_N^{k,i}\right),\ \mathrm{i}=1,2,$$

$k=0,1,...,N-1$. Численное решение полученной системы дифференциальных уравнений осуществлялось методом Эйлера.

3. Многомерные уравнения крыла

Рассмотрим гиперсингулярное интегральное уравнение (4), Ω – ограниченная замкнутая поверхность, $x(t)$ – искомая функция.

Вначале изложим метод на примере плоской поверхности Ω. Проведем триангуляции области Ω. Пусть область Ω находится в прямоугольнике G. Покроем прямоугольник G квадратами со стороной h. Обозначим через Ω_N область, состоящую из квадратов, мера пересечения которых с областью Ω не меньше $h^2/2$. Пусть N – число квадратов в области Ω_N. Разделим каждый квадрат на два равных треугольника. В результате получим покрытие области Ω_N $2N$ треугольниками. Обозначим область с таким покрытием через Ω_{2N}^*. Треугольники в Ω_{2N}^* обозначим через Δ_k, $k=1,2,...,2N$.

Обозначим через $\psi_k(t), t=(t_1,t_2,t_3)$, функцию

$$\psi_k(t)=1,\ t\in\Delta_k;\psi_k(t)=0,\ t\in\Omega^*{}_{2N}\setminus\Delta_k,\ k=1,2,...2N.$$

Приближенное решение уравнения (4) будем искать в виде функции

$$x_N(t)=\sum_{k=1}^{2N}\alpha_k\psi_k(t),$$

коэффициенты $\{\alpha_k\}$ которой находятся из системы уравнений

$$\sum_{l=1}^{2N}h(u_k,\mathrm{u}_l)\alpha_l\iint\limits_{\Delta_l}\frac{d\tau_1 d\tau_2}{|\mathrm{u},\tau|^3}=f(u_k),\ k=1,2,...,2N. \qquad (7)$$

Здесь u_k – внутренняя точка треугольника Δ_k, $k=1,2,...,2N$.

Для решения уравнения (7) применяется непрерывный операторный метод:

$$\frac{d\alpha_N^k(v)}{dv}=\sum_{l=1}^{2N}h(u_k,\mathrm{u}_l)\alpha_l(v)\iint\limits_{\Delta_l}\frac{d\tau_1 d\tau_2}{|\mathrm{u},\tau|^3}-f(u_k),\ k=1,2,...,2N.$$

Опишем изменения, которые нужно провести при решении уравнения (4) с произвольной ограниченной, замкнутой областью Ω. Проведем триангуляции области Ω. В результате триангуляции получаем поверхность Ω_N, состоящую

из $2N$ треугольников Δ_k^*. Обозначим эту поверхность через Ω_{2N}^{**} и рассмотрим уравнение

$$\iint\limits_{\Omega_{2N}^{**}} \frac{h(\mathrm{u},\tau)x(\tau)}{|\mathrm{u},\tau|^3} d\sigma_\tau = f(u),\ t \in \Omega_{2N}^{**}, \qquad (8)$$

Приближенное решение уравнения (8) ищется в виде $x_N(t) = \sum_{k=1}^{2N} \alpha_k \psi_k^*(t)$,

где $\psi_k^*(t) = 1,\ t \in \Delta_k^*; \psi_k^*(t) = 0,\ t \in \Omega_{2N}^{**} \setminus \Delta_k^*,\ k = 1,2,...2N.$

Коэффициенты $\{\alpha_k\}$, определяются из системы уравнений

$$\sum_{l=1}^{2N} h(u_k, \mathrm{u}_l)\alpha_l \iint\limits_{\Delta_l^*} \frac{d\tau}{|\mathrm{u},\tau|^3} = f(u_k),\ k = 1,2,...,2N,$$

которая решается непрерывным операторным методом.

Литература

1. Некрасов, А. И. Теория крыла в нестационарном потоке [Текст] / А. И. Некрасов. - М.: Изд-во АН СССР, 1947. - 258 с.

2. Вайникко, Г. М. Численные методы в гиперсингулярных интегральных уравнениях и их приложения [Текст] / Г. М. Вайникко, И. К. Лифанов, Л. Н. Полтавский. - М: Янус-К, 2001. - 508 с.

3. Capobianco, M. R. On the numerical solution of a nonlinear integral equation of Prandtl's type / M. R. Capobianco, G. Criscuolo, P. Junghanns // Recent Advances in Operator Theory and its Applications, 2005. - Vol 160. P. 53-79.

4. Бойков, И. В. О проекционных методах решения уравнения крыла / И. В. Бойков // Пенза. ПГТУ, 1990. 15 с. Деп. в ВИНИТИ № 5865-90 Деп.

5. Бойков, И. В. Об одном непрерывном методе решения нелинейных операторных уравнений / И. В. Бойков // Дифференц. уравнения, 2012. – Т 49, № 9, - с. 1308–1314.

К.А. Волкова, Е.В. Авдеев, В.Л. Полонский

АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДВЕСКИ РАЙЗЕРА

(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Самарский университет)

Разработка морских нефтяных и газовых месторождений является актуальной задачей, решение которой связано с осуществлением сложных в техническом отношении и рискованных операций, с применением дорогостоящего оборудования.

При добыче на плавучих платформах используется морской стояк (райзер), который является одним из важнейших и ответственных узлов общего

комплекса подводного устьевого оборудования [1]. Назначение морского райзера отражено в следующем определении: райзер – это пропускная труба, подсоединяющая подводную скважину, опорную плиту для бурения или трубопровод к оборудованию, расположенному на плавучей нефтедобывающей установке или стационарном шельфовом сооружении [3].

Райзер крепится к добывающей платформе при помощи подвески. От надежности работы данной технической системы зависит как сохранность самого райзера, так и работа добывающей платформы в целом, а также экологическая безопасность района добычи.

В данной статье будет рассмотрена конструкция подвески райзера с закреплением на корпусе платформы (в отличии от предшествующей, которая подвешивалась к потолку в трюме). Этот вариант облегчает эксплуатацию и обслуживание самой подвески и райзера.

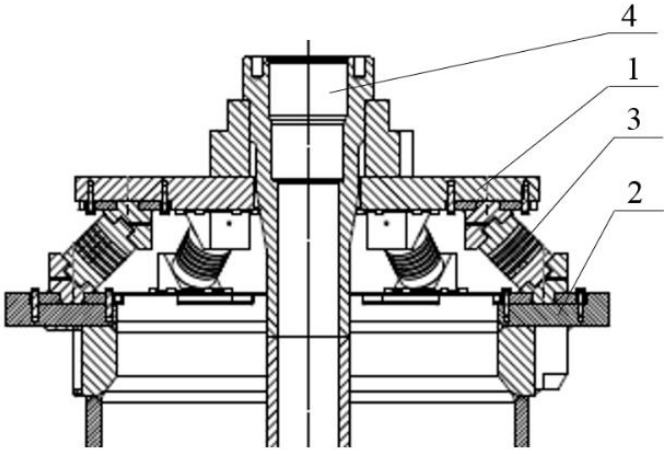
В процессе эксплуатации подвеска испытывает следующие основные воздействия:

1) воздействие ветра, волн и морских течений;

2) воздействие веса райзера и веса бурового раствора [2].

Целью данного исследования является оценка работоспособности подвески райзера и, в частности, резинометаллических подушек при заданном нагружении. Оценка будет проводиться без учета первой группы факторов (без учета отклонения райзера от вертикальной оси) с учетом второй группы факторов – воздействия веса райзера и веса бурового раствора.

Рассмотрим подробнее конструкцию подвески, общий вид которой представлен на рисунке 1.



1 – Плита верхняя, 2 – плита нижняя, 3 – подушка, 4 – райзер

Рисунок 1 – Общий вид подвески райзера

Основными демпфирующими элементами подвески являются подушки, состоящие из чередующихся резиновых и металлических пластин (рисунок 2).

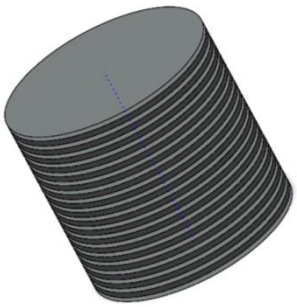


Рисунок 2 – Подушка подвески райзера

Для проведения анализа использовалась программа SolidWorks. Для проведения расчета была построена упрощенная модель подвески и заданы следующие условия (рисунок 3):

– нелинейный тип исследования, который применяется при больших деформациях для гиперупругих материалов, например, для резин;

– статические тип исследования, который применяется для вычисления перемещения, силы реакции, нагрузки, напряжения и распределение запаса прочности;

– нагрузка, моделирующая воздействие веса райзера и веса бурового раствора 2000кН;

– материал плит подвески и металлических пластин подушек – хромистая нержавеющая сталь (σ_B = 414МПа);

– материал резиновых пластин подушек – резина (σ_B = 17МПа, δ = 4,5).

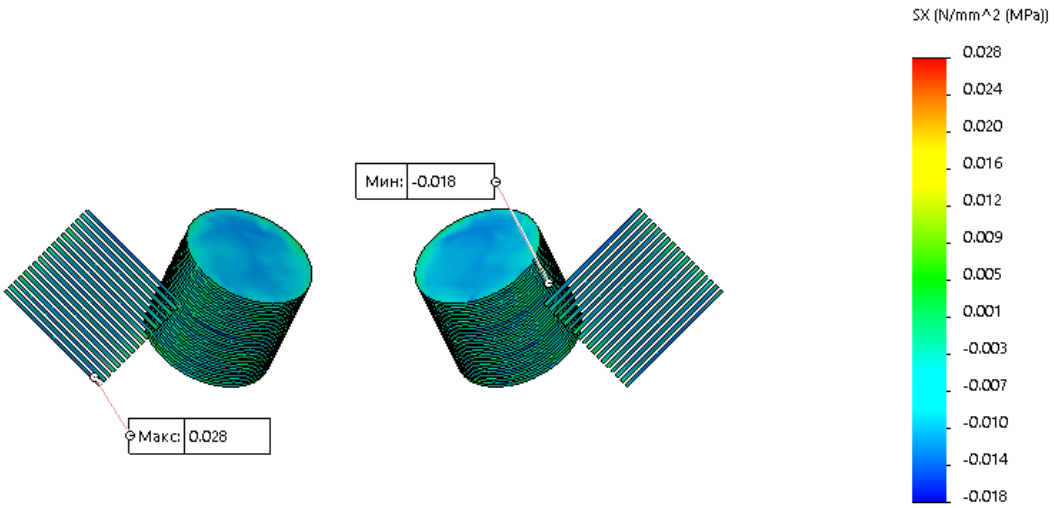


Рисунок 3 – Результат расчета (резиновые пластины)

В результате проведенных расчетов найдены наибольшие действующие напряжения ($\sigma_{vonMises}$), которые испытывают подушки, они составили 0,028 МПа.

С учетом несжимаемости резины, истинное напряжение ($\sigma_{ист}$) при котором происходит мгновенное разрушение рассматриваемого материала определяется по формуле 1.

$$\sigma_{ист} = \sigma_B(1+\delta) \ , \qquad (1)$$

где σ_B – придел прочности при растяжении, δ – относительное удлинение.

Рассчитаем истинное напряжение по формуле 1 (формула 2).

$$\sigma_{ист} = 17\ (1+4{,}5) = 93{,}5\text{МПа} \quad (2)$$

Для того чтобы сделать вывод о работоспособности подвески – сравним полученное при помощи программы SolidWorks значение наибольшего действующего напряжения ($\sigma_{vonMises}$=0,028МПа) в подушках с рассчитанным по формуле 1 значением истинного напряжения ($\sigma_{ист}$ = 93,5МПа).

Так как наибольшее действующее напряжение в резиновых пластинах гораздо меньше расчетное истинного напряжение, можно сделать вывод, что подвеска выдержит нагружении силой 2000кН (соответствующее весу райзера).

Литература

1. Булатов А.И. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для студентов вузов по спец. 170200 «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» / А.И. Булатов, Ю.М. Проселков, С. А. Шаманов - М.: Недра: Недра - Бизнесцентр, 2003. - 1006 с.

2. Галахов И.Н. Плавучие буровые платформы. Конструкция и прочность / И.Н. Галахов, О.Е. Литонов, А. А. Алисейчик. - Л.: Судостроение, 1981.

3. Subsea Riser Systems: Guide for Building and Classing - American Bureau of Shipping - 2004.

Д.Л. Головашкин[1], Л.В. Яблокова[2]

ВОЛНОВОЙ АЛГОРИТМ МЕТОДА ГАУССА-ЗЕЙДЕЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕЯВНЫХ СЕТОЧНЫХ УРАВНЕНИЙ. ОДНОМЕРНЫЙ СЛУЧАЙ

([1] Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН,
[2] Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Введение

Метод Гаусса-Зейделя и его модификации (метод последовательной верхней релаксации SOR, симметричной последовательной верхней релаксации SSOR) издавна привлекают внимание разработчиков векторных и параллельных алгоритмов [1] в силу широкой популярности метода в вычислительной практике. Относительно недавно проявился интерес к синтезу блочных (в смысле “tiling” [2], а не работы с блочными матрицами) вариантов метода Гаусса-Зейделя [3], характеризующихся дополнительным ускорением вычислений

за счет оптимизации коммуникаций между разными областями иерархической памяти ЭВМ.

Известные авторам настоящей публикации исследования касались применения обсуждаемого метода для решения неявных сеточных уравнений многомерных разностных схем без расщепления по пространственным координатам. При том, что прием расщепления давно и положительно зарекомендовал себя [4], позволяя понижать размерность задачи, а, следовательно, и ее вычислительную сложность. Выявлению особенностей построения векторных алгоритмов Гаусса-Зейделя в одномерном случае, связанном с оговоренным расщеплением, и посвящена предлагаемая работа.

1. Волновой алгоритм метода Гаусса-Зейделя

Для простоты рассмотрим одномерное однородное уравнение Лапласа $d^2U/dx^2=0$, где функция U определена на отрезке $0\le x\le 1$, с краевыми условиями $U(0)=1$, $U(1)=0$. Очевидная замена производной конечной разностью приводит к системе сеточных уравнений $U_{i-1}-2U_i+U_{i+1}=0$ при $2\le i\le N-1$, где N – количество узлов сеточной области. Дискретизация краевых условий примет вид: $U_1=1$ и $U_N=0$.

От прямых методов решения, как от не допускающих векторизацию вычислений [1], откажемся сразу. Алгоритм наиболее простого итерационного метода – Якоби, при фиксированном количестве итераций Q, представленный на языке фортран, допускающим векторную нотацию, будет иметь вид:

```
do t=1,Q  ! цикл по итерациям
   U(2:N-1)=(U(1:N-2)+U(3:N))/2.0; ! явное итерационное выражение
end do
```

Применяя идею красно-черного упорядочивания [1] к одномерному случаю несложно составить соответствующий векторный вариант метода Гаусса-Зейделя:

```
do t=1,Q  ! цикл по итерациям
   U(3:N-1:2)=(U(2:N-2:2)+U(4:N:2))/2.0;  ! явное итерационное выражение
   U(2:N-1:2)=(U(1:N-2:2)+U(3:N:2))/2.0;  ! неявное итерационное выражение
end do
```

Однако точность решения по последнему алгоритму будет отличаться от результатов применения классического метода Гаусса-Зейделя в его не векторизированном (скалярном) варианте:

```
do t=1,Q  ! цикл по итерациям
   do i=2,N-1  ! цикл по значениям сеточной функции
      U(i)=(U(i-1)+U(i+1))/2.0;  ! явно/неявное итерационное выражение
   end do
end do
```

Действительно, красно-черное упорядочивание фактически является гибридом между классическими методами Якоби и Гаусса-Зейделя, сочетая в себе особенности обоих.

Задавшись целью составить векторный вариант последнего алгоритма организуем вычисления значений сеточной функции на разных итерациях в рам-

ках одной векторной операции. На рисунке демонстрируется возможность одновременного, а значит и векторного, вычисления четырех таких значений (обозначены окружностями), когда все значения ниже и левее указанных на соответствующих итерациях уже найдены, а выше и правее – еще нет.

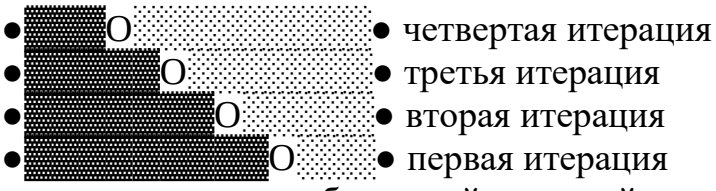


Рис. 1. Разделение итерационных приближений значений сеточной функции (разные итерации соответствуют разным строкам) на вычисленные (плотная штриховка), вычисляемые (окружности) и пока не найденные (редкая штриховка). Первый и последний элементы массива, хранящие краевые значения обозначены кружками.

Так, продолжая пример из рисунка, до производства векторной операции содержание одномерного массива, хранящего дискретный аналог U, можно описать как 4 4 4 3 3 2 2 1 1 0 0 0 0, где число указывает на количество произведенных над элементом массива итераций (крайние ячейки массива не фигурируют). После операции U(kl:kr:2)=(U(kl-1:kr-1:2)+U(kl+1:kr+1:2))/2.0, где kl=5 – индекс значения сеточной функции в начале вектора, kr=11 – в конце, содержание изменится на 4 4 4 4 3 3 2 2 1 1 0 0 0.

Вычислительный процесс в случае произвольной длины вектора Q_1 (с ограничением Q/Q_1 - целое) логично организовать в виде “волны” [5], движущейся слева направо. Тогда общую схему искомого векторного алгоритма можно записать как:

```
do t=1,Q,Q1 ! проход по блочным слоям, Q1-высота волны
  {запуск волны (еще не достигшей своей высоты) с левого края}
  kr= Q1*2; km=N- Q1*2+1; ! правый край волны и предел ее распространения
  do kl=2,km ! проход волны по сеточной области
    U(kl:kr:2)=(U(kl-1:kr-1:2)+U(kl+1:kr+1:2))/2.0; ! итерационное выражение
    kr=kr+1; ! смещение волны слева направо
  end do
  {затухание волны на правом крае}
end do
```

В фигурных скобках приведены этапы запуска и затухания волны, где вычисления производятся без векторизации.

2. Экспериментальное исследование волнового алгоритма

Эксперименты по определению длительности расчетов проводились на ЭВМ, оснащенной процессором Intel Core: i7-3770 3,4 ГГц, материнской платой Asus P8Z77 WS с частотой системной шины DMI 5000 МГц и оперативной памятью DIMM DDR3-1333 МГц. Работающей под управлением операционной

системы Ubuntu 16.04.1. Для компиляции кода использовался gfortran 5.3 с ключом –O3.

Параметры алгоритмов N=25e7, Q=500 и Q_1=Q выбирались из необходимости получить достаточную длительность вычислений, на которую не оказывают значимого влияния случайные системные события. Результаты первой серии экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 Сравнение различных итерационных алгоритмов

алгоритм	Якоби (векторный)	Гаусса-Зейделя (скалярный)	Гаусса-Зейделя (красно-черное упорядочивание)	Гаусса-Зейделя (волновой)
длительность расчетов (сек.)	318,84	257,73	217,97	72,68

Предваряя анализ результатов укажем на одинаковое количество арифметических операций во всех сравниваемых алгоритмах.

Несмотря на векторизацию вычислений, расчеты по методу Якоби производились дольше, чем по не векторизованному Гауссу-Зейделю. По-видимому, это связано со спецификой компиляции кода векторного алгоритма Якоби, при которой не допускается преждевременной записи вычисленного на текущей итерации значения сеточной функции поверх значения на предыдущей итерации. Для соблюдения этого условия выделяется дополнительная память под хранение новых значений сеточных функций. Действительно, общий объем памяти при реализации метода Якоби составляет 3,73 Гб, что вдвое превышает данную величину для остальных алгоритмов, не характеризующихся указанной особенностью.

Сравнение алгоритмов метода Гаусса-Зейделя, классического скалярного и с красно-черным упорядочиванием, свидетельствует о незначительном (в 15%) ускорении вычислений при переходе к векторным операциям, что признаться несколько удивляет – от векторизации ожидался более выраженный эффект. За то новый волновой алгоритм того же метода демонстрирует ускорение в 4,39, 3,55 и 3 раза по сравнению с тремя предыдущими реализациями (таблица 1) и это очевидно связано не только с векторизацией вычислений.

Действительно, сокращая N до величины, при которой массив значений сеточной функции целиком умещается в уровень L3 кэш-памяти процессора, авторы наблюдали совпадение длительности вычислений по всем векторным алгоритмам и двукратный рост времени расчетов по сравнению с ними для скалярного. Последнее отличие объясняется емкостью одного векторного регистра – два числа двойной точности. Следовательно, результаты предыдущего эксперимента связаны со свойством блочности волнового алгоритма.

Убедимся в этом, уменьшая высоту волны Q_1 (блочный параметр) в заключительной серии экспериментов при N=25e7 и Q=500.

Таблица 2 Зависимость длительности вычислений T (сек.) от высоты волны

Q_1	250	100	50	10	5	4	2
T	77,84	83,90	96,13	99,50	99,16	120,66	225,73

В самом деле, при Q_1=500 размер блока (проекция волны на одномерный массив) не превышал объема кэш-памяти процессора, следовательно, при уменьшении значения блочного параметра эффективность волнового алгоритма должна драматически падать в силу многократного роста количества коммуникаций между оперативной памятью и кэш-памятью процессора, что и наблюдается в таблице 2.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-07-00423 А.

Заключение

Представленный волновой алгоритм метода Гаусса-Зейделя позволят организовывать векторные и блочные вычисления по классическому варианту указанного метода, характеризующиеся ускорением по сравнению с известными ранее реализациями.

Литература

1. Ортега, Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем/ Дж. Ортега. – пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 368 с.

2. Wolfe, M. More iteration space tiling / M. Wolfe // Proceedings of the ACM/IEEE Conference on Supercomputing (Supercomputing '89). – 1989. – P. 655-664.

3. M. Strout, L. Carter, J. Ferrante, J. Freeman, and B. Kreaseck Combining Performance Aspects of Irregular Gauss-Seidel via Sparse Tiling // In Proceedings of the 15th Workshop on Languages and Compilers for Parallel Computing (LCPC), July 2002.

4. Самарский, А.А. Теория разностных схем / А.А. Самарский. – М.: Наука, 1977. – 656 с.

5. Wolfe M. Loops skewing: The wavefront method revisited. International Journal of Parallel Programming 1986; 15(4): 279-293.

О.В. Гусев, В.В. Мокшин

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АЭРОПОРТА ЗА СЧЁТ РЕСУРСОВ АЭРОПОРТА В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А. Н. Туполева - КАИ)

Введение

Система – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство.

Каждый день возникают новые информационные системы, которые необходимы для более удобного управления. Перед тем как реализовать систему её

необходимо промоделировать, этим и обуславливается интерес к имитационному моделированию[3-8]. Невозможно создать универсальный алгоритм построения информационной системы, так как с каждым годом информационные системы усложняются из-за различных факторов и каждая система уникальна.

Использование имитационной модели позволяет получить представление о системе, проработать риски и посмотреть, как отреагирует система на возникновение непредвиденных событий. Так же использование модели позволяет значительно снизить затраты на проверку гипотез.

В представленной работе рассматривается оптимизация работы аэропорта за счёт ресурсов аэропорта средствами имитационного моделирования Anylogic.

Описание системы работы аэропорта

Рассматриваемый аэропорт состоит из нескольких зон: главные зоны и зоны сервисов. Главные зоны: зона контроля на входе в аэропорт, зона регистрации пассажиров на рейс, зона сдачи багажа и зона паспортного контроля. Зоны сервисов включают в себя уборную комнату, со всеми необходимыми для человека удобствами, различные места, в которых люди могут провести время, и зона ожидания.

Пассажиры прибывают тремя различными способами: на автобусе, на такси и на машинах. Схема структуры аэропорта представлена рисунке 1.

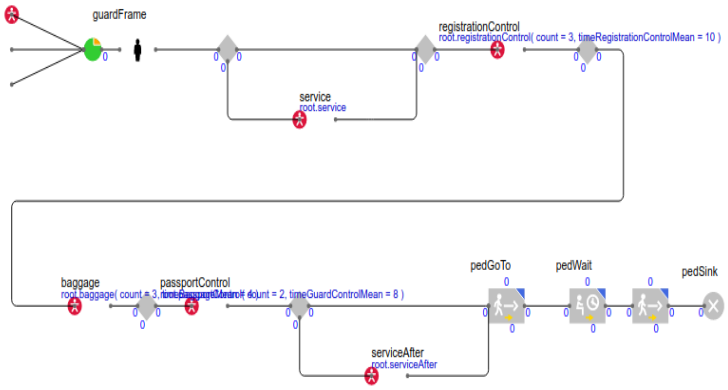


Рисунок 1 – Схема структуры аэропорта

Моделирование

Для имитационного моделирования была выбрана система Anylogic, так как она обладает большим списком возможностей по настройке параметров моделирования, что позволяет очень точно воссоздать работу аэропорта. Схема модели аэропорта в системе Anylogic представлена на рисунке 2.

Цель планирования – получить результаты с заданной достоверностью при наименьших затратах. Различают стратегическое и тактическое планирование.

Для стратегического планирования будем использовать концепцию «черного ящика», суть которого – абстрагирование от физической сущности процессов, происходящих в моделируемой системе и выдаче заключений о ее функционировании только на основании входных и выходных переменных. Входные, независимые переменные называются факторами. Выходные – от-

кликами, их величина зависит от значений факторов.

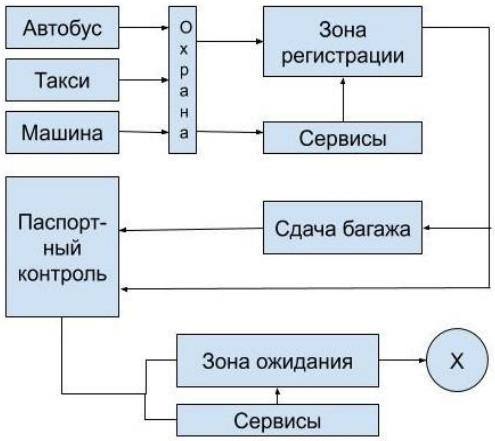


Рисунок 2 – Схема модели аэропорта в системе Anylogic

Планирование экспериментов

Факторы в нашем случае – это показатели (параметры), которые мы будем оптимизировать; отклики – это результативные показатели эффективности функционирования моделируемой системы.

В представленной выше модели факторы:

- количество стоек охраны на входе в аэропорт
- количество стоек регистрации
- количество стоек сдачи багажа
- количество стоек в зоне паспортного контроля

а откликом является суммарное время прохождения пассажиром главных зон аэропорта.

Проведение экспериментов

Факторы, представленные выше, будут изменяться в соответствии с доступными ресурсами аэропорта, а именно:

- стойки охраны от 3 до 6
- стойки регистрации от 1 до 4
- стойки сдачи багажа от 1 до 4
- стойки зоны паспортного контроля от 2 до 6

Для полного анализа результатов было решено сохранять значение откликов каждого пассажира и значения факторов, влияющих на них, на каждом проведении нового эксперимента с измененными факторами.

В результате было получено 320 файлов содержащих всю необходимую информацию о каждом проведенном эксперименте.

Анализ результатов экспериментов

Для расчёта параметров для анализа было принято решение написать реализацию алгоритмов на языке python версии 3.5, так как в этом языке программирования реализована удобная работа с файлами.

Были вычислены параметры:

- среднее значение
- медиана

- разница между медианой и средним значением
- стандартная ошибка среднего
- минимум – минимальное значение
- максимум – максимальное значение
- дисперсия выборки
- стандартное отклонение
- ассиметричность
- стандартная ошибка асимметричности
- эксцесс
- стандартная ошибка эксцесса

Решено было использовать регрессионный анализ, так как он дает более понятное представление о полученных результатах.

Пусть X - матрица факторов. К матрице X, с переменными X_j , следует добавить единичный столбец:

Далее необходимо найти транспонированную матрицу X и умножить её на матрицу X и найти обратную матрицу. В результате необходимо получить вектор оценок коэффициентов регрессии.

$$Y(X) = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

Уравнение регрессии (оценка уравнения регрессии):

$$Y = 29.8749 + 0.2202X1 - 1.003X2 - 0.08814X3 - 0.07172X4,$$

где

x1 - количество стоек охраны на входе

x2 - количество стоек регистрации

x3 - количество стоек для сдачи багажа

x4 - количество стоек паспортного контроля

По полученному регрессионным уравнению. выполняем оптимизацию.

$$Y = 29.8749 + 0.2202X_1 - 1.003X_2 - 0.08814X_3 - 0.07172X_4 \rightarrow \min;$$

Выберем следующие ограничения:

$$3 \leq x1 \leq 6$$
$$1 \leq x2 \leq 4$$
$$1 \leq x3 \leq 4$$
$$2 \leq x4 \leq 6$$

При этом получаем y = 25.79.

Выводы

В данной работе была смоделирована и оптимизирована модель аэропорта за счёт ресурсов организации, были собраны основные статистические данные. Была произведена минимизация по исследованным регрессионными уравнениям.

Литература

1. В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета. — 2017. — №17. — 99-103.

2. В.В. Мокшин, И.Р. Сайфудинов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета. — 2016. — №5. — 130-137.

3. В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, И.М. Якимов, И.Р. Сайфудинов, Вестник Технологического университета. — 2016. — №18. — 148-155.

4. В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Казанского технологического университета. — 2013. — №18. — 297-303.

5. В.В. Мокшин, И.Р. Сайфудинов, А.П. Кирпичников, Вестник Технологического университета. — 2017. — №9. — 112-116.

6. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, М.Т. Махмутов, М.Л. Пейсахова, А.Х. Валиева, Б.А. Низамиев, Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — №10. — 249-256.

7. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Г.В. Костюхина, Т.А. Шигаева, Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — №6. — 287-292.

8. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — №4. — 298-303.

9. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, С.В. Матвеева, В.В. Мокшин, К.А. Фролова, Вестник Казанского технологического университета, 2014, №15, 338-343.

10. И.Р. Сайфудинов, В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Вестник Технологического университета. — 2017. — №9. — 120-123.

11. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А. Вестник Технологического университета. — 2015. — №5. — 84-188.

Ч. Дон[1], Ч. Ван[2], Ю.М. Заболотнов[1]

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ КОЛЕБАНИЙ НИЗКООРБИТАЛЬНОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ ВБЛИЗИ ВЕРТИКАЛИ

([1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
[2]Северо-западный политехнический университет, г.Сиань, КНР)

Рассматривается номинальная программа формирования низкоорбитальной тросовой системы (НТС) и анализ устойчивости конечного положения равновесия НТС вблизи вертикали при окончании ее развертывания. В отличие от известных программ развертывания НТС номинальная программа в данной работе учитывает аэродинамические силы, действующие на все части системы: на базовый космический аппарат (БКА), малый космический аппарат (МКА) и трос. Поэтому номинальная программа в данной работе предназначена для развертывания НТС на высотах 270 км и ниже, когда влиянием аэродинамических сил на движение системы пренебречь нельзя.

Для построения номинальной программы развертывания НТС в положение, близкое к вертикальному, разработана модель движения системы в подвижной орбитальной системе координат с учетом массы троса и действующих на него аэродинамических сил [1]

$$\ddot{L} = \frac{\nu_e}{M_e} L[(\dot{\theta} + \dot{u})^2 - \dot{u}^2(1 - 3\cos^2\theta)] + \frac{Q_L - T_p}{M_e}, \quad (1)$$

$$\ddot{\theta} = -2\frac{\nu_e}{J_e} L\dot{L}(\dot{\theta} + \dot{u}) - \frac{3}{2}\dot{u}^2 \sin 2\theta + \frac{Q_\theta}{J_e}, \quad (2)$$

где T_p – номинальная (программная) сила натяжения троса, $\nu_e = (m_1^o - L\rho_t)(m_2 + L\rho_t / 2) / M$, $M_e = (m_1^o - L\rho_t)(m_2 + L\rho_t) / M$ – приведенная масса, $J_e = L^2(12m_1^o m_2 - 8L\rho_t m_2 + 4L\rho_t m_1^o - 3L^2{\rho_t}^2) / 12M$, Q_L и Q_θ – обобщенные аэродинамические силы. 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, $\delta\theta$, L – длина троса, θ – угол отклонения троса от вертикали, m_1^o и m_2 – начальная масса БКА и масса МКА, ρ_t – линейная плотность троса. Аэродинамические силы, действующие на трос, определяются интегрированием по длине троса в предположении, что трос представляет собой прямую линию.

Номинальная программа развертывания НТС в положение, близкое к вертикальному, строится исходя из обеспечения конечных условий движения системы при выпуске троса на заданную длину $L = L_{\text{end}}$. Система (1–2) будет иметь положение равновесия $\theta = \theta_1$ ($\dot{\theta} = \ddot{\theta} = \dot{L} = 0$, $L = L_{\text{end}}$), близкое к вертикальному, если силу натяжения определить из выражения [2]

$$T_p = \nu_e \Omega^2 \cos^2\theta_1 [a(L - L_{\text{end}}) + \frac{b\dot{L}}{\Omega} + 3L_{\text{end}}] + Q_L, \quad (3)$$

где a, b – параметры закона, $\Omega = \dot{u}$, θ_1 – угол отклонения троса от вертикали, определенный из уравнения (2) при $\dot{\theta} = \ddot{\theta} = \dot{L} = 0$, $L = L_{\text{end}}$.

Исследование устойчивости конечного положения равновесия при использовании программы (3) проводится стандартным способом посредством построения линеаризованной системы. Для получения линеаризованной системы нелинейные уравнения (1–2) приводятся к четырем уравнениям первого порядка

$$\dot{L} = V_L, \quad (4)$$

$$\dot{V}_L = \frac{\nu_e}{M_e} L[(\dot{\theta} + \dot{u})^2 - \dot{u}^2(1 - 3\cos^2\theta)] + \frac{Q_L - T_p}{M_e}, \quad (5)$$

$$\dot{\theta} = \omega_\theta, \quad (6)$$

$$\dot{\omega}_\theta = -2\frac{\nu_e}{J_e} L\dot{L}(\dot{\theta} + \dot{u}) - \frac{3}{2}\dot{u}^2 \sin 2\theta + \frac{Q_\theta}{J_e}, \quad (7)$$

где V_L – скорость выпуска троса, ω_θ – угловая скорость троса.

С учетом (4–7) линеаризованную систему относительно конечного положения равновесия можно записать в виде

$$\frac{d\mathbf{y}}{dt} = \mathbf{A}\mathbf{y}, \tag{8}$$

где $\mathbf{y} = \left(\Delta L, V_L, \Delta\theta, \omega_\theta\right)$ – вектор отклонений переменных от положения равновесия,

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{\partial \dot{V}_L}{\partial L} & 0 & \frac{\partial \dot{V}_L}{\partial \theta} & \frac{\partial \dot{V}_L}{\partial \omega_\theta} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{\partial \dot{\omega}_\theta}{\partial L} & \frac{\partial \dot{\omega}_\theta}{\partial V_L} & \frac{\partial \dot{\omega}_\theta}{\partial \theta} & \frac{\partial \dot{\omega}_\theta}{\partial \omega_\theta} \end{pmatrix}. \tag{9}$$

Так как частные производные, входящие в матрицу $\mathbf{A}$, являются очень громоздкими, то они в явном виде не определялись. Поэтому для их вычисления использовались символьные преобразования (математический пакет MATHCAD).

Собственные значения матрицы $\mathbf{A}$ определяются из условия

$$\left|\mathbf{A} - \lambda\mathbf{E}\right| = 0, \tag{10}$$

где $\mathbf{E}$ – единичная матрица.

Параметрический анализ линеаризованной системы с точки зрения устойчивости конечного положения равновесия показывает, что конечное положение НТС при $L = L_{\text{end}}$ в близи вертикали будет асимптотически устойчиво, если параметры a, b будут удовлетворять условиям $a > a_{1*}$, $b > b_{1*}$, где a_{1*}, b_{1*} – некоторые предельные значения параметров, зависящие от характеристик НТС. В этом случае $\mathrm{Re}\left(\lambda_i\right) < 0$, $\left(i = 1, 2, 3, 4\right)$. Так, например, для исходных данных, приведенных в таблице 1, предельные значения $a_{1*} = 3$, $b_{1*} = 0.2$.

Так как параметры номинальной программы a, b могут изменяться в некотором диапазоне и это не изменяет свойства асимптотической устойчивости положения равновесия, то проведем параметрический анализ программы (3) при изменения параметров a, b с точки зрения их влияния на изменение основных характеристик процесса развертывания системы (на время развертывания, на максимальную скорость выпуска троса и т.д.), на выполнение ограничений на скорость выпуска троса $0 < \dot{L} \le \dot{L}_{\max}$, на силу натяжения $T_{\min} \le T_p \le T_{\max}$.

Ограничение на скорость выпуска троса связано с предположением, что используются механизмы выпуска троса, которые работают только на торможениеи не могут втягивать трос обратно [3]. Ограничение на силу натяжения троса связано с возможностью контроля за натяжением системой регулирования, а также с требованием, чтобы в процессе развертывания исключить случаи ослабления (провисания) троса. Поэтому параметр $T_{\min}$ определяется возможностями механизма управления, а также тем, что в процессе регулирования си-

ла натяжения может отличаться от номинальной из-за наличия переходных процессов в системе управления. Далее исходя из возможностей существующих механизмов выпуска троса [3] полагается, что $T_{\min} = 0.02$н. Существуют критические значения параметров a_{2*}, b_{2*} такие, что когда $a_{2*} > a > a_{1*}$ (при $b > b_{1*}$) или $b > b_{2*} > b_{1*}$ (при $a > a_{1*}$), ограничение на скорость выпуска троса $\dot{L} > 0$, на силу натяжения $T_{\min} \le T_p \le T_{\max}$, выполняется и конечное положение НТС при $L = L_{\text{end}}$ в близи вертикали будет асимптотически устойчиво, где a_{2*}, b_{2*} – некоторые предельные значения параметров, зависящие от характеристик НТС. В примере для исходных данных, приведенных в таблице 1, предельные значения $a_{2*} = 5$ (при $b = 5$), $b_{2*} = 3$ (при $a = 4$).

Таблица 1 – Характеристики НТС

Высота начальной круговой орбиты центра масс системы, H_c	270 км
Конечная длина троса, L_{end}	30 км
Линейная плотность материала троса, ρ_t	0.2 кг/км
Диаметр троса, D_t	0.6 мм
Коэффициенты сил аэродинамического сопротивления БКА, МКА, c_k $(k = 1, 2)$	2.4
Коэффициенты сил аэродинамического сопротивления участков троса, c_t	2.2
Начальная масса БКА, m_1^o	2500 кг
Характерная площадь БКА, S_1	3.14 м^2
Баллистический коэффициент БКА, σ_1	$3 \cdot 10^{-3}$ м^2/кг
Масса МКА, m_2	20 кг
Характерная площадь МКА, S_2	0.79 м^2
Баллистический коэффициент МКА, σ_2	$9.4 \cdot 10^{-2}$ м^2/кг

Анализ результатов номинальных траекторий МКА относительно БКА и скоростей выпуска троса показывает, что увеличение параметра a ведет к тому, что максимальная величина скорости развертывания увеличивается, а время развертывания уменьшается. Траектория МКА относительно БКА при приближении к положению равновесия становится менее гладкой (имеют место колебания по углу θ). С увеличением параметра b увеличивается время развертывания, а максимальная величина скорости развертывания уменьшается. При увеличении параметра b возрастают амплитуды колебаний по углу θ, то есть траектория МКА относительно вертикали становится более сложной. При увеличении параметра a (при $b > b_{1*}$, $b_{1*} = 0.2$) существует критическое значение

параметра a_{3*}, когда все собственные числа линеаризованной системы становятся комплексными с отрицательными вещественными частями. При увеличении параметра b (при $a > a_{1*}$, $a_{1*} = 3$) существует критическое значение этого параметра b_{3*}, когда два собственных числа становятся вещественными и отрицательными.

Параметрический анализ линеаризованной системы с точки зрения устойчивости конечного положения равновесия показывает, что изменение конечной длины троса приводит к тем же выводам с точки зрения изменения параметров a и b.

Литература

1. Dong, Z. Motion modeling and deployment control of a long tethered spacecraft system with an atmospheric sounder / Z. Dong, Y.M. Zabolotnov, C. Wang // Engineering Letters. – 2018. – Vol. 26. – No. 4. – PP. 478-488.

2. Дон, Ч. Анализ динамики развёртываемой космической тросовой системы с атмосферным зондом // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18, № 4 (4). С. 726-732.

3. Kruijff, M. Tethers in Space. – Netherlands: Delta-Utec Space Research, 2011. 432 p.

А.В. Елизарова

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОСВЯЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С НЕЛИНЕЙНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ И ЗАПЗАДЫВАНИЕМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Известно большое количество работ, посвященных исследованию систем автоматического управления (САУ) с запаздыванием по управлению с одним входом и одним выходом. Многомерным (многосвязным) системам управления с запаздываниями посвящено небольшое количество научных работ.

Как правило, влияние запаздываний на процессы управления негативно. Поэтому методы исследования систем управления для объектов, не учитывающие фактор запаздывания, оказываются малоэффективными. Проблема конструирования подобных систем управления еще более усложняется в случае, если объект управления является многосвязным и нелинейным.

В работе предлагается исследование многосвязной нелинейной системы автоматического управления объектом с запаздываниями (по управлению и выходу) частотными методами, на основе метода гармонической линеаризации и системного описания характеристик МСАУ [3].

Будем считать, что данный класс многосвязных систем состоит из множества идентичных сепаратных и взаимные связи между подсистемами однократные (рис.1).

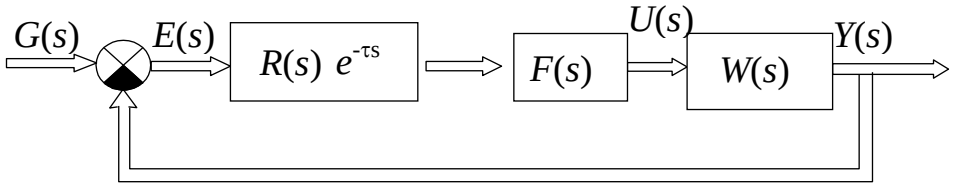


Рисунок 1 – Структура нелинейной однотипной МСАУ с запаздыванием

Для систем с нелинейностями в прямых каналах сепаратных подсистем) в качестве локальной характеристики гармонически линеаризованной *i*-ой подсистемы можно рассмотреть ее передаточную функцию Φ*i*(s,a) в режиме управления:

$$\Phi_i(s,a)=\frac{W_{\text{нi}}[q_i(a),q_i^{/}(a)]W_{ii}(s)\mathrm{e}^{-\tau s}}{1+W_{\text{нi}}[q_i(a),q_i^{/}(a)]W_{ii}(s)\mathrm{e}^{-\tau s}}, \qquad (1)$$

где $W_{\text{нi}}[q_i(a),q_i^{/}(a)]$ - передаточная функция гармонически линеаризованного нелинейного элемента *i*-ой сепаратной подсистемы; $q(a), q^{/}(a)$ - коэффициенты гармонической линеаризации; $W_{ii}(s)\,\mathrm{e}^{-\tau s}$ - передаточные функции линейного многомерного объекта с запаздыванием τ по *i*-му каналу и регулятора *i*-ой сепаратной подсистемы.

Для класса нелинейных однотипных МСАУ справедлива гипотеза идентичности динамических характеристик гармонически линеаризованных подсистем, содержащих в своем составе идентичные нелинейные элементы:

$$\Phi_1[q_1(a),q_1^{/}(a),s]=\Phi_2[q_2(a),q_2^{/}(a),s]=\ldots=\Phi[q(a),q^{/}(a),s].$$

Характеристическое уравнение гармонически линеаризованной однотипной МСАУ можно записать в следующей форме [2]:

$$1+h_2\Phi^2[q(a),q^{/}(a),s]+h_3\Phi^3[q(a),q^{/}(a),s]+\ldots+h_n\Phi^n[q(a),q^{/}(a),s]=0, \qquad (2)$$

где h_i ($i=\overline{2,n}$) - обобщенные числовые характеристики многомерных элементов связи между сепаратными подсистемами, вычисляемые по формулам, предложенным в [2].

Ведем в рассмотрение алгебраическое уравнение связи относительно некоторой переменной $x=\Phi[q(a),q^{/}(a),s]$, полученное из (2): $1+h_2x^2+h_3x^3+\ldots+h_nx^n=0$ (3)

$\{x_i\}$ - множество корней уравнения (3), где $i=1,2\ldots n$

По частотному критерию: условием наличия в данной системе периодических движений (ПД) является прохождение локальной амплитудно-фазовой частотной характеристики (АФХ) Φ(a,jω) гармонически линеаризованной подсистемы через один из корней множества $\{x_i\}$, играющих роль критических точек.

При изменении $0<a<\infty$ деформируется форма годографа Φ(a,*j*ω). В общем случае критической точкой будет корень $x^{*}_i=\alpha_i-j\beta_i$, через которую проходит АФХ Φ(a,*j*ω). Тогда справедливо равенство

$$\Phi(a,j\omega)=\frac{W_{\text{нi}}[q_i(a),q_i^{/}(a)]W_{ii}(s)\mathrm{e}^{-\tau s}}{1+W_{\text{нi}}[q_i(a),q_i^{/}(a)]W_{ii}(s)\mathrm{e}^{-\tau s}}=x^*_i, \quad (4)$$

Наличие ПД в нелинейной МСАУ с запаздыванием в перекрестных связях выполнение условия:

$$\Phi_i(s,a)=\frac{W_{\text{нi}}(a)W_{ii}(s)}{1+W_{\text{нi}}(a)W_{ii}(s)}=x_i^*(s,\tau) \quad (5)$$

Таким образом, на основе равенства (4) и (5) можно, используя частотные методы, определить параметры амплитуды a_i^* и частоты ω_i^* ПД в нелинейных однотипных МСАУ с запаздыванием и оценить их устойчивость [3].

Определяем параметры, амплитуду a_i^* и частоту ω_i^*, периодических движений. Выделим линейные и нелинейные характеристики разомкнутой подсистемы из уравнения (4):

$$\mathrm{W_н}(a)\mathrm{W}(j\omega)\,\mathrm{e}^{-\tau j\omega}=\frac{\Phi\ (a,j\omega)}{1-\Phi\ (a,j\omega)}, \quad (6)$$

где $\mathrm{W_н(a)}= q(a)+jq^{/}(a)$,

$$W_з(j\omega=)W(j\omega)e^{-\tau j\omega}=(U(\omega)+jV(\omega))(\cos\omega\tau-j\sin\omega\tau)=$$
$$=(U(\omega)\cos\omega\tau-V(\omega)\sin\omega\tau)+j(V(\omega)\cos\omega\tau-U(\omega)\sin\omega\tau)=$$
$$=U_з(\omega)+jV_з(\omega).$$

Подставляем x^*_i вместо $\Phi(a,j\omega)$ в уравнение (6):

$$\mathrm{W_н(a)W_з}(j\omega)=\frac{x_i^*}{1-x_i^*}=c_i+jd_i. \quad (7)$$

Для решения уравнения (7) выделим линейные части системы и воспользуемся двумя скалярными уравнениями:

$$\begin{cases}|W_з(j\omega)|=\dfrac{|c_i+jd_i|}{|W_н(a)|};\\ \arg W_з(j\omega)=\arg(c_i+jd_i)-\arg W_н(a);\end{cases}$$ или можно записать

$$\begin{cases}\sqrt{U_з^{\,2}(\omega)+V_з^{\,2}(\omega)}=\dfrac{\sqrt{c_i^2+d_i^2}}{\sqrt{q^2(a)+\left[q^{/}(a)\right]^2}}\\ \operatorname{arctg}\dfrac{V_л(\omega)}{U_л(\omega)}-\operatorname{arctg}(\omega t)=\operatorname{arctg}\left(\dfrac{d_i}{c_i}\right)-\operatorname{arctg}\left(\dfrac{q^{/}(a)}{q(a)}\right);\end{cases}.$$

Решив систему из двух уравнений, найдем значения a^* и ω^*.

Анализ устойчивости периодических движений в нелинейной МСАУ

Для определения параметров ПД и анализа их устойчивости можно воспользоваться графоаналитическим методом, состоящим из следующих этапов:

1. Найдем корни x_i уравнения связи (3);

2. Из уравнения (7) выделим линейную и нелинейную части системы: Wз(jω)= $Z_н^*$(ja), где $Z_н^*(ja)=\frac{1}{W_н(a)}\frac{x_i^*}{1-x_i^*}=\frac{c_i+jd_i}{W_н(a)}$.

3. Построим на комплексной плоскости $W_з(j\omega)$ и $Z_н^*(ja)$;

4. Определим параметры a_i^* и ω_i^* периодических движений по точке пересечения характеристик $W_з(j\omega)$ и $Z_н^*(ja)$;

5. Оценить устойчивость периодических движений по частотному критерию [2].

Периодические движения в нелинейной однотипной МСАУ будут устойчивыми, если при увеличении (уменьшении) амплитуды a^* на Δa в точке, соответствующей пересечению годографов $W_з(j\omega)$ и $Z_н^*(ja)$, АФХ $W_з(j\omega)$ не охватывает новую точку $a=a^*+\Delta a$, в противном случае ПД будет неустойчивым [3].

Периодические движения в исследуемой системе устойчивые, т.к. при увеличении амплитуды a^* на Δa в точках 1 и 2, соответствующей пересечению годографов $W_з(j\omega)$ и W(jω) с годографом $Z_н^*(ja)$, АФХ $W_з(j\omega)$ и W(jω) не охватывают новую точку $a=a^*+\Delta a$ (рисунок 3).

Результаты подтверждают переходные процессы (рис. 4, 5), полученные путем моделирования исходной системы.

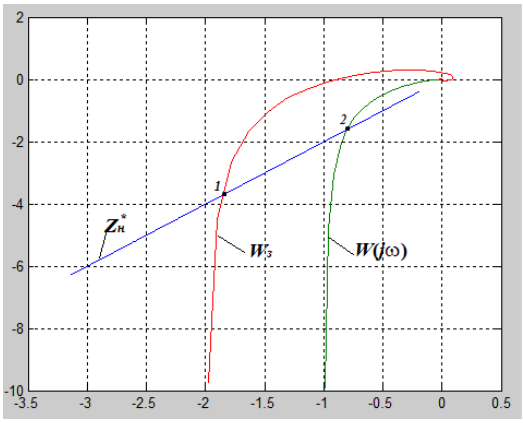
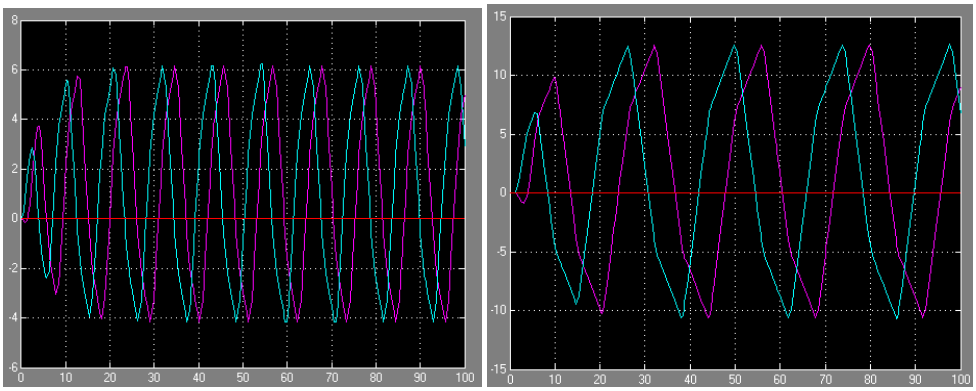


Рисунок 3 – Пересечение годографов $W_з(j\omega)$ и W(jω) с годографом $Z_н^*(ja)$



Рисунки 4, 5 – ПД в системе с запаздыванием (т. 1) с параметрами a=4.9, ω=0.5, без запаздывания (т. 2) с параметрами a=11.8, ω=0.23

Таким образом, в работе предложен подход, сформированный на базе частотных методов и метода гармонической линеаризации, позволяющий оценить параметры и устойчивость периодических движений в однотипной нелинейной МСАУ с нелинейностями и запаздыванием в прямых каналах, также рассчитано критическое запаздывание τ=1,37.

Литература

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. - СПб, Изд-во «Профессия», 2014. - 752 с.

2. Ильясов Б.Г., Саитова Г.А., Системный подход к исследованию многосвязных систем автоматического управления на основе частотных методов. Автоматика и телемеханика. 2013. № 3. с. 173-191.

3. Ильясов Б.Г., Кабальнов Ю.С. Исследование устойчивости однотипных многосвязных систем автоматического управления с гомономными связями между подсистемами //Автоматика и телемеханика. - 1995. - №7.-С.82-90.

Н.В. Ефимушкина

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СУПЕРСКАЛЯРНЫХ ПРОЦЕССОРОВ

(Самарский государственный технический университет)

Аннотация: Описывается подход к разработке имитационных моделей типовых центральных процессоров современных компьютеров. Моделирующая программа позволяет исследовать структуру суперскалярных процессоров и режимы их работы. Для обеспечения наглядности применяются принципы анимации.

Ключевые слова: имитация, суперскалярный процессор, конвейеры, конфликты.

Введение

Центральный процессор является основным и довольно сложным устройством современных компьютеров и систем на их основе. Исследованием этих и других устройств занимается теория вычислительных систем, которая использует аналитические, имитационные и экспериментальные методы [1, 2]. Первые характеризуются высокими погрешностями, а последние – большой сложностью и стоимостью. Наиболее предпочтительными для обучения являются методы имитационного моделирования, которые позволяют исследовать системы и устройства любой сложности с любым уровнем детализации параметров [3].

Формулировка проблемы

При разработке моделей процессоров решался ряд следующих проблем:

1) Определение структуры объекта, которая должна быть отображена в модели;

2) Определение состава характеристик, воспроизводимых моделью;
3) Выбор уровня детализации параметров;
4) Оценка адекватности модели.

При решении первой проблемы было выяснено, что основным принципом, используемым для повышения производительности современных процессоров, является конвейеризация. Поэтому в модели должны быть отображены конвейерные устройства. Известно, что конвейер работает эффективно, если в нем выполняется длинная линейная последовательность команд. В противном случае возникают конфликты. Они могут быть трех типов:

a) По данным, когда результат предыдущей команды является операндом следующей;

b) Структурные, которые возникают вследствие занятости некоторых устройств, например, при кэш-промахах;

c) По управлению, связанные с необходимостью изменения порядка выполнения команд.

Конфликты могут устраняться динамически, во время выполнения программы, или статически, компилятором. Первый способ используется в суперскалярных процессорах, которые получили преимущественное распространение.

Отмеченные особенности работы суперскалярных процессоров привели к необходимости отображения в модели соответствующих элементов. Так, в ней представлены блок предсказания переходов, станция резервуар и буфер восстановления последовательности команд.

Что касается проблемы выбора состава характеристик объектов, то основными показателями работы вычислительных систем и их устройств являются временные: времена занятости и простоя устройств. Именно их и позволяют определить модели.

При решении проблемы выбора уровня детализации параметров модели решено представить структуру процессоров на уровне устройств, а моделируемую программу – с точностью до команд, среди которых должны быть операции, вызывающие конфликты.

Оценка адекватности выполнялась по результатам измерения основных характеристик типовых процессоров с помощью измерительных программных мониторов.

Описание модели для исследования суперскалярных процессоров

Предлагаемая модель предназначена для проведения лабораторных работ по дисциплине «Аппаратные средства вычислительной техники» для студентов направления 09.03.00 Информатика и вычислительная техника. Они могут быть полезны и при исследовании реальных процессоров с подобной структурой.

Исходными данными для моделирования являются:

- общее количество команд;
- доля целочисленных команд в моделируемой последовательности;
- доля команд с плавающей точкой в общей смеси;

– доля команд работы с памятью в моделируемой программе;
– доля команд условных переходов в общей смеси;
– число команд в теле условной структуры;
– размер станции резервуара;
– размер буфера восстановления последовательности;
– вероятность правильного предсказания перехода.

Результаты моделирования представляются в виде:
– количества выполненных команд;
– среднего времени выполнения команды;
– количества неправильно предсказанных переходов.

Моделирующая программа разработана на языке C++. Экранная форма процесса моделирования приведена на рис. 1.

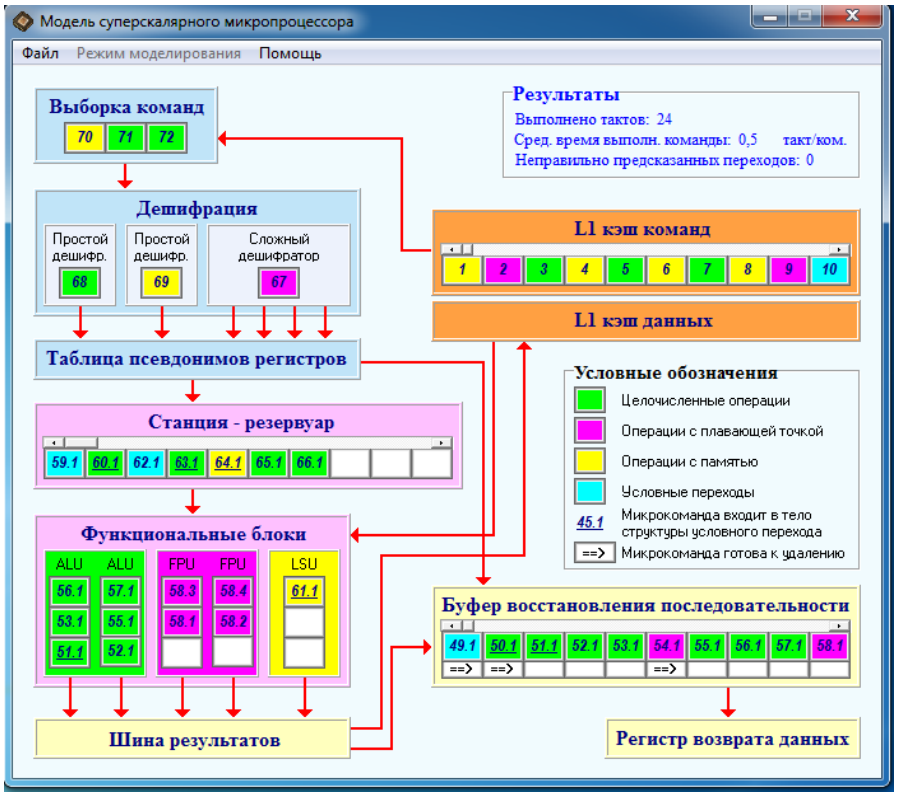


Рис. 1. Экранная форма процесса моделирования суперскалярного процессора

С помощью модели были проведены исследования работы процессора при разных смесях команд в моделируемой программе. Результаты исследования приведены на рис. 2 – 3. Так на рис. 2 представлена зависимость среднего времени выполнения операций от доли команд с плавающей точкой в смеси, а на рис. 3 – от вероятности выполнения команды условного перехода.

Измерения характеристик реального процессора с аналогичной структурой, выполненные с помощью монитора Sysinfo, показали, что погрешности

моделирования не превышают 15 – 18 %, что вполне приемлемо для целей обучения.

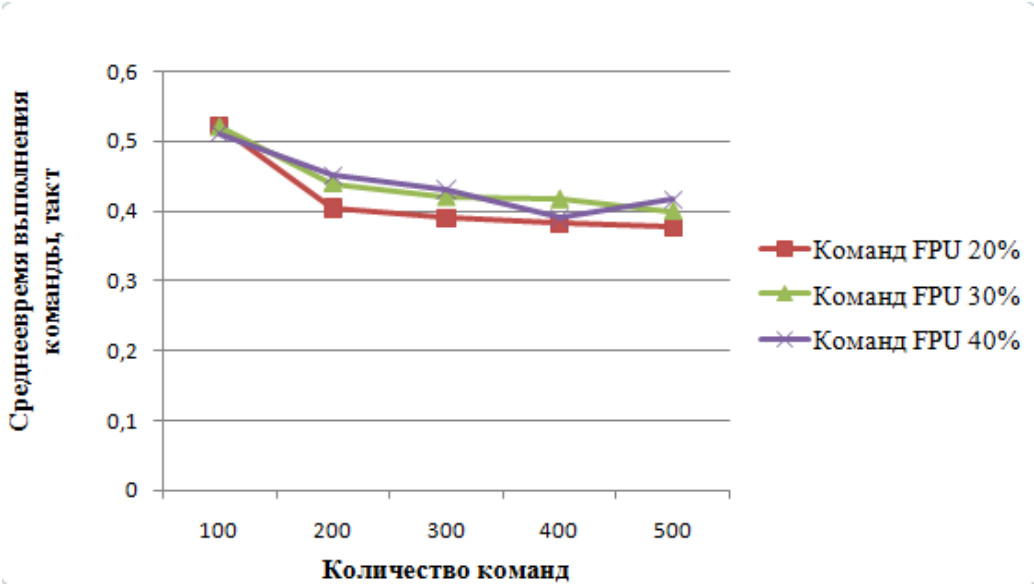


Рис. 2. Зависимость среднего времени выполнения команды от доли команд с плавающей точкой в смеси

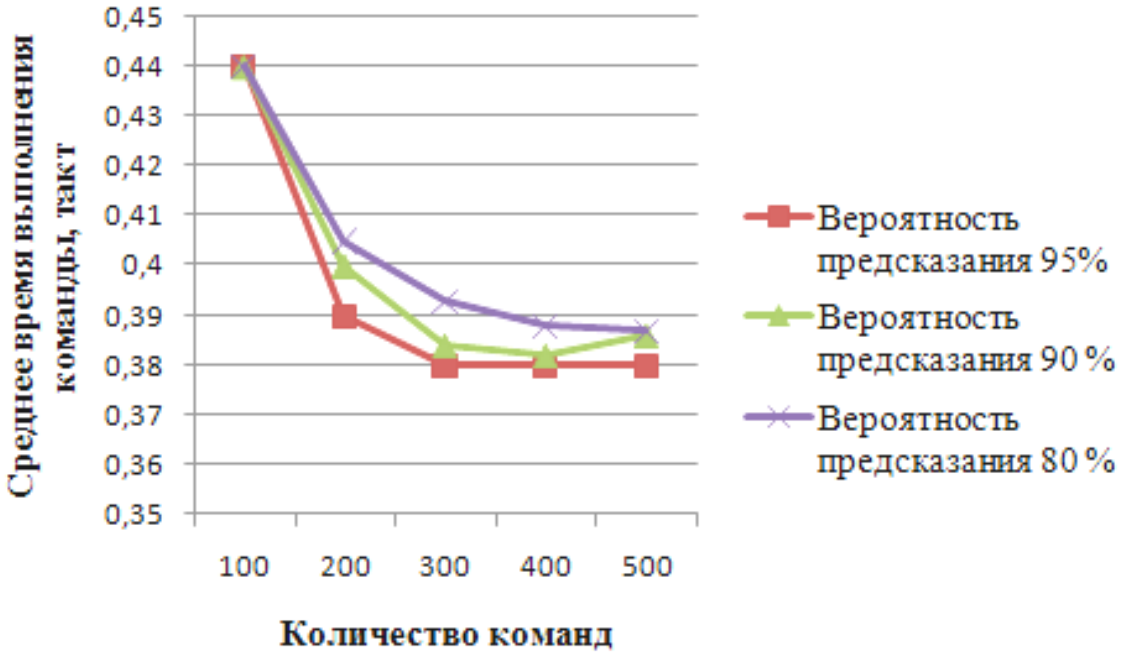


Рис. 3. Зависимость среднего времени выполнения команды от вероятности правильного предсказания перехода

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что предлагаемая модель адекватна и может быть использована в учебном процессе. Моделирующая программа включена в состав лабораторного практикума по дисциплине «Аппаратные средства вычислительной техники» для направления 09.03.00

Информатика и вычислительная техника. Она разработана с использованием универсальной среды C++, является упрощенной и воспроизводит основные элементы структуры и режимов функционирования суперскалярного процессора, что обеспечивает простоту усвоения материала и позволяет определять наиболее оптимальные параметры структур и режимов. Важной особенностью модели является применение анимации. Она обеспечивает максимальную наглядность и оптимальный подход к обучению.

Литература

1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера: пер. с англ. / Э. Таненбаум.- Изд. 5-е.- СПб., 2010. - 848 с.

2. Организация вычислительных машин и систем/ С.П.Орлов, Н.В. Ефимушкина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 304 с.

3. S.P. Orlov and N.V. Efimushkina, “Simulation models for parallel computing structures”, 2016 XIX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), IEEE Conference Publications. V.1. P. 231-234. Publisher: IEEE Xplore, 2016.

В.Е. Зотеев, Е.В. Башкинова

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ТРЕТЬЕЙ СТАДИИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛЗУЧЕСТИ

(Самарский государственный технический университет)

Решение проблемы достоверной оценки предельного ресурса элементов конструкций в условиях реальной эксплуатации требует разработки новых численных методов построения моделей реологического деформирования на основе результатов эксперимента. При этом особое внимание следует уделить методам расчета и построения математических моделей третьей стадии ползучести, как стадии, непосредственно предшествующей разрушению [1].

На основе определяющих уравнений [1], описывающих процесс реологической деформации, построена математическая модель зависимости между деформацией ползучести p в пределах третьей стадии, временем t и номинальным напряжением σ_0, которая описывается выражением вида:

$$p(t,\sigma_0) = -\frac{1}{\sigma_0 m\alpha}\ln\left(1-\alpha m c\sigma_0^{m+1}t\right), \qquad (1)$$

где $p(t,\sigma_0)$ – реологическая деформация, зависящая от времени t и напряжения σ_0; c и m – реологические константы материала; α – параметр материала, контролирующий процесс разупрочнения.

Так как в пределах третьей (ускоренной) стадии ползучести основное внимание уделяется ошибке прогнозирования времени разрушения, то при выборе критерия «близости» модели к результатам эксперимента целесообразно

ориентироваться на величину отклонения прогнозируемого времени разрушения от данных эксперимента в форме диаграмм ползучести. При таком подходе решение задачи сводится к задаче нелинейной регрессии:

$$J = \sum_{j=1}^{M} \sum_{k=0}^{N_j - 1} \left\{ t_{k,j} - \frac{1}{cm\sigma_{0j}^{m+1}\alpha} \left[1 - \exp\left(-m\alpha\sigma_{0j} p_{k,j} \right) \right] \right\}^2 \to \min, \qquad (2)$$

где $\hat{t}_{k,j} = \frac{1}{cm\sigma_{0j}^{m+1}\alpha} \left[1 - \exp\left(-m\alpha\sigma_{0j} \Delta p_j k \right) \right]$ – результаты вычислений при значениях деформации ползучести $p_{k,j}$, соответствующих точкам эксперимента $\left(t_{k,j}, p_{k,j} \right)$, $k = 0,1,2,..., N_j - 1$, $j = 1,2,..., M$, N_j – число точек эксперимента для j-той кривой ползучести, M – число кривых ползучести, построенных при различных значениях напряжения.

Одним из перспективных направлений при решении задачи параметрической идентификации модели третьей стадии ползучести является применение численных методов нелинейного оценивания, в основе которых лежат разностные уравнения, описывающие результаты эксперимента в форме совокупности нескольких кривых ползучести [2-5]. В частности в [3,4] рассматривается численный метод, в основе которого лежат разностные уравнения вида:

$$\begin{cases} \hat{t}_{0,j} = 0; \\ \ln\left[\exp\left(\lambda_1 \sigma_{0j} \Delta p_j \right) - 1 \right] - \ln \hat{t}_{1,j} = \lambda_1 \sigma_{0j} \Delta p_j + \lambda_2 + \lambda_3 \ln \sigma_{0j}; \\ \ln \frac{\hat{t}_{k-1,j} - \hat{t}_{k-2,j}}{\hat{t}_{k,j} - \hat{t}_{k-1,j}} = \sigma_{0j} \Delta p_j \lambda_1, \quad k = 2,3,..., N_j - 1; \quad j = 1,2,3,...M. \end{cases} \qquad (3)$$

Известные соотношения между коэффициентами разностных уравнений (3) и параметрами деформации ползучести: $\lambda_1 = m\alpha$, $\lambda_2 = \ln(cm\alpha)$, $\lambda_3 = m + 1$, позволяют свести решение задачи к среднеквадратичным оценкам коэффициентов линейной обобщенной регрессионной модели. Результаты апробации предложенного численного метода при обработки результатов эксперимента в форме диаграмм ползучести алюминиевого сплава Д16Т при температуре 250°С подтвердили достоверность полученных соотношений и выводов, а также его высокую эффективность в задачах оценивания параметров третьей стадии деформации ползучести [3].

Однако описанный в [3,4] численный метод оценки параметров третьей стадии деформации ползучести на основе разностных уравнений (3) имеет некоторые недостатки, обусловленные достаточно сложными нелинейными зависимостями в уравнениях (3), вычислительной неустойчивостью при малых значениях шага дискретизации Δp_j, а также необходимостью применения итерационных процедур уточнения среднеквадратичных оценок коэффициентов разносных уравнений.

В данной работе предлагается новый численный метод оценки параметров третьей стадии деформации ползучести на основе разностных уравнений, отличающийся способом построения, простым видом разностных уравнений, и не использующий итерационных процедур вычислений.

В основе предлагаемого метода лежит система линейных алгебраических уравнений, описываемая регрессионной моделью вида:

$$t'_{k,j}\ln t'_{k,j} = \lambda_1 t'_{k,j}\sigma_{0j}\Delta p_j k + \lambda_2 t'_{k,j} + \lambda_3 t'_{k,j}\ln\sigma_{0j} + \eta_{k,j},\quad k = 0,1,...,N_j - 1,\quad j = \overline{1,M}, \quad (4)$$

где $\lambda_1 = -\alpha m,\quad \lambda_2 = -\ln c,\quad \lambda_3 = -m.$

Элементы $t'_{k,j}$ векторов t'_j формируются на основе разностных уравнений с использованием формул численного дифференцирования четвертого порядка точности:

$$t'_{0,j} = \frac{1}{12\Delta p_j}\left(-25t_{0,j} + 48t_{1,j} - 36t_{2,j} + 16t_{3,j} - 3t_{4,j}\right),$$

$$t'_{1,j} = \frac{1}{12\Delta p_j}\left(-3t_{0,j} - 10t_{1,j} + 18t_{2,j} - 6t_{3,j} + t_{4,j}\right),$$

$$t'_{k,j} = \frac{1}{12\Delta p_j}\left(t_{k-2,j} - 8t_{k-1,j} + 8t_{k+1,j} - t_{k+2,j}\right),\quad k = 2,3,...,N_j - 3,$$

$$t'_{N_j-2,j} = \frac{1}{12\Delta p_j}\left(-t_{N_j-5,j} + 6t_{N_j-4,j} - 18t_{N_j-3,j} + 10t_{N_j-2,j} + 3t_{N_j-1,j}\right),$$

$$t'_{N_j-1,j} = \frac{1}{12\Delta p_j}\left(3t_{N_j-5,j} - 16t_{N_j-4,j} + 36t_{N_j-3,j} - 48t_{N_j-2,j} + 25t_{N_j-1,j}\right),$$

где $t_{k,j}$ - данные эксперимента. В матричной форме система описанных выше разностных уравнений может быть представлена в виде $t'_j = \frac{1}{12\Delta p_j}A_j t_j,\quad j = \overline{1,M}$, где вид вырожденной квадратной матрицы A_j зависит только от её размера $\left[N_j \times N_j\right]$.

Процедура среднеквадратичного оценивания коэффициентов регрессионной модели (4), в основе которой лежит минимизация нормы разности по временной переменной: $\|\varepsilon\|^2 = \|t - \hat{t}\|^2 \to \min$, может быть описана формулой

$$\hat{\lambda} = \left(F^T \Omega T F\right)^{-1} F^T \Omega b, \quad (5)$$

где вектор b размера $\left[\sum_{j=1}^{M} N_j \times 1\right]$ формируется на основе левой части равенства (4); столбцы матрицы регрессоров F размера $\left[\sum_{j=1}^{M} N_j \times 3\right]$ формируются на основе формул: $t'_{k,j}\sigma_{0j}\Delta p_j k$, $t'_{k,j}$ и $t'_{k,j}\ln\sigma_{0j}$, $k = 0,1,2,...,N_j - 1,\quad j = \overline{1,M}$, соответственно.

Матрицы $\Omega = \begin{bmatrix} \Omega_1 & \mathrm{O} & \cdots & \mathrm{O} \\ \mathrm{O} & \Omega_2 & \cdots & \mathrm{O} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \mathrm{O} & \mathrm{O} & \cdots & \Omega_M \end{bmatrix}$ и $T = \begin{bmatrix} T_1 & \mathrm{O} & \cdots & \mathrm{O} \\ \mathrm{O} & T_2 & \cdots & \mathrm{O} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \mathrm{O} & \mathrm{O} & \cdots & T_M \end{bmatrix}$ – блочно-диагональные матрицы размера $\left[\sum_{j=1}^{M} N_j \times \sum_{j=1}^{M} N_j\right]$. Матрицы Ω_j размера $\left[N_j \times N_j\right]$ вычисляются по формуле $\Omega_j = A_j^* \left(A_j^{*T} A_j^*\right)^{-2} A_j^{*T}$, где матрицы A_j^* размера $\left[N_j \times \left(N_j - 1\right)\right]$, при условии $t_{0,j} = 0$, формируются из квадратных матриц A_j посредством отбрасывания первого столбца в этой матрице. Матрицы $T_j = \dfrac{1}{12\Delta p_j} E_j$ размера $\left[N_j \times N_j\right]$ – диагональные матрицы, где E_j – единичная матрица размера $\left[N_j \times N_j\right]$.

Оценки параметров модели третьей стадии ползучести вычисляются на основе среднеквадратичных оценок коэффициентов регрессионной модели (4) по формулам: $\hat{\alpha} = \dfrac{\hat{\lambda}_1}{\hat{\lambda}_3}$, $\hat{c} = \exp\left(-\hat{\lambda}_2\right)$, $\hat{m} = -\hat{\lambda}_3$.

Проведенные численно-аналитические исследования помехозащищенность разработанного численного метода на основе компьютерного моделирования показали высокую точность результатов вычислений и адекватности построенной модели данным 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. Параметрическая идентификация диссипативных механических систем на основе разностных уравнений / Под ред. Радченко В.П. – М.: Машиностроение, 2009. – 344 с.

3. Зотеев В.Е., Макаров Р.Ю. Численный метод определения параметров модели ползучести разупрочняющегося материала // Вест. Сам. гос. тех. ун-та: Сер. Физ.-мат. науки, 2016. Т. 20, № 2. С. 328-341.

4. Зотеев В.Е., Макаров Р.Ю. Построение линейной обобщенной регрессионной модели для третьей стадии ползучести // В сб.: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции 14-16 марта 2017 г. / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. С.898-901.

5. Зотеев В.Е. Численный метод нелинейного оценивания на основе разностных уравнений // Вест. Сам. гос. тех. ун-та: Сер. Физ.-мат. науки, 2018. Т. 22, № 4. С. 669-701.

Р.Е. Ильичев, К.О. Инцын, В.В. Мокшин

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЛИНИИ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ЗА СЧЕТ ОБЪЕМОВ ТАНКОВ И СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗЕРНА В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(КНИТУ-КАИ им. А.Н. ТУПОЛЕВА)

Ключевые слова: имитационное моделирование, оптимизация, линия обработки, система AnyLogic.

В статье представлена имитационная модель линии обработки зерна, её структурная схема организации работы, а так же текстовое описание схемы. Данная модель было разработана в имитационной среде моделирования AnyLogic. Приведенная модель линии обработки зерна оптимизирована за счет объемов танков (хранилищ) и скорости перемещения ресурса (зерна) между танками. Обоснование возможности использования приведенного алгоритма является временные и объемные характеристики модели, емкостей танков, скорости перемещения и среднем времени нахождения транзактов в системе. Данные, приведенные в таблице получены путем проведения оптимизационного эксперимента средствами AnyLogic, а именно оптимизация времени нахождения транзактов в системе, при минимально возможной скорости перемещения ресурсов и объемам танков.

Введение

Каждый день в мире разрабатываются и внедряются сложные системы, взаимодействующие друг с другом. Такие системы могут образовывать целые группы систем и подсистем, находясь в сложном взаимодействии. Под сложными системами подразумевается не только информационные, но и системы предоставления услуг, массовые системы обслуживания. Для определения оптимальных параметром и условий работы каждой системы разработаны специальные имитационные среды для моделирования работы таких систем при разных загрузках, условиях и состояниях. Имитационная среда позволяет создать электронную копию системы со всеми её параметрами и провести имитационный эксперимент.

Целью такого эксперимента является поиск оптимальных параметров работы системы, при которых будет максимально задействовано оборудование и обсуживающий персонал данной системы, минимизированы расходы на обслуживания данной системы, время нахождения транзактов в системе и незадействованные производственные мощности. В нашем случае это будет оптимизация работы линии обработки зерна. Поиск этих параметров осуществляется средствами имитационной среды моделирования AnyLogic. Данная среда позволяет провести имитационный эксперимент, эксперимент по оптимизации си-

стемы путем перебора результатов декартового произведения всех возможных значений параметров.

Результатом такого эксперимента будут значения оптимальных параметров работы линии обработки зерна и её оптимизация.

Описание системы работы склада

Зерно поступает от условного поставщика в танкер (tank). При наполнении танкера открывается клапан (outputValve) и зерно загружается в следующий танкер для первичной обработки (processTank). Затем, после обработки, существует вероятность получения необработанного зерна, тогда срабатывает механизм разделения зерна (fluidSelectOutput) и зерно снова загружается в танкер (tank). Если зерно успешно прошло первичную обработку, поток зерна направляется на разделитель (fluidSplit), который разделяет поток на 2 равные части и направляет его на вторичную обработку в танкер 1 (processTank1) и танкер 2 (processTank2). После вторичной обработки 2 потока зерна сливаются в один с помощью механизма соединения потоков (fluidMerge1) и весь поток выгружается в общий танкер для хранения обработанного зерна (tank1). При наполнении общего танкера хранения открывается клапан (valve) и все зерно выгружается. После опустошения клапан (valve) закрывается, и зерно накапливается снова.

Моделирование и оптимизация

Система была смоделирована в среде имитационного моделирования AnyLogic. Данное программное обеспечение позволяет разрабатывать довольно сложные и высоко организованные системы. Программа AnyLogic была разработана в 2003 году российской компанией и является мощным средством моделирования и оптимизации сложных систем. AnyLogic позволяет графически создавать и соединять блоки, задавать их параметры.

Схема модели линии обработки зерна представлена на рисунке 1.

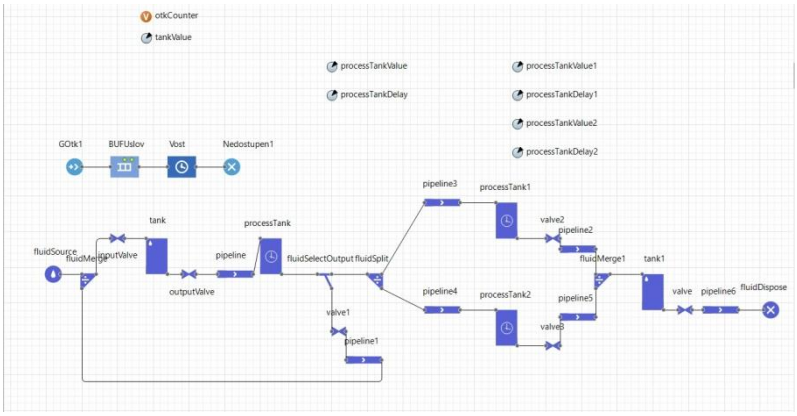


Рис. 1. Схема модели линии обработки зерна

Данная модель работает пока не заполнится полностью последний танк.

Результаты оптимизации приведены в таблице 1. Результаты оптимизации Линии Обработки Зерна приведены на рисунке 2. Общее количество оптимизационных экспериментов – 500.

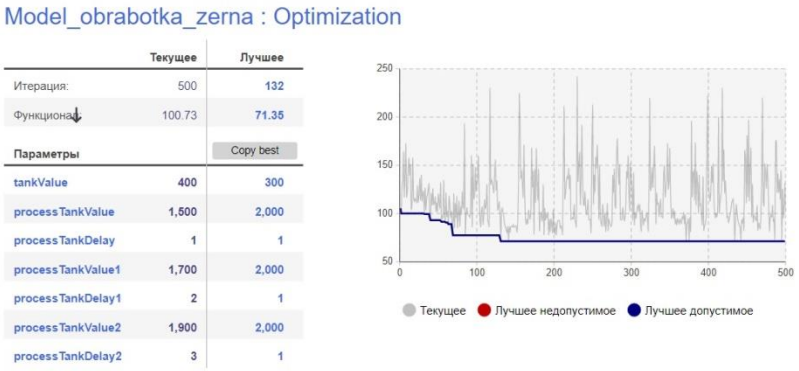


Рис. 2. Оптимизация исходной модели Линии Обработки Зерна
в системе AnyLogic

Таблица 1 – Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	6
tankValue, ед объема	Объем начального танка	500	300	1500	300
processTankDelay, ед времени	Время первичной обработки	2	1	5	1
processTankValue, ед объема	Объем танка первичной обработки	800	300	2000	2000
processTankDelay1, ед времени	Время вторичной обработки танка №1	2	1	5	1
processTankValue1, ед объема	Объем танка вторичной обработки танка №1	1000	300	2000	2000
processTankDelay2, ед времени	Время вторичной обработки танка №2	3	1	5	1
processTankValue2, ед объема	Объем танка вторичной обработки танка №2	1000	300	2000	2000

Выводы

Осуществлена разработка структурной модели Линии Обработки Зерна.

Была проведена оптимизация линии за счет увеличения объемов танков первичной и вторичной обработки, уменьшения объемов начального танка и времени обработки зерна в танках. Данный алгоритм позволит уменьшить вре-

мя заполнения последнего танка линии до 71,35 единиц времени, что должно оказать положительный эффект на эффективности использования производственных мощностей и окупаемости линии в целом.

Литература

1. Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. О разработке математических моделей, методов и программного обеспечения для проектирования перспективных изделий запрос-ответной аппаратуры / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 155-162.

2. Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. О построении подсистемы удаленного мобильного доступа к информационным ресурсам некоторой организации / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 139-147.

3. Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. Разработка системы мониторинга состояния грузоподъемных механизмов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 19. С. 75-81.

4. Мокшин В.В., Якимов И.М. Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

5. Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В. Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем / Нелинейный мир. 2009. Т. 7. № 1. С. 66-76.

6. Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Краткий обзор графических редакторов структурных моделей сложных систем / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 17. С. 213-221.

В.А. Котелова, А. О. Коровкина, В.В. Мокшин

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЛИ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩИХ ЗВОНКОВ КЛИЕНТОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(КНИТУ-КАИ им. А.Н. ТУПОЛЕВА)

Ключевые слова: имитационное моделирование, оптимизация, центр поддержки клиентов, система AnyLogic.

В статье представлена имитационная модель центра поддержи клиентов, её функциональная схема организации работы, а также текстовое описание схемы. Данная модель была разработана в имитаци-онной среде моделирования AnyLogic. Приведенная модель центра поддержки клиентов оптимизирована за счет количества сотрудников, которые принимают и обрабатывают разные типы звонков. Обосно-вание возможности использования приведенного алгоритма оптимизации являются временные характе-ристики заня-

тости сотрудников обработки звонка (электронного письма) и среднее время прохождения звонка (электронного письма) в системе. Данные, приведенные в таблице получены путем проведения оптимизационного эксперимента средствами AnyLogic, а именно оптимизация времени прохождения звонка (электронного письма) в системе, при минимальном возможном количестве сотрудников, обрабатывающих звонки (электронные письма) за счет минимизации количества звонков (электронных писем) в ожидания обработки звонка (электронного письма) сотрудником.

Введение

Сложная система — это объект, предназначенный для выполнения заданных функций, который может быть расчленен на элементы, каждый из которых также выполняет определенные функции и находится во взаимодействии с другими элементами системы.

Целью данной работы является моделирование работы центра по приёму и обработки звонков сотрудниками кол-центра от внешних клиентов, а также создать модель, на основании которой можно принимать решение о необходимом количестве сотрудников контакт-центра для обслуживания звонков клиентов с минимальным установленным порогом удержания клиентов на телефонной линии. Создании модели и сам процесс моделирования происходит с использованием программы AnyLogic.

Суть имитационного моделирования заключается в том, что для изучаемой системы создаётся модель с достаточной точностью, описывающей реальную систему и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации о возможном функционировании системы для которой была создана модель.

Имитационные модели позволяют учитывать факторы, которые затрудняют изучение предметной области при аналитическом исследовании и проводить повторные эксперименты с обновлёнными данными, что приводит к экономии не только времени, но и финансовых средств владельца системы.

В работе рассматривается оптимизация работы центра поддержки за счет количества сотрудников, которые принимают и обрабатывают разные типы звонков. Для этого будем использовать систему имитационного моделирования AnyLogic, которая предоставляет возможность создать имитационный эксперимент, а также эксперимент для оптимизации систем.

Описание системы работы центра

Поступающий входящий звонок в центр поддержки клиентов поступает на распределительный центр (selectOutPut). Если клиент еще не определился с точной формулировкой или причиной звонка, тогда он ждет ответа оператора общего назначения (service), оператор перенаправляет звонок на конкретного оператора. Эти обращения будут в одном офисе (resourcePool), где свободный сотрудник может принять обращение. Если клиент знает точную причину обращения, тогда он переходит для выбора конкретного оператора (selectOutput5): обращение о тарифах (service2), домашний интернет/настройка (service3), настройка параметров те-

лефона (service4), утеря карты (service5). Эти обращения будут в одном офисе (resourcePool2), где сотрудник может принять любое обращение. Поступающее электронное письмо обрабатывается оператором общего назначения (service1). На все электронные письма всегда дается ответ

Моделирование и оптимизация

Данная система была разработана в среде имитационного моделирования AnyLogic 8.4. Она мощным инструментов и позволяет моделировать сложные и высокоорганизованные системы, а также осуществлять оптимизацию этих систем [4]. AnyLogic позволяет графически взаимосвязанные блоки, которые могут работать с различными параметрами. При необходимости, возможно использование библиотек, расширяющих возможности моделирования, а также расширения базового класса транзактов Agent, написанного на одном из самых популярных языков программирования - Java.

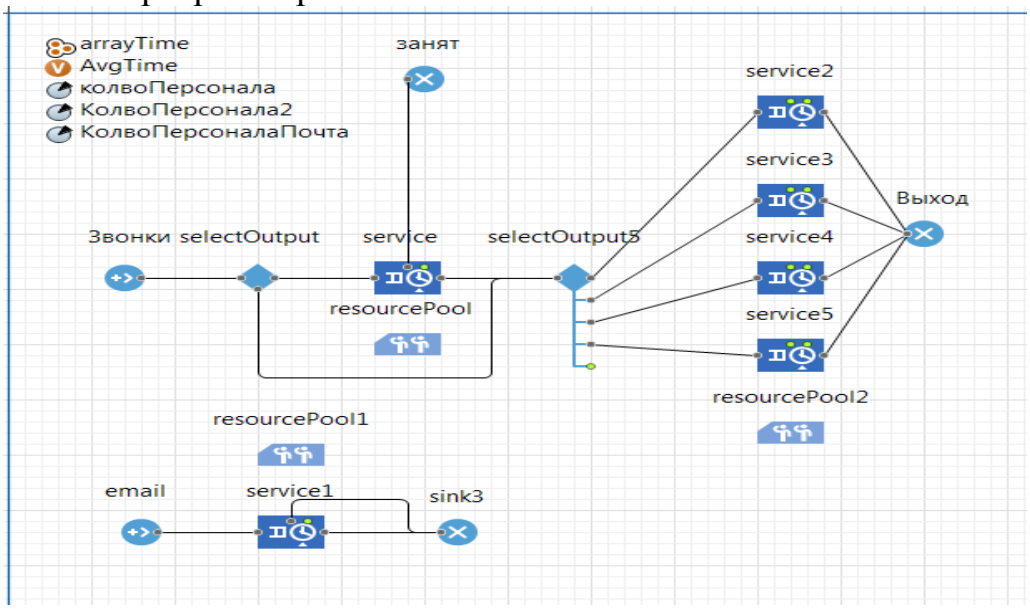


Рис. 1. Модель работы центра поддержки клиентов – функциональная схема

Для оптимизации модели было задано 500 единиц времени, для работы модели - 8 часов. Результаты работы оптимизации продемонстрированы в таблице 1. После оптимизации модели число рабочих, которые должны были участвовать в первичной обработке звонков, уменьшилось с 19 людей (исходная модель) до 15 человека.

Оптимальным количеством рабочих на вторичной обработке звонков будет 145 рабочих вместо 56, а для обработки писем следует назначить 30 рабочих вместо 15. При данных параметрах будет достигнута максимальная эффективность и быстродействие работы центра поддержки клиентов, в таком случае среднее время обработки обращений клиентов будет 13.64 ед. времени. Перечисленные значения и график оптимизации модели изображены на рис.2.

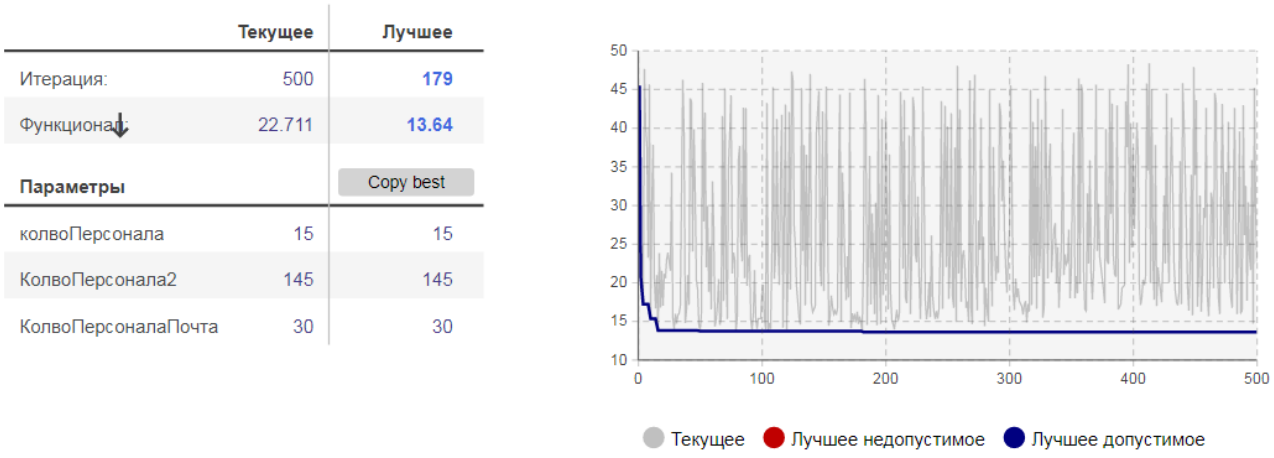


Рис.2 Оптимизация исходной модели центра поддержки клиентов

Таблица 1 – Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	1
колвоПерсонала, чел	Количество рабочих	19	10	40	15
КолвоПерсонала2, чел	Количество рабочих	56	20	200	145
колвоПерсонала-Почта, чел	Количество рабочих	15	10	40	30

Выводы

В процессе выполнения работы была создана модель, организующая работу центра поддержки клиентов. Была проведена оптимизация данной имитационной модели с помощью регулирования количества роботов, обслуживающие поступающих клиентов.

Созданная модель и проведенный над ней эксперимент выявил решение, способствующее оптимизации процедур обработки и повышению эффективности работы. Данный алгоритм сокращает время обработки звонков и писем клиентов, в ходе которого обрабатывается максимальное число поступающих звонков и писем с минимальным числом рабочей силы, что значительно помогает сократить затраты.

Литература

1. Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. О разработке математических моделей, методов и программного обеспечения

для проектирования перспективных изделий запрос-ответной аппаратуры / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 155-162.

2. Мокшин В.В., Якимов И.М. Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

3. Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. Разработка системы мониторинга состояния грузоподъемных механизмов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 19. С. 75-81.

4. Родина Р.В. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. 2017. Ч.1. С. 75-77.

5. Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Краткий обзор графических редакторов структурных моделей сложных систем / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 17. С. 213-221.

В.С. Кочетков

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИЯ МЕТОДОВ ПАРСИНГА DOM И SAX ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПКАХ

(Самарский университет)

Формат XML очень широко используется в информационных технология, рекомендован Консорциумом Всемирной паутины(W3C). Отличным примером применения технологии XML могут служить открытые данные информационной системы zakupki.gov.ru, доступные на соответствующем ftp: объём ежедневных обновлений – десятки и сотни тысяч XML файлов объемом в гигабайты или десятки гигабайт, в среднем раз в несколько недель выходит новая версия схемы данных.

Актуальность исследования методов синтаксического анализа XML-файлов обусловлена существенной экономией времени при обработке больших массивов файлов, когда количество файлов исчисляется десятками тысяч, даже если при обработке одного файла экономия времени незначительна.

В случае с ftp-сервером государственных закупок структура данных следует за требованиями законодательства. В связи с этим информация об извещениях о проведении государственных закупок представлена более чем десятком типов документов fcsNotification* в зависимости от типа закупки (электронный аукцион fcsNotificationEF, запрос котировок fcsNotificationZK, закупка у единственного поставщика fcsNotificationEP и т.п.). Все эти документы основаны на одном базовом типе извещения, но отличаются в деталях, и это требуется учитывать при импорте и анализе данных. [2]

Также существую проблемы с получением данных о государственных закупках средствами сайта: существует ограничение в количестве результатов,

поиск выдает не более, чем 500 строк, и скачивание данных о конкурсах (в виде таблицы .csv формата) средствами сайта невозможно. При этом потребность иметь регулярно обновляемые сведения о проходящих конкурсах, попадающих под определенные критерии, возникает у каждой организации, участвующей в государственных закупках.[3]

Каждый XML файл содержит всю информацию о закупке, которая зачастую является излишней при решении прикладной задачи. Необходимость парсинга XML-файлов обусловлена избыточностью хранящихся на ftp данных и постоянным изменением их структуры. Для решения этой задачи проведено исследование времени получения атрибутов ограниченного набора тегов документа путем обработки файлов с помощью основных методов синтаксического анализа XML: DOM и SAX.

DOM (Document Object Model - объектная модель документов) - платформенно-независимый программный интерфейс. Модель DOM не накладывает ограничений на структуру документа. Любой документ известной структуры с помощью DOM может быть представлен в виде дерева узлов, каждый узел которого содержит элемент, атрибут, текстовый, графический или любой другой объект. Узлы связаны между собой отношениями родитель-потомок.

Способ доступа через DOM удобен, когда структура документа должна (или может) быть доступна в целом и легко модифицироваться.

Для анализа документов методом DOM путем парсинга XML-файла создается DocumentBuilderFactory, с помощью которой реализуется DocumentBuilder, который, в свою очередь, выполняет разбор XML документа для создания объекта Document и последующего извлечения информации путем прохода по всем узлам(nodes) объекта для нахождения искомых атрибутов.

Поскольку DOM-парсер реализует объектную модель документа, его полезно использовать там, где требуется работать с документом целиком, как с деревом. Представление всего документа будет занимать в памяти значительный объем, поэтому DOM резонно считается моделью, очень требовательной к ресурсам.

SAX (Simple API for XML) базируется на модели последовательной одноразовой обработки и не создает внутренних деревьев. При прохождении по XML вызывает соответствующие методы у классов, реализующих интерфейсы, предоставляемые SAX-парсером.

SAX-разбор происходит асинхронно, то есть программа не должна ждать завершающего тега для отработки уже полученных. Последнее может пригодиться, например, для отображения записей SQL-запроса еще до того, как все они будут получены. Другое применение - обрыв сеанса, допустим при нахождении одной нужной записи из миллиона.

Недостаток SAX - необходимость хранения состояния в процессе разбора XML-потока, то есть в случае со сложной и/или недетерминированной структурой придется частично реконструировать узловую модель для отслеживания уровней вложения.

Средства парсинга с потоковой обработкой применимы в задачах, где повторное обращение не нужно. В таком случае происходит последовательный перебор узлов до нужного и поочередная загрузка в память только текущего узла. Данные средства могут анализировать очень большие документы и подходят для таких задач, как индексация или преобразование в другие форматы (например, замена дескрипторов XML на дескрипторы HTML). [4]

SAX-парсер реализует интерфейс DefaultHandler, который использует функции обратного вызова, для извлечение данных по набору условий вида:

В первую очередь обрабатывается событие startDocument.Когда синтаксический анализатор SAX разбирает XML и встречает запуск тега (например,<something>), он запускает событие tagStarted(фактическое название события может отличаться). Аналогично, когда конец тега встречается во время разбора (</something>), он запускает tagEnded. Использование анализатора SAX подразумевает, что вам необходимо обрабатывать эти события и понимать данные, возвращаемые с каждым событием. Если в элементе есть содержимое, будут вызываться такие события, как characters для дополнительного текста, startElement и endElement для дочерних элементов и т.п. Заканчивается работа парсера событием endDocument.

SAX и DOM подходы иногда сочетают между собой. Так, веб-браузер отображает элементы в процессе получения методом SAX, но после получения документа строит его DOM-модель для DHTML-доступа в терминах иерархии объектов.[5]

В рамках работы проведены исследования реализации методов синтаксического анализа информации, влияния количества документов и набора извлекаемых тегов на время выполнения анализа.

Для сравнения времени, затрачиваемого на извлечение и обработку информации из XML-файлов с ftp-сервера zakupki.gov.ru были выгружена и размещена на локальном компьютере контрольная выборка документов, чтобы минимизировать влияние на время обработки файлов факторов, не относящихся к теме исследования. В качестве средства реализации был выбран язык Java, на котором были написаны классы, реализующие описанные ранее методы обработки слабоструктурированной информации, а также классы сущностей Notification с различными наборами атрибутов.

Эксперименты проводились для контрольных выборок документов размера $N = 1000, N = 5000, N = 10000$. Набор тегов, прописанных в условиях парсера, по которым производился поиск данных также варьировался от 4 до 16. Целью исследования контрольных выборок документов было обнаружение корреляции между временем выполнения парсинга файлов и количеством извлекаемой информации.

И в случае работы SAX-парсера, и в случае работы DOM-парсера, набор тегов передается конструктору объекта Notification для последующей записи объекта в репозиторий.

Для исключения влияния на результаты исследования случайных факторов было проведено 10 итераций извлечения данных по контрольным выборкам

с различными наборами тегов, данные были занесены в таблицы на основании которых была составлена диаграмма времени обработки контрольных выборок документов (рисунок 1).

Следует отметить, что на время выполнения обработки существенное влияние оказывает набор извлекаемой информации. В случае использования метода SAX, и в случае использования метода DOM добавление условий для извлечения дополнительных наборов тегов значительно влияет на время обработки файлов. На рисунке 3 представлены диаграммы времени обработки контрольных наборов файлов методами DOM и SAX.

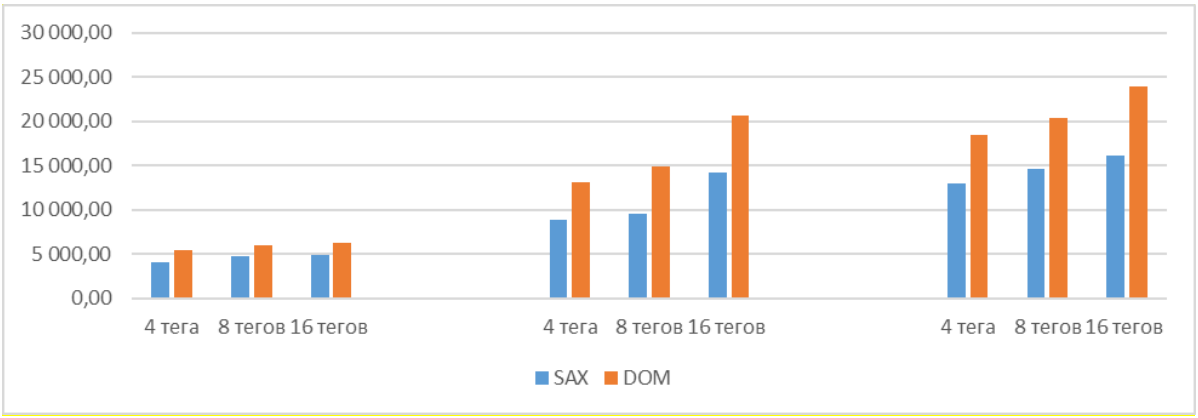


Рис. 1. Диаграмма времени обработки контрольных выборок документов методом DOMи SAXпри различном наборе извлекаемых тегов(на вертикальной оси показано время в миллисекундах, на горизонтальной три группы столбцов для выборок размером N=1000, 5000, 10000 соответственно)

Использование метода SAX позволяет в среднем до 1,5 раз уменьшить время, затрачиваемое на обработку XML-файлов с целью извлечения данных по сравнению с аналогичными операциями, производимыми над тем же набором файлов, но при использовании метода DOM.

В случае SAX-парсера увеличение количества тегов в 4 раза дало прирост времени обработки файлов в 1,33 раза.

В результате работы было выявлено, что для целей получения данных с ftp информационной системы zakupki.gov.ru рационально использовать метод SAX, поскольку в общем случае время, затрачиваемое на обработку файла методом DOM может превышать в 1,5 раза время обработки файла методом SAXдля получения содержимого аналогичного набора тегов.

Стоит учитывать, что метод SAX подходит только для извлечения информации, и в случае необходимости модификации данных неприменим, в отличии от DOM. Однако в случае решения задачи получения данных, этой особенностью можно пренебречь.

На основании полученных данных с ftp возможно проводить дальнейшие исследования, позволяющие формировать рекомендации для поставщиков и заказчиков. Например, выявление оптимального расположения оптовых баз, или оптимальной начальной цены контракта для обеспечения конкуренции.

Литература

1. Бретт Маклахлин. Java и XML, 2-е издание, Символ-Плюс, 2016. – 544 страницы.
2. Интеграция XML данных — другой путь // [habrahabr.ru] –2017 – URL: https://habr.com/ru/post/325186/
3. Выгрузка условий конкурсов с zakupki.gov.ru // [habrahabr.ru] –2015 – URL: https://habr.com/post/253201/
4. Чеботарев,А. XML: свобода, ограниченная только фантазией// Компьютеры+Программы. - 2003. - № 5. - С. 52-55
5. Лыгина,Н.И., Пудич,А.С.. Исследование правильности и эффективности средств парсинга информации на веб-ресурсах// Инновационная наука, №. 3-1, 2017, С. 59-67.

М.А. Кузин[1], Д.Л. Головашкин[2]

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БЛОЧНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА РАЗНОСТНОГО РЕШЕНИЯ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ

([1] Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
[2] Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН)

Введение

Актуальность разностного решения волнового уравнения связана с его использованием в современной вычислительной оптике [1,2]. Основной проблемой при этом признается [2] значительная длительность расчетов при реализации такого решения, обусловленная высокой вычислительной сложностью. Популярным в последнее время инструментом решения указанной проблемы, в англоязычной литературе именуемым "tiling" [3], является построение блочных алгоритмов. Классическим подходом к сокращению длительности вычислений при разностном решении волнового уравнения по-прежнему остается разработка параллельных алгоритмов [4]. Объединение перечисленных методик представляется авторам настоящей работы весьма перспективным в силу успешности такого приема при организации вычислений по FDTD (Finite-Difference Time-Domain) методу [5] и несомненной связи обоих численных методов [2,6].

1. Исследование параллельного и блочного алгоритмов

В качестве аппаратной базы для проведения экспериментов была выбрана ЭВМ, оснащенная процессором AMD Ryzen 5 2600, 3,4 Ггц, материнской платой MSI B450 Tomahawk (MS-7C02) с частотой системной шины 8000 МГц и оперативной памятью DDR4-3200Мгц объемом 16 Гб. Работающая под управлением операционной системы Ubuntu 18.04.2. Для компиляции кода использо-

вался gfortran 7.4 с ключом компиляции –O3. При параллельной реализации задействовались лишь два вычислительных потока с целью исследования особенностей протекания вычислительного процесса на этом простом примере.

Двумерное волновое уравнение, разностная схема и программная реализация тривиального алгоритма выбирались из работы [7], соответствующий алмазный блочный алгоритм из [2], а параллельный алгоритм и его реализация составлялись посредством авторской актуализации алгоритма и кода из [4], где использовалась библиотека MPI.

Сеточная область с дискретизацией 3e4×3e4 узлов по пространству (N=3e4) и 120 по времени занимала в оперативной памяти 10 Гб при условии хранения двух последних временных сечений сеточной функции.

Декомпозиция сеточной области при составлении параллельного алгоритма производилась вдоль оси, по которой эта же область разбивается (одномерным разбиением) на блоки. От требования систоличности авторы отказались с целью минимизации коммуникационных издержек.

При выбранных параметрах длительность расчетов по тривиальному алгоритму составила 76,93 сек., по параллельному - 47,16 сек. Полученное ускорение, 1,63 раза, заметно меньше ожидаемого для двухзадачного алгоритма. В ходе исследования параллельного алгоритма (комментировались определенные фрагменты кода) было сделано предположение, что в падении ускорения повинны не коммуникационные издержки, а одновременная работа двух вычислительных потоков над общей кэш-памятью процессора.

Использование блочного алгоритма также не привело к ожидаемому результату. Если в [2] его применение, правда на другой аппаратной и системной базе, позволило двукратно ускорить вычисления за счет снижения объема коммуникаций между оперативной памятью и кэш-памятью процессора, то в рассматриваемом случае ускорение составило лишь 1,7 раза. Отметим, что наименьшее время вычислений – 45,24 сек. получено при величине блочного параметра 20 (таблица 1).

Таблица 1 Зависимость длительности вычислений T (сек.) по блочному алгоритму от блочного параметра n.

n	2	4	8	10	12	20	30	40	60
T	59,44	49,46	46,97	46,62	46,77	45,24	77,85	77,84	77,91

Зависимость времени расчетов от значения блочного параметра имеет ожидаемый [2] U-образный вид.

2. Исследование блочно-параллельного алгоритма

Стремясь дополнительно снизить длительность вычислений, авторы составили на основе блочного и параллельного алгоритмов гибридный блочно-параллельный. При оговоренной ранее декомпозиции сеточной области на задачи и разбиении на блоки оказывается возможной организация параллельных вычислений внутри каждого блока при сохранении последовательности их пе-

ребора. Общее количество коммуникаций между задачами при этом увеличивается в N/n раз при неизменном объеме.

Наименьшее время вычислений – 24,86 сек. получено как и ранее при n=20, ускорение по сравнению с тривиальным алгоритмом достигло значения 3,1 (таблица 2).

Таблица 2 Зависимость длительности вычислений T (сек.) по блочно-параллельному алгоритму от блочного параметра n.

n	2	4	8	10	12	20	30	40	60
T	40,38	29,09	26,27	26,02	26,38	24,86	25,06	28,88	41,71

Любопытно, что несмотря на одинаковое оптимальное значение блочного параметра для блочного и блочно-параллельного алгоритмов, драматический рост длительности вычислений приходится у этих алгоритмов на разные значения n. В таблице 1 это n=30 (соответствует объему блока в 10,3 Мб), в таблице 2 указанный эффект наблюдается для n=60 (20,6 Мб) при объеме кэш-памяти уровня L3 у выбранного процессора в 16 Мб. Видимо, при реализации не параллельного блочного алгоритма последовательному вычислительному процессу не удается использовать кэш-память полностью. Уже для двух вычислительных потоков (данный процессор поддерживает 12 потоков) указанное ограничение снимается, что и обуславливает рост ускорения для блочно-параллельного алгоритма по сравнению с блочным. Так, при n=30 расчет по блочно-параллельному алгоритму производится в 3,11 раза быстрее, чем по блочному, хотя задействуются всего два вычислительных потока.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-07-00423 А.

Заключение

Применение представленного блочно-параллельного алгоритма разностного решения волнового уравнения позволяет аккумулировать достоинства различных подходов (блочного и параллельного) к решению задачи ускорения расчетов по разностному методу, нивелируя их недостатки.

Литература

1. Козлова, Е.С. Моделирование предвестников Зоммерфельда и Бриллюэна в среде с частотной дисперсией на основе разностного решения волнового уравнения / Е.С. Козлова, В.В. Котляр // Компьютерная оптика. – 2013. – Т. 37, No 2. – С. 146-154.

2. Яблокова, Л.В. Блочные алгоритмы совместного разностного решения уравнений Даламбера и Максвелла / Л.В. Яблокова, Д.Л. Головашкин // Компьютерная оптика. – 2018. – Т. 42, No 2. – С. 320-327.

3. Perepelkina, A.Yu Diamond Torre Algorithm for High-Performance Wave Modeling/ A.Yu Perepelkina, V.D.Levchenko // Keldysh Institute Preprints. 2015. – Vol. 18. – P. 20.

4. Barney, B Introduction to Parallel Computing/ B. Barney. - Lawrence Livermore National Laboratory, 2010. – 187 p.

5. Orozco, D.A. Mapping the FDTD Application to Many-Core Chip Architectures / D.A. Orozco, G.R. Gao // Parallel Processing. – 2009. – P. 309-316.

6. Maloney, J.G. Adaptation of FDTD techniques to acoustic modeling / J.G. Maloney, K.E. Cummings // 11th Annual Review of Progress in Applied Computational Electromagnetics. – 1995. – Vol. 2. – P. 724-731.

7. Головашкин, Д.Л. Совместное разностное решение уравнений Даламбера и Максвелла. Двумерный случай / Д.Л. Головашкин, Л.В.Яблокова, Е.Ю. Булдыгин // Компьютерная оптика. – 2014. – Т.38, No1. – С. 20-27.

К.С. Кульга, Э.Р. Асбапов

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПОНОВОК СТАНКОВ НА СТАДИИ ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ *CAD/CAE*-СИСТЕМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет «УГАТУ»)

Актуальность проблемы. Компоновка мехатронного станка (далее, станок), как правило, состоит из одного стационарного (постоянно неподвижного) и нескольких подвижных элементов, разделённых соединениями (стыками) [1]. Создание (синтез) компоновки осуществляется на ранней стадии проектирования станка после определения его характеристик, выбора метода и движений формообразования, предварительного определения кинематической структуры. Компоновка станка влияет на его основные показатели качества: статические и динамические упругие деформации, термические деформации, на распределение давлений и износ в подвижных соединениях.

Цель научного исследования. Разработка методики динамического анализа компоновок станков с ЧПУ на стадии эскизного проектирования на основе применения программного обеспечения (ПО) *CAD* (*Computer Aided Design*)/*CAE*(*Computer Aided Engineering*)-систем и метода конечных элементов (МКЭ).

Теоретическая часть. Совместное использование ПО *CAD*/*CAE*-системы позволяет в максимальной степени задействовать достоинства графической среды (параметризация, поверхностное и твердотельное геометрическое моделирование, кинематика сборок) и получить результаты статического, модального и динамического анализов компоновок станков на стадии эскизного проектирования [2].

Рассмотрим этапы реализации предлагаемой методики создания конечно-элементной модели компоновки станка для механической обработки детали,

имеющего портальную компоновку «*Gantry*» (далее, станка). В качестве компоновки станка-аналога выбрано оборудование производства компании ООО «СТАН» [3]. Пятикоординатные вертикальные фрезерные обрабатывающие центры портальной конструкции обеспечивают операции фрезерования, сверления, растачивания и токарной обработки. Это станок должен иметь высокие показатели статического и динамического качества. Исходными данными для реализации методики являются результаты системного анализа конструкции и базового технологического процесса изготовления детали-представителя, определения перечня формообразующих исполнительных движений и структурно-кинематические схемы компоновок станков.

1 этап. Проектирование *3D*-геометрической модели компоновки станка в *CAD*-системе [3] и адаптация этой модели для динамического анализа в *CAE*-системе [4];

2 этап. Создание сетки конечных элементов (КЭ) в *CAE*-системе – один из важнейших этапов статического анализа компоновки станка на основе МКЭ. Рекомендуется строить график сходимости результатов статических, модальных и динамических анализов, позволяющий сделать рекомендации для различных методов дискретизации конечно-элементной модели станка [4].

3 этап. Моделирование граничных условий для конечно-элементной модели компоновки станка. В ходе реализации этого этапа учитывается как действие активных силовых факторов (составляющих сил резания), так и наложенных на систему связей (подвижные и неподвижные стыки) [4];

4 этап. Статический анализ конечно-элементной модели компоновки станка и обработка результатов. Настройка параметров решающей программы для управления итерациями метода решения, улучшения точности или скорости получения результатов;

5 этап. Модальный анализ конечно-элементной модели компоновки станка для определения форм колебаний на общестаночных собственных частотах;

6 этап. Динамический анализ конечно-элементной модели компоновки станка. Исходными наборами данных для проведения динамического анализа являются ранее полученные результаты статического и модального анализов модели станка. Модальное демпфирование станка принято равным 2%. Топология конечно-элементной модели компоновки станка приведена на рисунке 1.

В таблице 1 приведены результаты динамического анализа конечно-элементной модели компоновки станка на частоте 6.4437 Гц.

Амплитудно-частотная характеристика модели компоновки станка приведена на рисунке 2.

Динамический анализ конечно-элементной модели компоновки станка выявил:

– расчетное значение максимального напряжения по критерию *Von Mises* не превышает допустимого значения предела текучести материала с худшими механическими свойствами: $4{,}638\times10^5$ Н/мм^2 < [$2{,}5\times10^8$] Н/мм^2;

– расчетное максимальное суммарное динамическое перемещение *URES* не превышает допустимое значение (допустимое значение перемещения опре-

делено с учетом заданных требований по точности обработки размеров детали): 0,4571 мм < [0,5] мм.

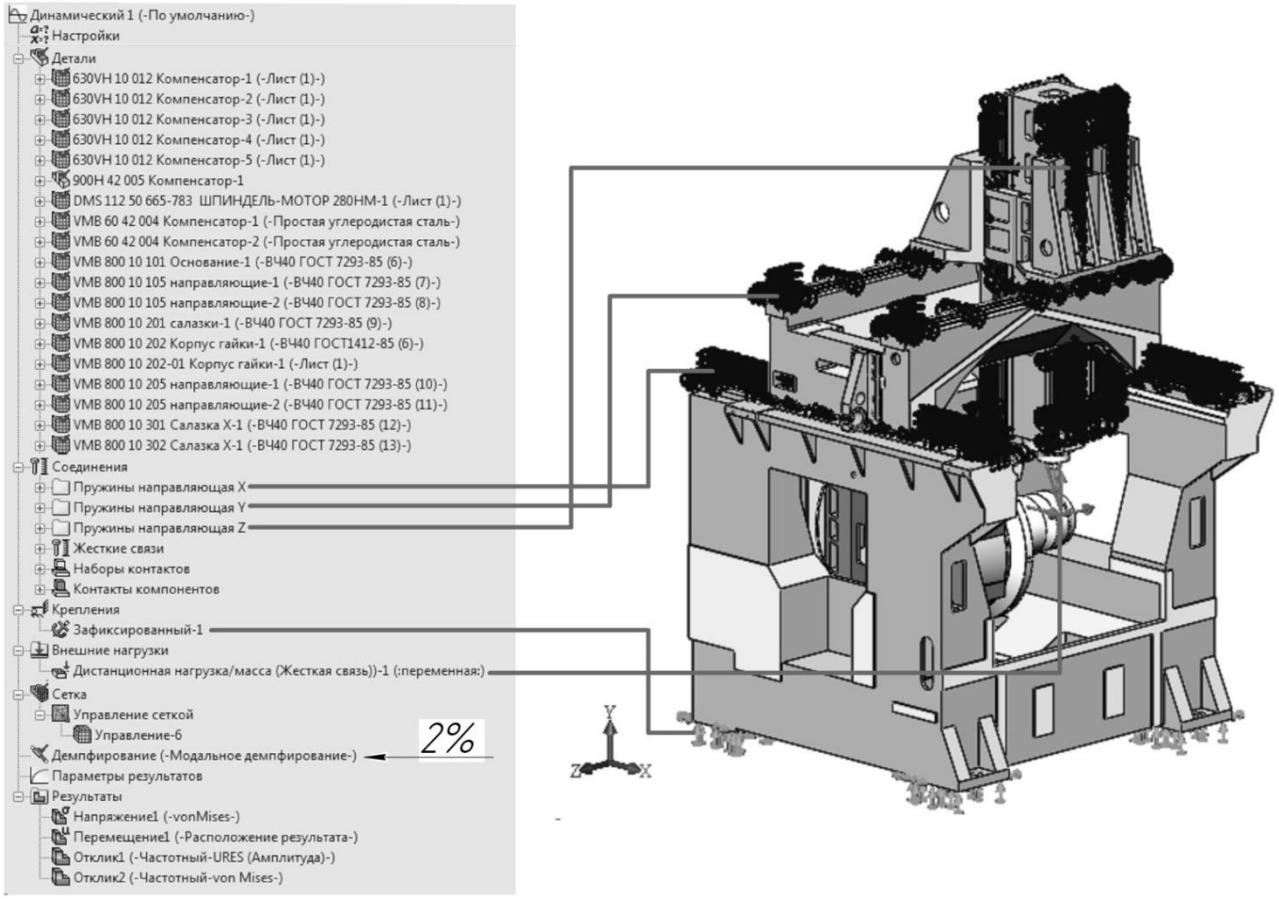


Рисунок 1 – Структура модели станка для динамического анализа

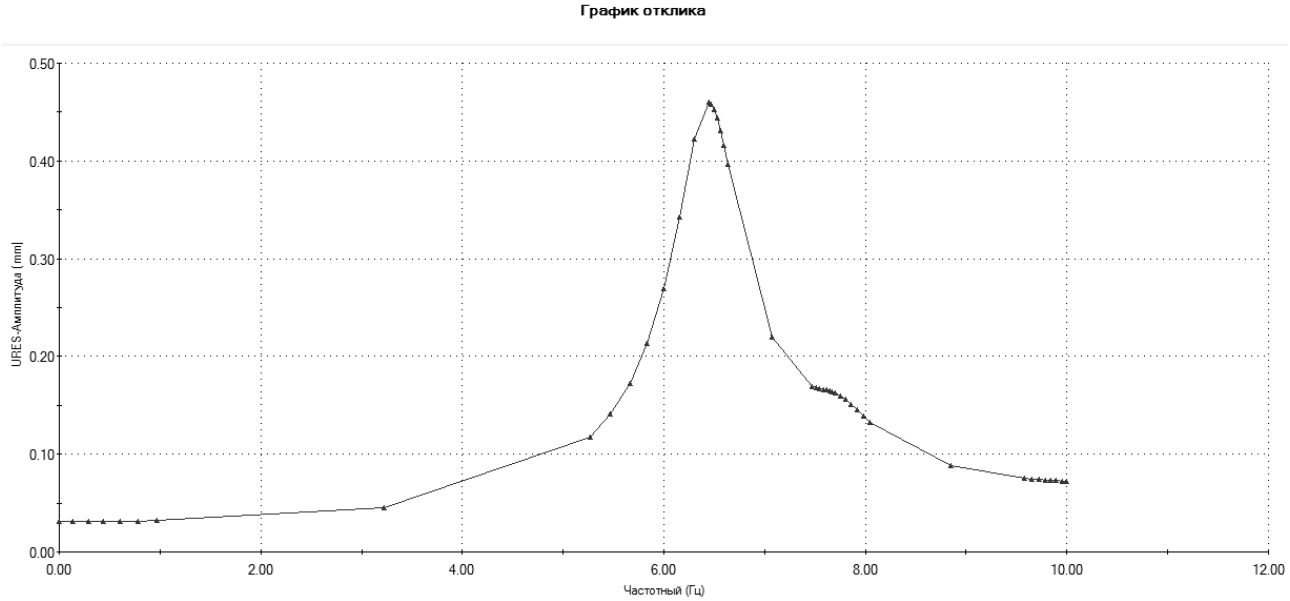
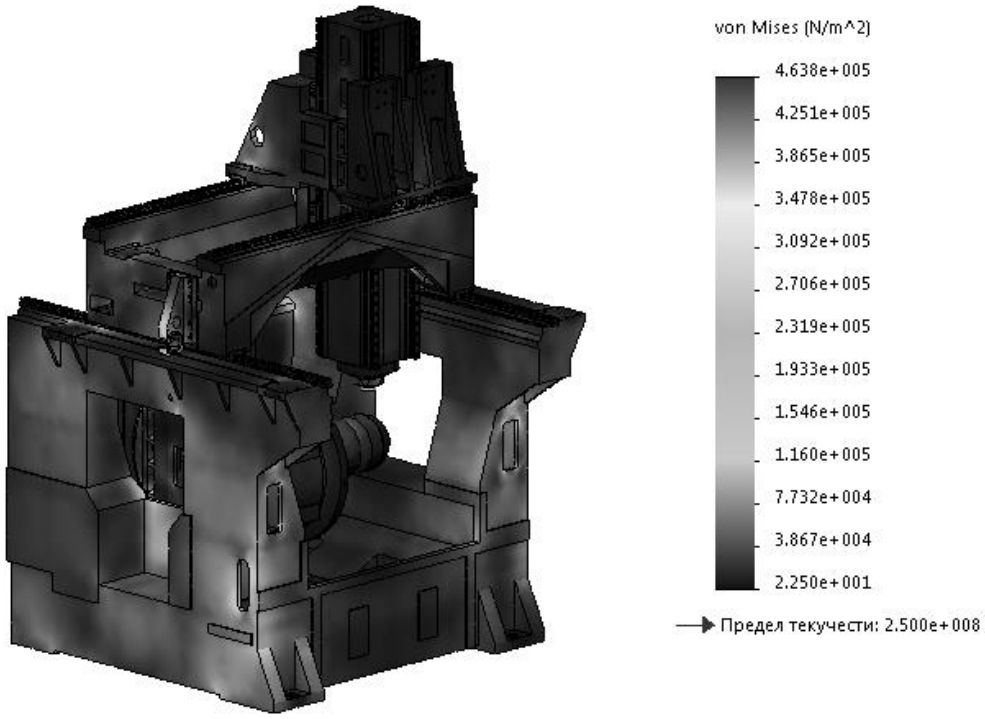
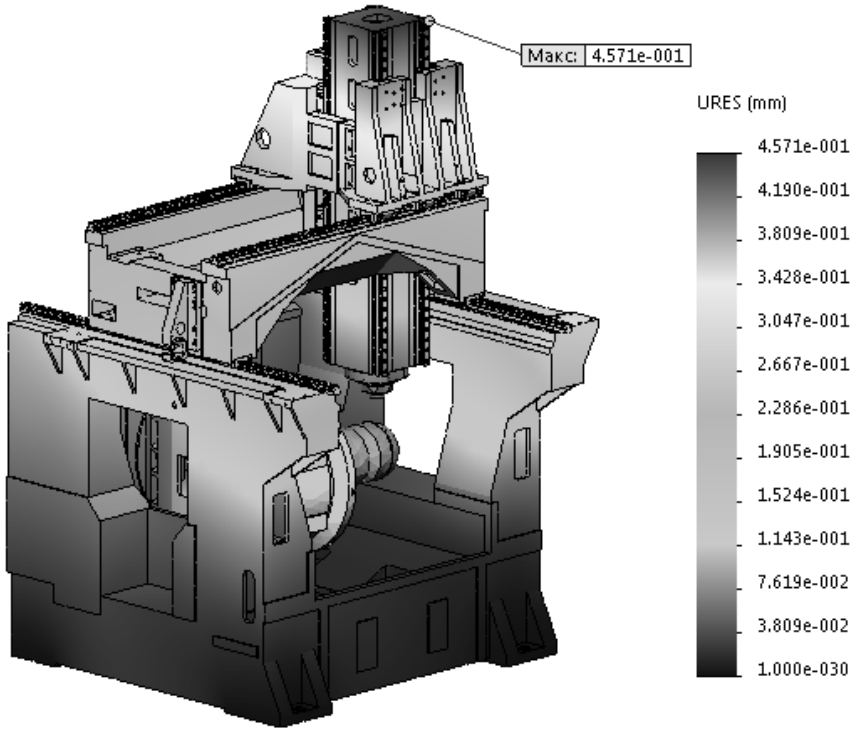


Рисунок 2 – Зависимость между динамическим перемещением *URES* и частотой

Таблица 1 – Результаты динамического анализа модели станка

Эпюра. Критерий прочности *Von Mises*, Н/мм^2

Расчетное значение: предел текучести 4,638×10^5 Н/мм^2 (0,4638 МПа) Допустимое значение: предел текучести 2,50×10^8 Н/мм^2 (250 МПа)
Эпюра. Суммарные динамические перемещения *URES*, мм

Расчетное значение: 0,4571 мм. Допустимое значение: не более 0,5 мм.

Заключение. Предложенная методика позволяет проводить динамический анализ компоновок станков на ранних стадиях проектирования (эскизное проектирование, техническое предложение) с применением ПО *CAD/CAE*-систем и МКЭ.

Литература

1. Врагов, Ю. Д. Анализ компоновок металлорежущих станков / Врагов Ю. Д. – М.: Машиностроение. – 1978. – 208 с.;

2. Dassault Systemes [Электронный ресурс]: // SolidWorks. – 2019. Режим доступа: https://www.solidworks.com/ru .– Проверено 16.05.2019.

3. ООО «Стан» [Электронный ресурс] // СТАН – лидер российского станкостроения. – 2019. – Режим доступа: https://www.stan-company.ru .– Проверено 16.05.2019.

4. Информационные технологии в проектировании мехатронного оборудования: учеб. пособие / К. С. Кульга; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2014. – 201 с.

К.С. Кульга, А.А. Китаев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЛОЖЕННЫХ СЕТЯХ ПЕТРИ ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет «УГАТУ»)

Цифровая экономика и существенное повышение конкуренции на мировом рынке ставят перед предприятиями авиационной, авиадвигателестроительной и машиностроительной промышленности (далее, предприятия) новые задачи, связанные с повышением эффективности производства партий деталей и сборочных единиц (ДСЕ) высокотехнологической продукции. Для решения этих задач, ведущие зарубежные компании продолжают активно вести исследования в следующих перспективных направлениях: создание новых методологий компьютерного моделирования, проектирования и изготовления гибких производственных систем (ГПС) с применением оборудования с ЧПУ, функционирующих в едином информационном пространстве предприятия в безлюдном режиме. 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.

Для решения этой задачи предложены новый метод имитационного моделирования компоновок ГПС и других производственных систем с помощью модифицированных вложенных сетей Петри (МВСП) [**Ошибка! Источник**

ссылки не найден.]. Кроме того, анализ зарубежной литературы последних лет показывает, что наиболее актуальными являются задачи имитационного моделирования для решения вопросов оперативно-календарного планирования, а также интеграции с системами автоматизированного управления реального времени, для определения оптимальных алгоритмов управления [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. В связи с этим актуальной является задача моделирования производственных систем с помощью МВСП на уровне отдельных переходов операций обработки.

Цель работы. Разработка механизма горизонтальной синхронизации в МВСП для имитационного моделирования в ГПС связанных и параллельно протекающих процессов

Теоретическая часть. В имитационной модели МВСП операция представляется в виде временной сети Петри [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. При этом позиции сети Петри отражают текущее состояние выполняемой операции, а переходы — переход от одного состояния к другому. Рассмотрим пример модели операции обработки детали на многоцелевом токарном обрабатывающем центре (ОЦ) (рисунок 1).

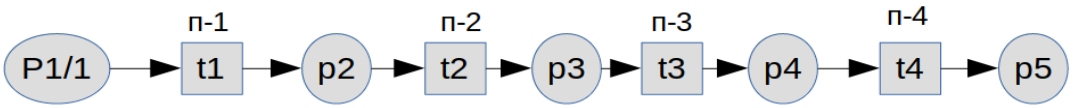


Рисунок 1 – Пример модели операции обработки детали на ОЦ представленной сетью Петри

Состояния выполнения операции представлены позициями $P_1 \dots P_5$ (через «/» указано начальное количество фишек в позиции), переходы $t_1 \dots t_4$ представляют переходы из одного состояния в другое. P_1 – представляет заготовку, установленную в патрон станка; t_1 (п-1) – операция чернового точения, P_2 – заготовка после операции чернового точения, t_2(п-2) – операция чистового точения, P_3 – заготовка после операции точения, переходы t_3, t_4 (п-3, п-4) – операции фрезерования, и позиции P_4, P_5 – заготовка после первой операции фрезерования и готовая деталь. Задавая время срабатывания переходов $t_1 \dots t_4$ мы можем настроить время выполнения моделирования каждой операции. В результате получена линейная модель и в простейшем варианте в ней можно было бы исключить переходы $t_2 \dots t_4$ и позиции $P_3 \dots P_5$, и время срабатывания перехода t_1 отражало бы общее время обработки детали. Для обеспечения возможности комплексного моделирования нескольких взаимосвязанных процессов протекающих параллельно, требуется увеличить уровень детализации этих процессов.

Для взаимодействия разных процессов, связанных с различными объектами одного уровня вложенности, используется механизм **горизонтальной синхронизации.** Данный механизм применяется так же и в оригинальном методе вложенных сетей Петри [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Одна-

ко с учётом используемых модификаций реализация в данном методе имеет некоторые отличия.

Так как моделирование операции возможно только, если фишка находится в соответствующей позиции [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], то и синхронизация возможна только при наличии связанных фишек в одной позиции. Одновременно, в одной имитационной модели, может выполняться моделирование одинаковых наборов взаимосвязанных операций, независимо друг от друга в разных позициях МВСП.

Набор связанных операций представлен деревом, корнем которого является операция, помеченная как основанная. Связи между операциями направлены от основной к последующим (рисунок 2).

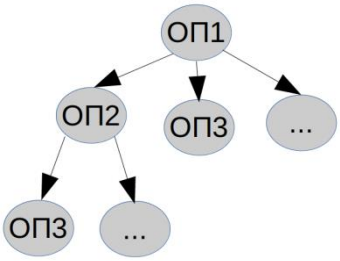


Рисунок 2 – Дерево связанных операций

Каждая -ая ($i = 1..n$) операция в МВСП представляется картежом (3)

$$OP_i = \{C, HSNC\}, \quad (1)$$

где $C = \{P, T, D^+, D^-, M, TM\}$ - временная сеть Петри, P- множество позиций сети Петри, T - множество переходов сети Петри, D^+, D^- - матрица входов и выходов сети Петри соответственно, M - начальная маркировка сети Петри, TM - вектор весов переходов, определяющих временную задержку их выполнения;
FM- флаг, что операция является основной;
$HSNC$ - таблица синхронизации.

Таблица синхронизации так же является картежем (3). Таблица синхронизации описывает взаимосвязи между разными операциями, разных фишек МВСП

$$HSNC = \{Pt, \{Tl\}, \{STr\}, \{\{St\}\}\}, \quad (2)$$

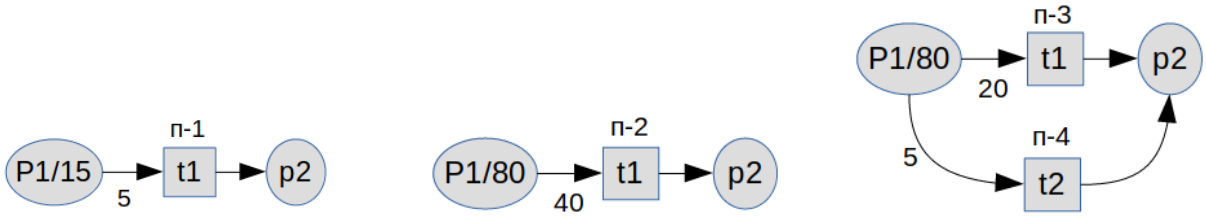
где Pt - тип позиции, в которой возможна синхронизация;
$\{Tl\}$ - множество типов связанных фишек, операции в которых синхронизируются с данной;
$\{STr\}$ - множество переходов данной операции, с которыми выполняется синхронизация;
$\{\{St\}\}$ - множество множеств параметров синхронизации.

Параметры синхронизации описываются картежом (3)

$$St = \{TN, SO, SOT\}, \quad 3)$$

где TN - индекс фишки во множестве$\{Tl\}$;
SO- номер операции, с которой выполняется синхронизация;
SOT- номер перехода в сети Петри операции, с которой выполняется синхронизация.

Рассмотрим сети Петри для моделирования процесса износа инструмента во время выполнения операции (рисунок 3).



а) б) в)

Рисунок 3 – Сети Петри для моделирования операций износа инструмента

Переходы сети Петри, помеченные как *n-1..n-2* связаны с аналогичными переходами операции обработки детали (см. рис. 1).

Связанные переходы могут выполняться только одновременно, при этом отсутствие условия для срабатывания перехода в одной операции является основание для блокирования перехода другой операции.

Таблица синхронизации формируется по следующим правилам: определяется набор синхронных операций, в которых отмечаются синхронные переходы; для основной операции ($FM = 1$) прописываются связи с другими операциями ($HSNC$); указывается идентификатор позиции, в которой будет работать синхронизация (Pt); прописываются идентификаторы фишек со связанными операциями (Tl); прописывается множество переходов текущей операции, для которых используется синхронизация (STr); для каждого перехода операции, прописывается множество параметров синхронизации ($\{St\}$). При этом связь между операциями односторонняя, то есть таблица синхронизации указывается от одной операции к другой. Таким образом, операции, являющиеся листьями дерева связанных операций (рисунок 2), не имеют таблиц синхронизации. Однако такие операции не могут моделироваться отдельно, так как не отмечены как основные ($FM = 0$).

В рассматриваемом примере в операциях на рисунке 3.а (износ инструмента при черновом точении) переход t_1связан с переходом t_1операции обработки детали (рисунок 1). Таким образом, для выполнения моделирования операций необходимо, что бы оба переходы были разрешены. Например, в случае если в позиции P_1(начальная маркировка 15) будет меньше пяти фишек, переход t_1 в обеих операциях будет запрещён. Такая ситуация соответствует износу инструмента, и продолжение выполнения операции обработки детали может

быть возможно только при замене инструмента (замена фишки — инструмента в позиции МВСП).

Вывод. В статье предложен механизм горизонтальной синхронизации в МВСП, позволяющий выполнять имитационное моделирование связанных процессов, протекающих параллельно в производственной системе (например, обработка деталей и износ инструмента, расход дополнительных материалов). Применение этого механизма увеличивает уровень детализации и повышает точность имитационного моделирования производственных систем.

Литература

1 Кульга К.С., Китаев А.А. Имитационное моделирование гибких производственных систем на стадии эскизного проектирования // СТИН. 2017. №6. С. 2-10.

2 Negahban A., Smith J. S. Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis //Journal of Manufacturing Systems. – 2014. – Т. 33. – №. 2. – С. 241-261.

3 Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ. — М.: Мир, 984. — 264 с, ил.

4 Ломазова И. А. Вложенные сети Петри: моделирование и анализ распределённых систем с объектной структурой. – Научный мир, 2004.

Н.К. Кусюмов, В.В. Мокшин

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ КАЗАНСКОГО АЭРОПОРТА В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(КНИТУ-КАИ имени А.Н. Туполева)

Каждый человек сталкивался с долгой и изнуряющей подготовкой к вылету: прохождение метало детекторов, регистрация на рейс, сдача багажа, прохождение паспортного контроля, ожидание вылета и непосредственно сама посадка на самолет. Все эта подготовка к вылету выматывает нас, однако каждый этап очень важен в работе аэропорта, ведь он обеспечивает комфортность и безопасность полетов.

Каждый человек старается не тратить свое время попусту, а очереди и сам процесс прохождения какого-то этапа занимает огромное количество времени. Поэтому хотелось бы чтобы очереди занимали меньше времени у людей, готовящихся к полету. Именно такие места я постарался взять к рассмотрению и их оптимизации в системе имитационного моделирования Anylogic.

Целью данной работы является нахождения оптимального количества ресурсов, используемых в аэропортах. Эта работа нацелена на минимизацию времени нахождения людей в очередях и на этапах подготовки к вылету. Методика и методы анализа подобных сложных систем представлены в работах.

Использование средств имитационного моделирования для оптимизации систем позволяет снизить затраты на расчет вариантов оптимизации и выбор оптимального варианта.

В представленной работе рассматривается оптимизация количества затрачиваемых ресурсов в Казанском аэропорту средствами среды имитационного моделирования AnyLogic.

Описание системы работы аэропорта. В данной модели случайным образом генерируются рейсы и количество людей которые поедут данным рейсом. Также создаются события готовности автомобиля к посадке пассажиров. Всего генерируется три типа транспортных средств: автомобиль, такси и электричка. Пассажиры садятся в транспорт и едут в аэропорт. Приехав в аэропорт, автомобиль уезжает, а пассажиры встают в очередь службы безопасности, в которой их и их чемоданы проверяются на наличие запрещенных предметов. Дойдя до самой процедуры досмотра, человек ставит свой багаж на ленту досмотра, а сам проходит метало детекторы. В данной модели предусмотрен случай, когда человек может не пройти досмотр, тогда он вынужден будет пройти эту процедуру заново. Также учитывается тот факт, чтобы каждый пассажир забрал свой багаж. После они ожидают начала регистрации на рейс, во время ожидания они могут упаковать свои чемоданы при необходимости на специальных столах. При прохождении пункта регистрации на рейс пассажир сдает свой багаж и регистрируется на рейс. Далее пассажиры проходят на паспортный контроль, в котором проверяется их личность и выясняется разрешен ли вылет данному пассажиру. После паспортного контроля пассажира ожидает служба безопасности, похожая на ту которая стояла на выходе. После чего они ожидают посадки на рейс, при этом в имитационной модели у пассажиров есть возможность посетить некоторые сервисы, которые есть в модели данного аэропорта: магазины, закусочные и туалет. Затем пассажиры организуют очередь для посадки на рейс, подтверждают свою регистрацию на данный рейс, происходит посадка на самолет и вылет.

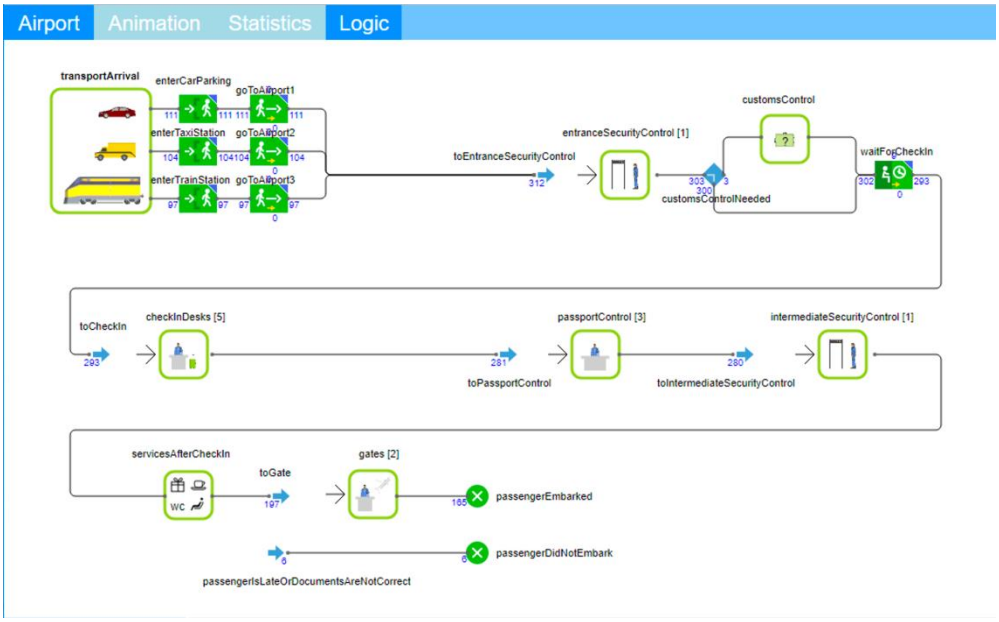


Рис. 1. Логическая модель аэропорта в системе AnyLogic

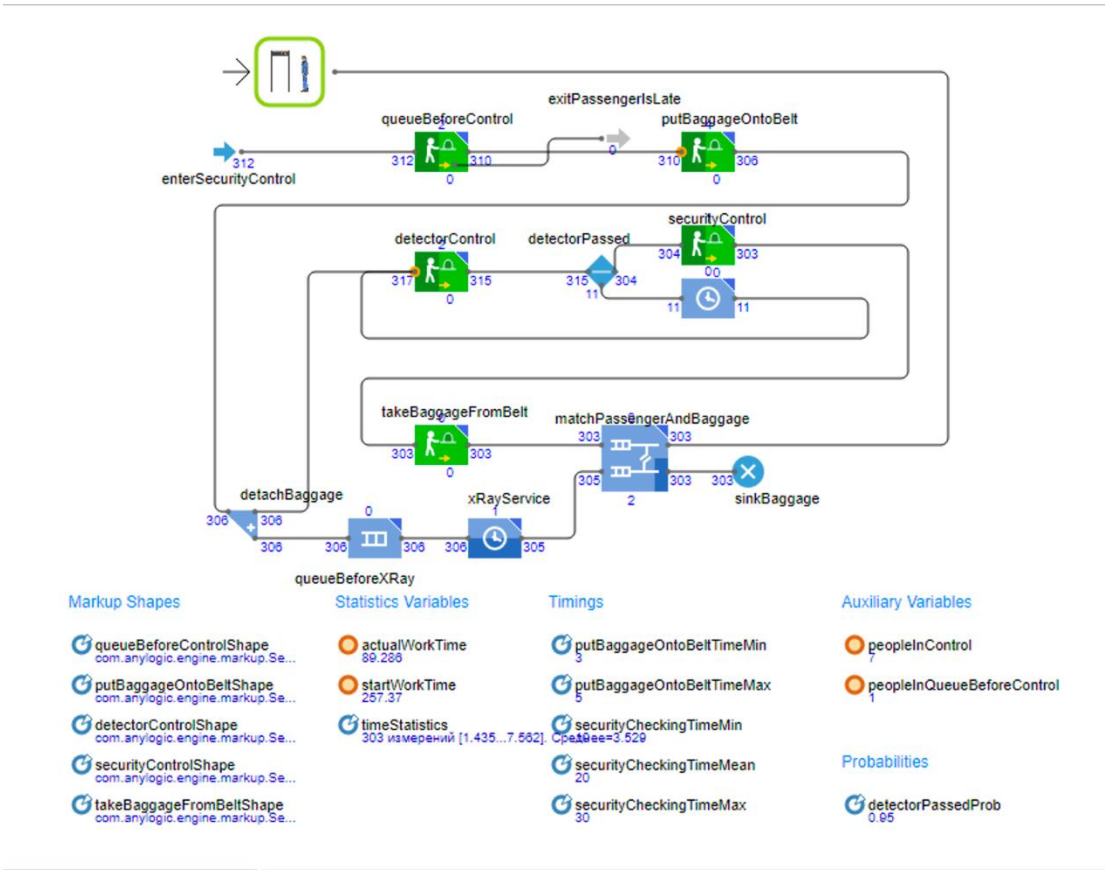


Рис. 2. Декомпозиция блока досмотра пассажира в системе AnyLogic

Время моделирования модели составляет 1 день. Также имеется возможность декомпозиции блоков. Результаты оптимизации представлены на рисунке 3 (Рис. 3). Проводилась оптимизация количества ресурсов при максимально возможной эффективности ресурсов и минимальному времени пребывания пассажиров в аэропорту. В результате такой оптимизации количество используемых ресурсов будет следующим:

Количество служб безопасности на входе: 2

Количество регистрационных столов: 2

Количество паспортных столов: 3

Количество внутренних служб безопасности: 2

Количество посадочных стоек: 1

Время пребывания человека в аэропорту. В результате оптимизации удалось уменьшить время пребывания людей в аэропорту с 24 минут до 8, без учета ожидания начала регистрации на рейс и посадки.

KazanAirport : Optimization

	Текущее	Лучшее
Итерация:	270	126
Функционал: ↓	9.046	8.024
Параметры		Copy best
Time from check in opening to departure	120	120
Time from check in closure to departure	45	45
Time from boarding start to departure	50	50
Time from boarding finish to departure	25	25
Mean security control time	20	20
Intermediate security control time mean	20	20
Detector passed probability	0.95	0.95
Probability of customs control	0.01	0.01
Mean declaration filling time	10	10
Check in time mean	45	45
Mean passport control time	40	40
Probability of passport to be valid	0.999	0.999
Mean gate control time	2	2
entranceSecurityControlsQuantityP	3	2
checkInDesksQuantityP	5	2
passportControlsQuantityP	2	3
intermediateSecurityControlsQuantityP	2	2
gatesQuantityP	1	1

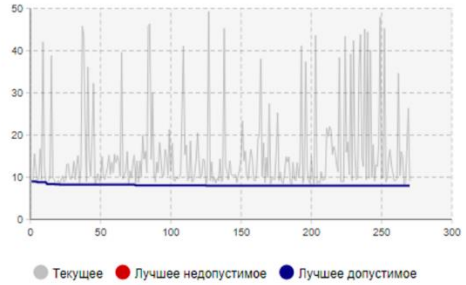


Рис. 3. Оптимизация исходной модели по времени пребывания пассажира в очередях Казанского аэропорта в системе AnyLogic

Выводы

В процессе моделирования была осуществлена разработка одного дня работы модели Казанского аэропорта.

Проведена оптимизация имитационной модели и её оптимизация. Предложенный алгоритм оптимизации позволяет эффективно использовать ресурсы аэропорта, сократив время пребывания пассажиров в очередях аэропорта. Данная оптимизация может так же применяться и в других аэропортах.

Литература

1. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Моделирование сложных систем в имитационной среде AnyLogic / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 13. С. 352-357.

2. Мокшин В.В., Якимов И.М. Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

3. Мокшин В.В., Сайфудинов, И.Р., Кирпичников А.П. Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 112-116.

4. Мокшин В.В. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

5. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Яхина З.Т. Сравнение систем структурного и имитационного моделирования по модели M/M/5 // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 16. С. 113-119.

6. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Трусфус М.В., Мокшин В.В. Сравнение систем структурного и имитационного моделирования ANYLOGIC, EXTENDSIM, SIMULINK / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 15. С. 118-122.

Х. Лу[1,2], Ю.М. Заболотнов[1], А. Ли[2]

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ РАЗВЕРТЫВАНИЯ

([1]Самарский национальный исследовательский университет, г.Самара, РФ,
[2]Северо-западный политехнический университет, г.Сиань, КНР)

Аннотация. Рассматривается задача формирования вращающейся космической тросовой системы в процессе ее развертывания с использованием двигателей малой тяги как вспомогательного средства. Предлагается способ перевода системы во вращение, которая использует естественно возникающие силы инерции в подвижной орбитальной системе координат и малую тягу двигателей. Предполагается, что исходном состоянии два малых космических аппарата совершают совместный полет по орбите и имеют некоторую угловую скорость вращения относительно общего центра масс. Для перевода системы во вращение предлагается закон управления, который основан на контроле силы натяжения троса и релейной программе изменения тяги двигателей. Результаты моделирования подтверждает эффективность предложенной схемы формирования вращающейся космической тросовой системы.

Введение. Вращающаяся тросовая система (ВТС) считается перспективным средством решением многих задач на орбите благодаря своей естественной устойчивости при вращении и возможностям, включая создание искусственной гравитации, транспортным операциям, таким как доставку полезного груза на поверхность Земли, запуск малых космических аппаратов (КА) на более высокую орбиту и др. [1,2]. По сравнению с обычными тросовыми системами, формирование вращающихся систем имеет свои особенности [1]. При этом возможны разные подходы к решению этой задачи. Например, на первом этапе тросовая система может развертываться в конечное положение равновесия [3], близкое к вертикали, а потом система при постоянной длине троса переводится во вращение с помощью двигателей малой тяги. Развертывание в конечное положение равновесия тросовой системы является достаточно отработанной технологией, что ведет к повышению безопасности при реализации миссии. Однако такой процесс формирования ВТС требует дополнительного времени и затрат энергии. В настоящей работе предлагается соединить эти два

этапа, то есть предлагается формировать ВТС в процессе выпуска троса. Это позволяет использовать естественно возникающие силы инерции (центробежную и силу Кориолиса) для перевода системы во вращение. Кроме того, в момент начала развертывания системы вращательное движение КА относительно общего центра масс позволяет обеспечить уверенное разделение КА, соединенных тросом. Такое разделение КА уже использовалось при формировании космической тросовой системы [4]. Приводится пример численного моделирования процесса формирования ВТС, который подтверждает эффективность предложенного способа управления.

Математическая модель движения тросовой системы. В этой работе предполагается, что КА совершают полет по круговой орбите, трос считается нерастяжимым и невесомым, КА – материальные точки, имеющие массы m_1, m_2. В этом случае динамические уравнения движения системы имеют вид [1]

$$\begin{aligned} &\ddot{r} - r\left[\left(\dot{\theta}+\omega\right)^2 + \omega^2\left(3\cos^2\theta - 1\right)\right] = -T / m_e \\ &\ddot{\theta} + 2\left(\dot{\theta}+\omega\right)\left(\dot{r}/r\right) + 1.5\omega^2 \sin 2\theta = F_\theta / m_e r \end{aligned} \tag{1}$$

где r - длина троса, θ - угол отклонения троса от вертикали, ω - угловая скорость движения центра масс системы по орбите, $m_e = m_1 m_2 / \left(m_1 + m_2\right)$, T - сила натяжения троса, F_θ - силы тяги двигателей.

Законы управления. При выпуске троса контролируется сила его натяжения. Сила натяжения изменяется в соответствии с законом

$$T = \begin{cases} T_{\min}, & \text{если } r < r' \\ f_1 + f_2, & \text{если } r' \le r < r_f \\ f_1, & \text{если } r \ge r_f \end{cases} \tag{2}$$

где $f_1 = m_e r[(\dot{\theta}+\omega)^2 + \omega^2(3\cos^2\theta - 1)]$, $f_2 = K_{\dot{r}}\dot{r}$, $T_{\min} > 0$ - минимальная сила натяжения троса, $r', r_f, K_{\dot{r}}$ - параметры закона. При этом функция f_2 обеспечивает торможение троса в конце развертывания системы. При использовании закона (2) угол θ не контролируется, однако это и требуется, так как это приводит к возникновению дополнительной угловой скорости, которая способствует переводу системы во вращение.

Тяга изменяется в соответствии с законом [1]

$$F = \begin{cases} F_{\max}, & \text{если } 0 \le \dot{\theta} < \dot{\theta}_f \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \tag{3}$$

где $F_{\max}$ - максимальная доступная тяга; $\dot{\theta}_f$ - конечная угловая скорость. Использование закона (3), предложенного в работе [1], значительно уменьшает необходимую величину силы тяги при сохранении полного импульса маневра.

Численные результаты. При моделировании движения системы использовались исходные данные, которые приводятся в таблице 1.

Таблица 1. Параметры тросовой системы и начальные условия движения

Названия	Значения
Массы m_1, m_2	30 кг, 500 кг
Высота орбиты	500км
Начальные условия $r_0, \dot{r}_0, \theta_0, \dot{\theta}_0$	1м, 0, 0, 0.3 рад/с
Конечные условия $r_f, \dot{\theta}_f$	3000м, 0.01 рад/с
Параметры законов $r', F_{\max}, K_r$	2900м, 0.05Н, 1.25

Результаты моделирования движения системы приводятся на рисунках 1-3.

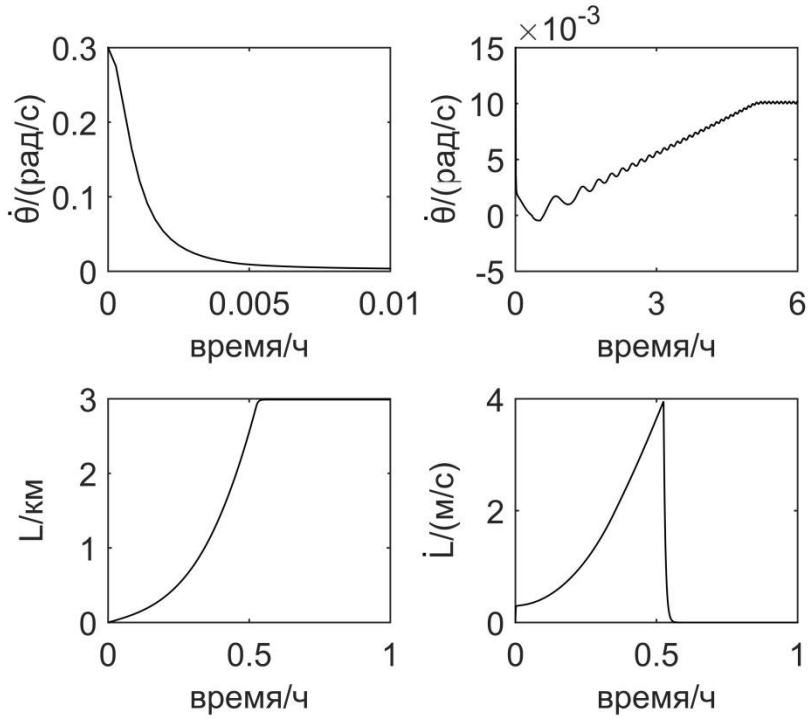


Рис. 1. Характеристики движения системы

Из рисунков следует, что тросовая система развертывается и начинает вращаться примерно через 18938с, причем импульс тяги равен 1760 Нс. Трос полностью развертывается приблизительно через 35 минут, причем погрешность при развертывании составляет около 0.3% (10 м). При этом система переводится во вращение после одного колебания. Весь процесс управления достаточно плавный, и единственный скачок силы натяжения наблюдается на заключительном участке при увеличении тормозящего усилия. Однако этот скачок не слишком большой и может быть дополнительно сглажен путем улучшения программы торможения. Если бы использовалась обычная схема, когда сначала система переводится в состояние, близкое к вертикали, а потом начинается процесс перевода ее во вращение, то в этом случае процесс формирования вращающейся системы будет длиться около 31296с [2,3] (система начинает вращаться после 2 колебаний), а импульс будет равен 2035 Нс. Таким образом, предло-

женный способ перевода системы во вращение позволяет уменьшить на 14% затраты на управление (полный импульс) и на 39% сократить время перевода системы во вращение. Это подтверждает эффективность предложенного способа управления.

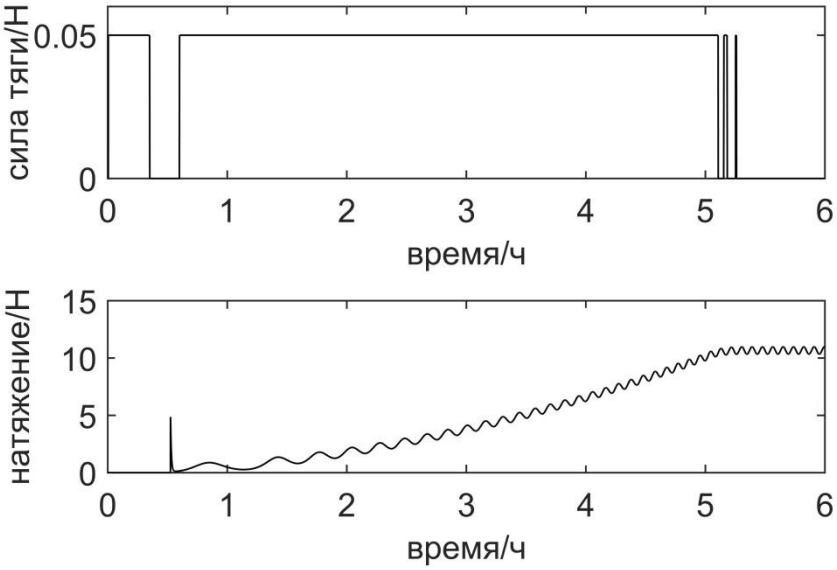


Рис. 2. Тяга и натяжение троса

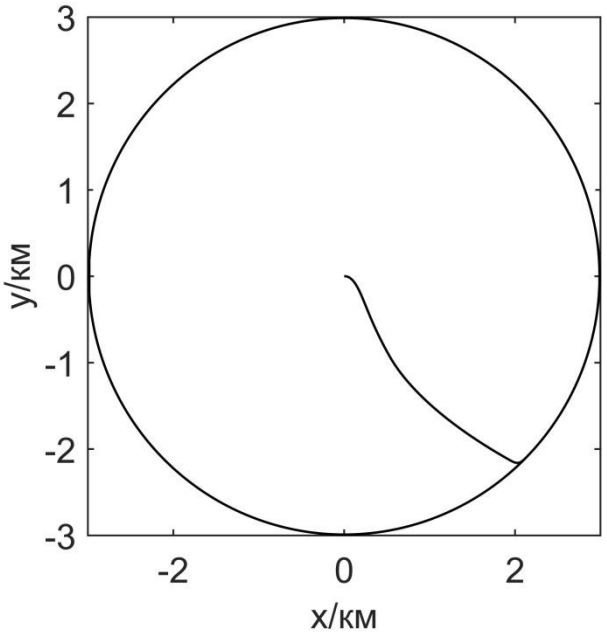


Рис. 3. Траектория концевого тела m_1 относительно центра масс системы

Литература

1. Zabolotnov, Yu. M. Dynamics of the Formation of a Rotating Orbital Tether System with the Help of Electro-thruster. // Procedia Engineering. 2017. Vol. 185. P. 261-266.

2. Van Pelt, M. Space tethers and space elevators // New York: Springer Science & Business Media, 2009. 215 p.

3. Zabolotnov, Yu. Intoduction to Dynamics and Control in Space Tether System. Beijing: Science Press, 2013. 140 p.

4. Liu, H., Song, X., Lin, Q., Chai, H. Deployment dynamics and control of spinning space web// 36th Chinese Control Conference (CCC). Dalian. China. 2017.

А.С. Лаврентьева, В.Р. Фидельман, Ю.Е. Чуманкин

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОВИСАНИЯ СЕТКИ РЕФЛЕКТОРА АНТЕННЫ НА ПОГРЕШНОСТЬ ПАССИВНОГО МОНОИМПУЛЬСНОГО ПЕЛЕНГОВАНИЯ

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

В настоящее время актуальна задача однопозиционного пассивного определения местоположения источника радиоизлучения (ИРИ). Для определения местоположения источника излучения могут применяться пассивные методы [1].

Однопозиционные методы предполагают использование одной многолучевой принимающей антенны с несколькими каналами приема. Каждому каналу приема соответствует один луч диаграммы направленности (ДН) антенны. Электрические оси лучей ориентированы по-разному. Основным этапом решения указанной задачи является определение пеленга на ИРИ. Описание ДН и положения источника излучения ведется в системе координат азимутальный угол φ - угол места θ. ДН дискретизуется на сетке в указанной системе координат. Из определения ДН [2] следует

$$A_i = A_0 d_i(\phi_0, \theta_0), \quad (1)$$

где A_i – амплитуда излучения, принятого *i*-ым лучом ДН, A_0 – амплитуда излучения источника, d_i – ДН *i*-ого луча, (φ_0, θ_0) – направление на источник излучения.

Математически задача однопозиционного пассивного пеленга формулируется как решение системы уравнений относительно неизвестного направления на источник (φ_0, θ_0) [3]. В настоящей работе решение этой системы осуществляется путём минимизации функции ошибки (2) методом симплексной оптимизации. Необходимо отметить, что приём сигналов в реальных условиях всегда сопровождается приёмом шумовой составляющей сигнала. В работе рассматривается аддитивный шум, подчиняющийся распределению Рэлея.

$$E = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \left(\frac{A_i - A_j}{A_i + A_j} - \frac{d_i(\phi_0, \theta_0) - d_j(\phi_0, \theta_0)}{d_i(\phi_0, \theta_0) + d_j(\phi_0, \theta_0)} \right)^2, \quad (2)$$

где *n* – это количество лучей антенны.

В работе рассматриваются рефлекторные параболические антенны. В реальных условиях эксплуатации происходят (могут происходить) односторонний солнечный нагрев, температурные перепады, воздействие вибраций и силы

тяжести Земли, вследствие чего возникают отклонения профиля рефлектора от модельной формы. Под действием указанных причин синфазность поля в раскрыве параболической антенны нарушается, что приводит к изменению ДН, отсутствие учёта которого приводит к появлению дополнительной погрешности определения пеленга. Целью настоящей работы является оценка погрешности пеленга, вызванной деформацией рефлектора антенны, при заданной модели и величине деформации.

Широкое распространение получили сетчатые рефлекторы, отражающая поверхность которых формируется из натянутой между опорными штангами проводящей сетки. При нагреве рефлектора антенны происходит тепловое расширение сетки, что вызывает её провисание. Среднеквадратичное отклонение при подобных деформациях составляет ~50 мм [4]. При этом точки, расположенные дальше от штанг, смещаются сильнее точек, расположенных ближе к штангам, также точки смещаются тем сильнее, чем дальше они расположены от центра зеркала. Исходя из этого, для проведения численного эксперимента была выбрана следующая модель деформации:

$$x \to x; \quad y \to y; \quad z \to z*(1-s*def_{\max}), \tag{3}$$

$$s = \frac{\cosh(\zeta)-\cosh(0)}{\cosh(1)-\cosh(0)}, \tag{4}$$

$$\zeta = \frac{\xi}{\xi_{step}} - \left[\frac{\xi}{\xi_{step}}\right], \tag{5}$$

$$\xi = \arctan(\frac{\theta}{\varphi}), \tag{6}$$

где $def_{\max}$ – максимальное отклонение от идеального параболоида, ξ_{step} – угловое расстояние между опорными штангами. Проведено моделирование деформации рефлектора в соответствии с представленной моделью.

Реализация строгих методов решения задачи рассеяния сопряжена с большими вычислительными затратами, в некоторых случаях целесообразно для анализа полей рассеяния на объектах сложной пространственной конфигурации применять различные упрощения и допущения. Для расчёта диаграммы направленности в настоящей работе использовался метод блестящих точек.

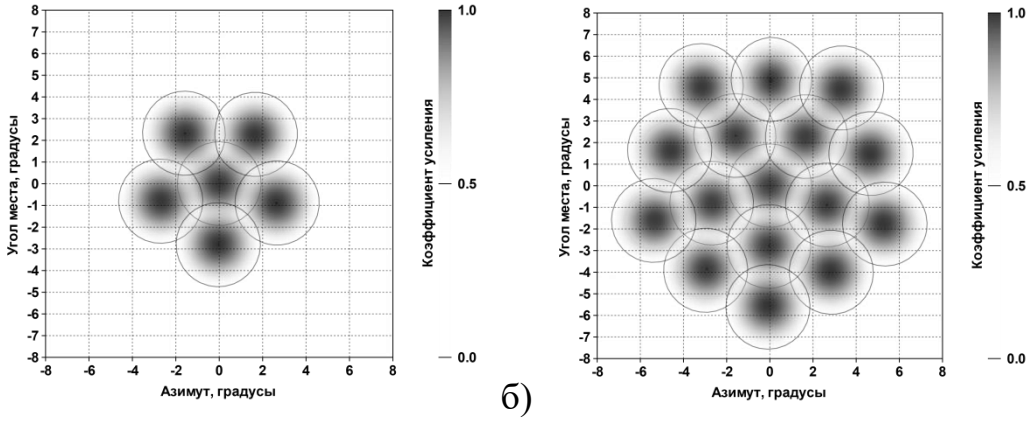
В работе рассмотрен осесимметричный параболический сетчатый рефлектор, с диаметром, равным 10 м, и фокусным расстоянием равным 7 м, количество опорных штанг которого равно шести. Частота настройки антенны выбрана равной 8 ГГц. Для проведения моделирования выбраны две типичные конфигурации излучателей, конфигурации приведены в таблице 1. Частота настройки излучателей f = 8 ГГц. Расчёты выполнены для двух деформаций $def_{\max} = 0\,см$ и $def_{\max} = 5\,см$.

Рассчитанные диаграммы направленности для антенн с недеформированным рефлектором приведены на рисунке 2.

Вычислена зависимость средней погрешности пеленга от отношения сигнал / шум (ОСШ) для антенн с недеформированным и деформированным рефлектором. При оценке средней погрешности для каждого из значений ОСШ проведено 1000 измерений. ОСШ изменялось в пределах от 20 до 30 дБ. Результаты моделирования представлены на рисунке 3.

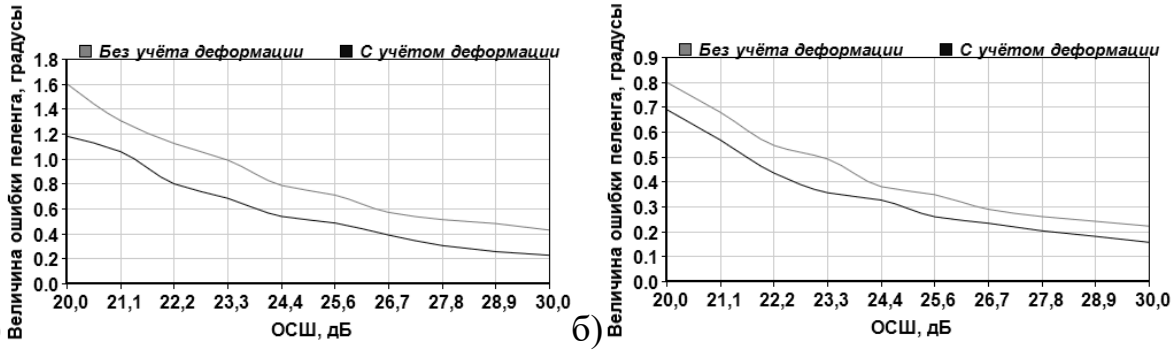
Таблица 1 – Конфигурация излучателей антенн

Шестилучевая конфигурация			Шестнадцатилучевая конфигурация								
№	φ, град.	θ, град.	**№**	φ, град.	θ, град.	**№**	φ, град.	θ, град.	**№**	φ, град.	θ, град.
1	0,00	0,00	**1**	0,00	0,00	**7**	3,09	4,25	**13**	-4,99	-1,62
2	2,85	0,93	**2**	2,85	0,93	**8**	5,71	1,85	**14**	-5,71	1,85
3	1,76	-2,43	**3**	1,76	-2,43	**9**	4,99	-1,62	**15**	-3,09	4,25
4	-1,76	-2,43	**4**	-1,76	-2,43	**10**	3,53	-4,85	**16**	0,00	6,00
5	-2,85	0,93	**5**	-2,85	0,93	**11**	0,00	-5,25			
6	0,00	3,00	**6**	0,00	3,00	**12**	-3,53	-4,85			



а) б)

Рисунок 2 – Рассчитанные диаграммы направленности недеформированных антенн а) шестилучевая конфигурация б) шестнадцатилучевая конфигурация



а) б)

Рисунок 3 – Зависимость оценки погрешности пеленга в зависимости от ОСШ а) для шестилучевой конфигурации б) для шестнадцатилучевой конфигурации

В результате проведения численных экспериментов, получено, что характерные деформации рефлектора антенны приводят к возникновению дополнительного стандартного отклонения, которое оценивается величиной ~0,4 градуса для шестилучевой конфигурации и 0,1 градуса для шестнадцатилучевой конфигурации.

Литература

1. Логинов А.А., Морозов О.А., Семенова М.Ю. Алгоритмы повышения точности оценки пеленга в задаче амплитудной моноимпульсной пассивной локации // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2010, №5(2), с. 358-362.

2. Драбкин А.Л, Зузенко В.Л, Кислов А.Г. Антенно-фидерные устройства. Москва: Сов. радио, 1974. – 536 с.

3. Морозов О.А, Фидельман В.Р., Чуманкин Ю.Е. Предварительная селекция сигналов с использованием теоретико-информационного подхода при решении задачи однопозиционной пассивной пеленгации. DSPA 2018. Доклады, Москва, РНТОРЭС имени А.С. Попова. Т.2. 2018, с. 538-543.

4. Калабегишвили Г.И., Бикеев Е.В., Матыленко М.Г. Поиск минимального количества точек отражающей поверхности рефлектора, необходимого для оценки отклонения диаграммы направленности крупногабаритных трансформируемых антенн // Сибирский журнал науки и технологий. Т.2. 2018 №1, с. 66-75.

О.И. Малыхина, А.Г. Филипов

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ УЗЛОВ НАТУРНОЙ И КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

(Самарский университет)

На этапе экспериментальной отработки космического аппарата (КА) стояла задача получения верифицированной конечно-элементной модели (КЭМ) КА. Для этого, после проведения лабораторных испытаний и расчётов, необходимо было свести данные в одну КЭМ, с последующей корректировкой жесткостных характеристик соединений и элементов расчётной модели.

Для достоверного сравнения, необходимым условием является совпадение координат узлов замеров (лабораторных) объекта испытаний с координатами аналогичных узлов в расчётной КЭМ. В результате того, что замеры проводились бесконтактным методом, то есть с помощью лазерной виброметрии, образовалась погрешность в координатах сопоставляемых узлов (натурных с расчётными). Возникла задача обработки имеющихся данных об узлах натурной модели и узлах конечно-элементной модели КА таким образом, чтобы в результате каждому узлу натурной модели был однозначно сопоставлен один узел КЭМ. Массивы указанных данных представляли собой числовые массивы

большой размерности. Так при проведении лабораторных испытаний замеры производились для 250 точек натурной модели КА, и соответствующий массив данных о координатах этих точек содержал 250 строк. Конечно-элементная модель КА насчитывала около 200 тыс. узлов и соответствующую размерность имел массив, содержащий данные об узлах этой модели. Для решения поставленной задачи потребовалась разработка вспомогательной расчётной программы.

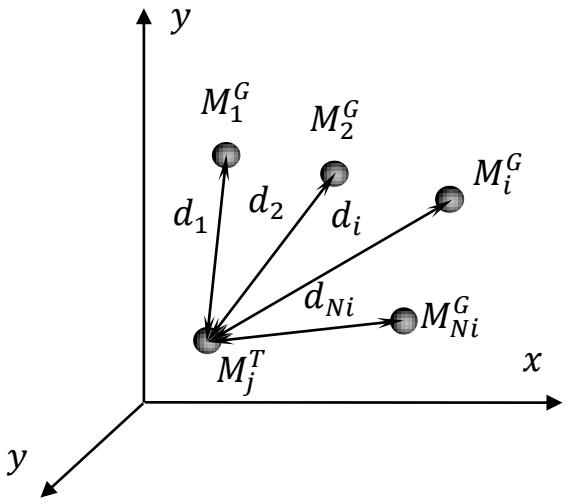


Рисунок 1 – Схематичное
изображение решаемой задачи

Итак, в качестве исходных данных имелось два числовых массива, MT – для натурной модели и MG – для КЭМ, в каждом из которых по столбцам располагались последовательно номера узлов и соответствующие координаты x, y, z узлов. Обозначим число строк в массиве MG через Ni, а в массиве MT – Nj. Рассмотрим некоторую точку натурной модели (рис.1), которая расположена в строке с номером j массива MT. Эта точка будет иметь номер N_j^T и координаты (x_j^T, y_j^T, z_j^T). Изобразим на рисунке рассматриваемую точку, обозначив её через M_j^T. Кроме того, изобразим совокупность узлов КЭМ, отстоящих от точки M_j^T на расстоянии d_i, обозначив их через M_i^G ($i = 1 \ldots Ni$). Для того, чтобы найти узел КЭМ, ближайший к рассматриваемой точке M_j^T, определим расстояние d_i для каждого узла КЭМ, имеющего координаты (x_i^G, y_i^G, z_i^G), по известной формуле [1]:

$$d_i = \sqrt{\left(x_j^T - x_i^G\right)^2 + \left(y_j^T - y_i^G\right)^2 + \left(z_j^T - z_i^G\right)^2}$$

Далее, из найденных значений d_i выбираем наименьшее и запоминаем номер соответствующего узла M_i^G. Данную процедуру повторяем для каждого узла (точки) натурной модели.

На рисунке 2 приведена блок-схема [2] алгоритма расчётной программы, которая была реализована с помощью программного пакета Mathcad [3].

На рисунке 3 приведен окончательный вид расчётной программы. При написании алгоритма особая роль была уделена его универсальности, в результате чего разработанная программа может быть использована в дальнейшем при решении аналогичных задач.

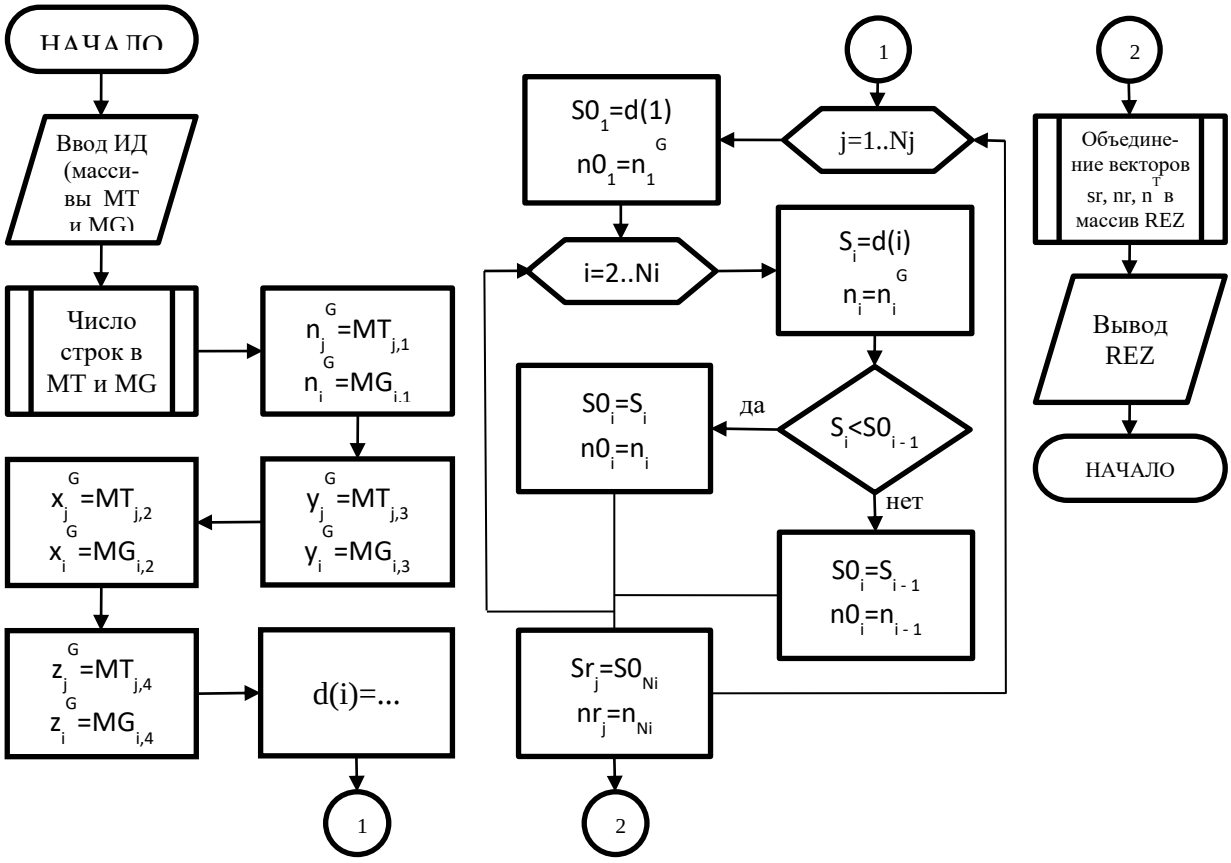


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма расчётной программы

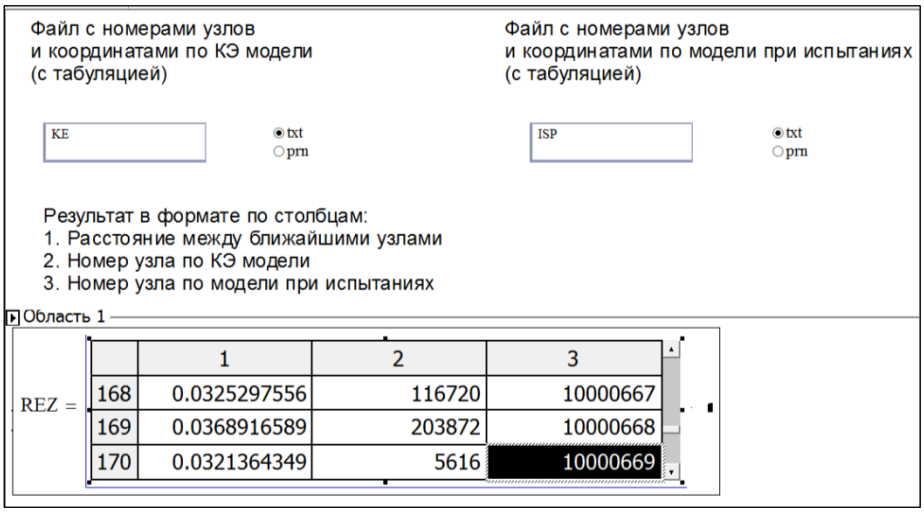


Рисунок 3 – Итоговый вид расчётной программы

Использование возможности создания скрытой зоны (Вставка –> Область) в Mathcad, позволят скрыть расчётный модуль, в отображении которого нет необходимости на этапе эксплуатации разработанной программы. Этот приём, в совокупности с использованием полей ввода и переключателей, упрощает восприятие, позволяет быстро ориентироваться в расчётном файле и оперативно вводить информацию о файлах, содержащих исходные данные, а также получать доступ к результатам расчёта.

Разработанный алгоритм подтвердил на практике свою работоспособность и позволил решить поставленную задачу полностью и в кратчайшие сроки.

Литература

1. Шнейдер В. Е. и др. Краткий курс высшей математики. Учеб. пособие для втузов. М., «Высш. школа», 1972. 640 с.
2. ГОСТ 19.701–90 (ИСО 5807–85) «Единая система программной документации».
3. Панферов А. И., Лопарев А. В., Пономарев В. К. Применение Mathcad в инженерных расчетах: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2004. 88 с.

В.С. Мамонова, Т.В. Ильина

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В СИСТЕМЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева**)**

Имитационное моделирование является методом исследования, где рассматриваемая система реальных объектов заменяется моделью системы массового обслуживания (СМО), максимально приближенно описывающей реальный объект, и именно с этой моделью проводятся эксперименты для получения требуемой информации о поведении системы в той или иной ситуации. Условно система массового обслуживания (СМО) делится на две части: та часть, в которой возникают требования, называется обслуживаемой системой (население, часть производства), а та часть, которая принимает требования и удовлетворяет их, называется обслуживающей системой (транспорт, почта, магазины). Система массового обслуживания включает в себя источник, входящий поток требований, очередь, обслуживающее устройство, выходящий обслуженных требований. СМО классифицируются по местонахождению источника требований: если источник требований находится вне СМО, то система называется разомкнутой, если же она находится внутри системы, то система называется замкнутой.

Одним из способов использования замкнутых моделей массового обслуживания (ЗСМО) является построение на их основе модели исследования реальных объектов в конкретной системе структурного и имитационного моделирования (ССИМ), например, в системе AnyLogic. Она является оптимальным инструментом для разработки объемных симуляционных моделей, сложных анимаций, встраивания моделей в различные IT окружения. AnyLogic позволяет собирать статистику характеристик по системе на основе оптимизационных экспериментов, запуская модель ЗСМО требуемое количество раз и с разными входными характеристики. Таким образом данная ССИМ предоставляет всю информацию о изменения входных параметров системы, как они изменяют ее выходные характеристики, то есть отражает в целом картину поведения системы в разных условиях. На основе такой информации удобно осуществлять поиск оптимального (наилучшего) решения по любому из интересующих выходных параметров благодаря такому инструменту AnyLogic, как оптимизация экспериментов.[1]

В данной статье представлены результаты моделирования и оптимизации замкнутой системы массового обслуживания M/M/m/E//N, сформированной по следующей задаче. ЗСМО состоит из *N* идентичных приборов, каждый из которых выходит из строя в случайные моменты времени с интенсивностью t_{post}. В случае выхода прибора из строя он начинает сразу восстанавливаться одним из *m* свободных обслуживающих аппаратов (ОА) с интенсивностью t_{obsl}. Если все ОА заняты, то прибор встает в очередь из *E* мест и ждет до тех пор, пока не освободится ОА. Каждое ОА в любой момент времени может восстанавливать не более одного прибора. Требуется оценить надежность работы системы и дать предложения по повышению эффективности ее функционирования.

Для моделирования ЗСМО M/M/m/E//N приняты следующие значения входных параметров (Рис. 1):

1) количество обслуживающих аппаратов (ОА) m – **resources**;
2) количество клиентов N – **col_client**;
3) количество мест в очереди E – **que**;
4) среднее время обслуживания транзактов в ОА t_{obsl} – **process_time;**
5) среднее время задержки транзактов у клиентов t_{post} – **ad_time.**

На рис. 1 представлена структура модели, а также ее выходные и входные данные.

Значения входных параметров берутся из таблицы Excel, таким образом осуществлена мобильность данных, возможность изменять их во внешнем источнике данных, а не в самой модели AnyLogic. Структура таблицы Excel для входных параметров представлена на рис.2.

Выходными параметрами ЗСМО являются (на рис. 1. нижний левый столбец, по порядку): среднее количество транзактов в системе, среднее количество занятых ОА, среднее количество транзактов в очереди, среднее число отказов в системе, пропускная способность системы, среднее время ожидания, среднее время обслуживания, среднее время пребывания в системе, среднее

время пребывания отказов в системе, коэффициент использования ОА, стандартное отклонение среднего количества транзактов в системе, стандартное отклонение среднего количества транзактов в ОА, стандартное отклонение среднего количества транзактов в очереди.

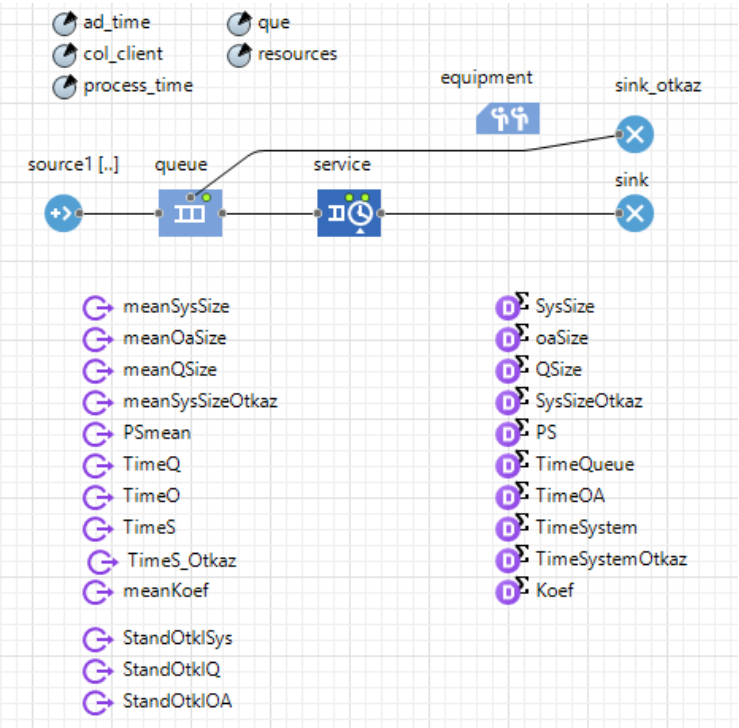


Рис. 1. Структурная схема модели ЗСМО

	A	B	C	D	E	F
1	quantity	admission_time	processing_times	queue	resource_quantity	
2	5	1	20	2	2	

Рис. 2. Входные параметры для модели.

Считывание значения для входного параметра из таблицы Excel осуществляется кодом, представленном на рис.3.

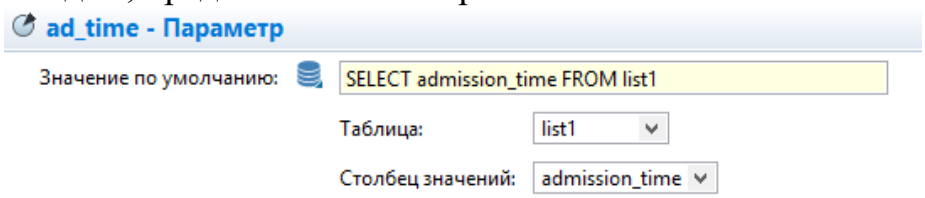


Рис. 3. Считывания значений для входного параметра из таблицы Excel

Все выходные параметры подсчитываются в соответствующих блоках структурной модели. Например, среднее количество транзактов в ОА вычисляется кодом **oaSize.add(service.size())** в блоке service, определяющим характер поведения обслуживающих аппаратов.[2]

Оптимизация проводится по каждому из выходных параметров. На рис.4. представлен интерфейс для оптимизации выходного параметра среднего числа отказов в системе. Результаты оптимизационных экспериментов в виде статистики данных выгружаются в выходную таблицу Excel, что позволяет использовать эти данные для дальнейшего системного анализа, например, построить на их основе регрессионную модель, провести корреляционный анализ и т.д.

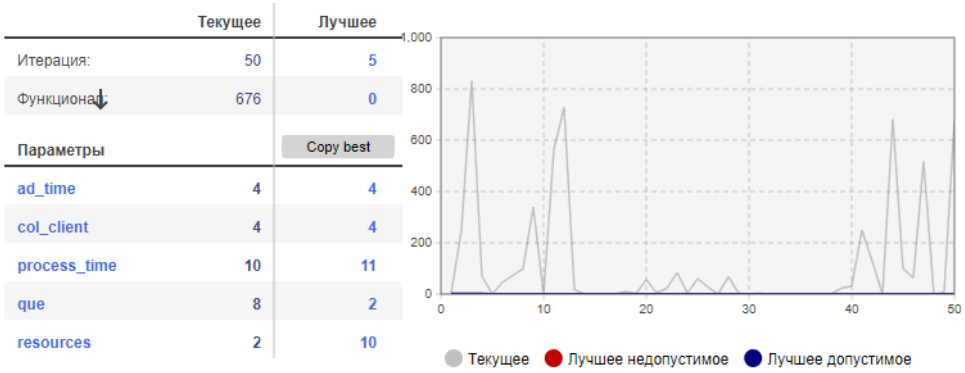


Рис. 4. Оптимизация количества отказов в системе

Выгрузка данных во внешний носитель происходит поэтапно. Сначала в системе AnyLogic создается внутренняя база данных, куда будут сохранены значения входных и оптимизируемой выходной переменных по каждой итерации после запуска оптимизационного эксперимента, а также выходной файл таблицы Excel в той же папке, где сохранена модель AnyLogic. Убедившись, что верно заданы целевая функция для выходного параметра, диапазоны изменения по каждому входному параметру, сформирован интерфейс оптимизационного эксперимента (рис.5.), в блок «Действия Java» оптимизационного эксперимента добавляется строчка кода: executeStatement("INSERT INTO **out_otkaz (ad_time,col_client,process_time,que,resources,otkaz_mean)**VALUES ("+ad_time+", "+col_client+", "+process_time+", "+que+", "+resources+", "+Otkaz +")"). Таким образом входные (**ad_time,col_client,process_time,que,resources**) и выходные (**otkaz_mean**) данные сохраняются во внутреннею базу данных **out_otkaz,** созданную в начале. После этого в свойствах базы данных необходимо настроить экспорт в нужный выходной файл таблицы Excel и непосредственно экспортировать базу данных. Пример выходной таблицы изображен на рис.6.

Заключение. По результатам проведенной работы можно отметить, что оптимизацию реальных объектов с помощью имитационного моделирования весьма удобно проводить в системе имитационного моделирования Anylogic, за счет как интерфейса структурного моделирования, так и реализованных объектов моделирования на основе реальных объектов.

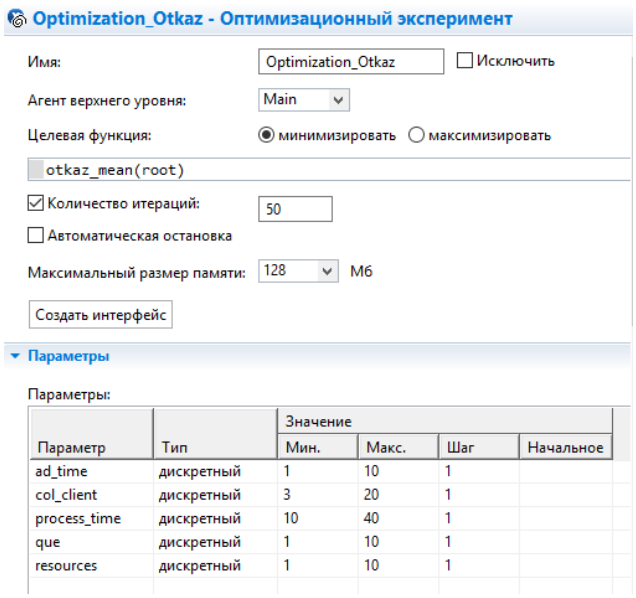
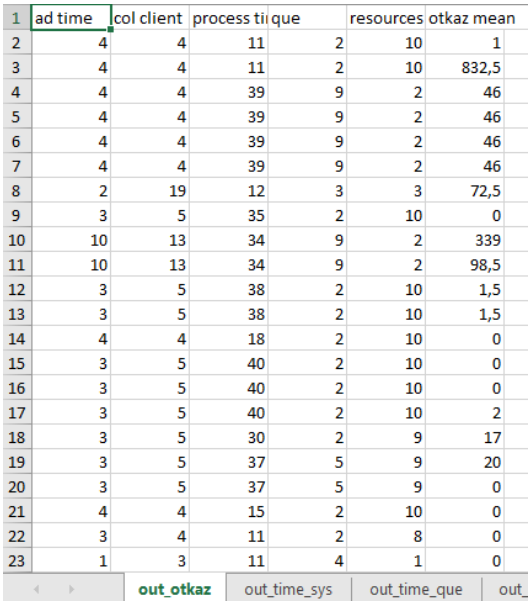


Рис. 5. Настройки оптимизационного эксперимента



	ad time	col client	process ti	que	resources	otkaz mean
2	4	4	11	2	10	1
3	4	4	11	2	10	832,5
4	4	4	39	9	2	46
5	4	4	39	9	2	46
6	4	4	39	9	2	46
7	4	4	39	9	2	46
8	2	19	12	3	3	72,5
9	3	5	35	2	10	0
10	10	13	34	9	2	339
11	10	13	34	9	2	98,5
12	3	5	38	2	10	1,5
13	3	5	38	2	10	1,5
14	4	4	18	2	10	0
15	3	5	40	2	10	0
16	3	5	40	2	10	0
17	3	5	40	2	10	2
18	3	5	30	2	9	17
19	3	5	37	5	9	20
20	3	5	37	5	9	0
21	4	4	15	2	10	0
22	3	4	11	2	8	0
23	1	3	11	4	1	0

out_otkaz | out_time_sys | out_time_que | out_

Рис.6. Выходной файл таблицы Excel с данными по оптимизационным экспериментам

Литература

1. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Моделирование сложных систем в имитационной среде AnyLogic / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 13. С. 352-357.

2. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Трусфус М.В., Мокшин В.В. Сравнение систем структурного и имитационного моделирования ANYLOGIC, EXTENDSIM, SIMULINK / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 15. С. 118-122.

П.С. Медведев, А.Т. Садыкова, А.Л. Нуруллина,
Г.Л. Нуруллина, В.В. Мокшин

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ПРОЕЗДА ПЕРЕКРЕСТКОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(АФ КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева)

Ключевые слова: имитационное моделирование, оптимизация, перекресток, система AnyLogic, ERwin Process Modeler.

В статье представлена оптимизация перекрестка, а именно оптимизация времени проезда транспортных средств на перекрестках Фахретдина-Ленина и Тукая-Ленина в г. Альметьевск. Приведена имитационная модель работы перекрестка в системе имитационного моделирования AnyLogic. Проведена оптимизация вышеуказанной модели перекрестка за счет человеческих ресурсов средствами системы имитационного моделирования AnyLogic. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма оптимизации являются время проезда перекрестка, а также загруженность дорог, ис-

пользуемых на данном перекрестке, сведенные вместе с результатами имитационного моделирования и оптимизации имитационной модели в таблицу. В качестве подтверждения табличных значений приведено графическое отображение одного из этапов оптимизации, а именно оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестков, в системе AnyLogic.

Введение

Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство.

Целью данной работы является минимизация проезда перекрестков, предотвращение ДТП и конфликтных ситуаций на дороге. Именно на повышение производительности и нацелена оптимизация систем: определение того, какие именно изменения и куда можно внести, разработка нескольких вариантов подобных изменений, расчет всевозможных рисков и издержек, включая и потерю прибыли вследствие простоя оборудования, а затем выбор оптимального варианта.

Использование средств имитационного моделирования для оптимизации систем позволяет снизить затраты на расчет вариантов оптимизации и выбор оптимального варианта. Актуальной задачей является также моделирование систем безопасности с предметной областью, представленной в работе.

В представленной работе рассматривается оптимизация времени проезда перекрестков Ленина-Тукая, Фахретдина-Ленина средствами среды имитационного моделирования AnyLogic.

Описание системы работы перекрестка

Машины подъезжая к перекрестку останавливаются перед стоп-линией, если горит запрещающий сигнал светофора, как только загорается зеленый сигнал светофора, машины начинают движение.

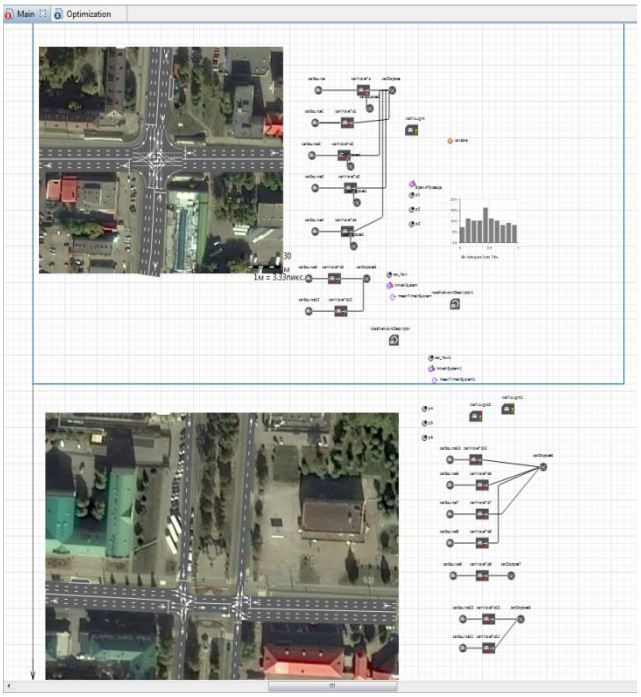


Рис. 1. Модель работы перекрестков в системе AnyLogic

Время моделирования и оптимизация данной модели составляло 60 минут. Результаты оптимизации представлены в таблице 1,2. В результате такой оптимизации время светофора снизилось с 60 секунд (исходная модель) до 58 секунд , с 20 (исходная модель) до 14. Время проезда перекрестка Ленина-Тукая уменьшилось. Время моделирования и оптимизация также составляло 60 минут. Результаты оптимизации представлены в таблице 1,2.

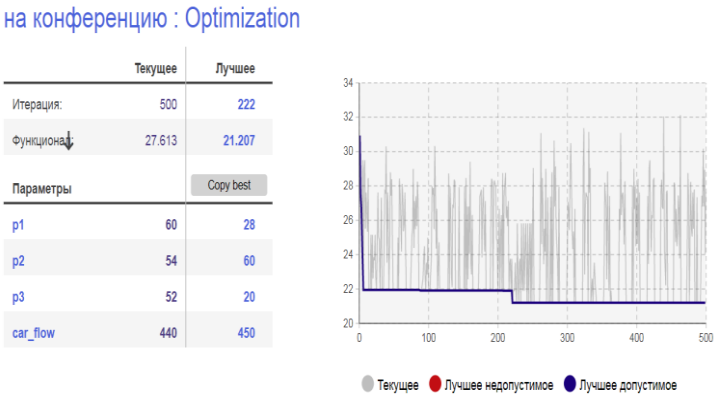


Рис. 2 – Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка Ленина-Фахретдина в системе AnyLogic

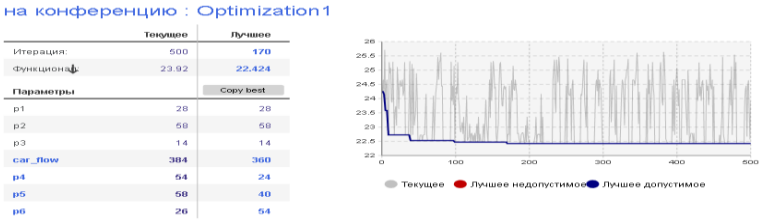


Рис. 3. Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка Тукая-Ленина в системе AnyLogic

Таблица 1 – Результаты оптимизации модели перекрестка Ленина-Фахретдина

Значение параметра	Исходная модель	Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация модели с повышением нагрузки по времени обработки паллет	Оптимизация модели с повышением нагрузки по загруженности
1	2	3	4	5	6	7
Kol	1,364	2,071	2 005	1 992	2 269	2 206
X1	35,211	34,576	37,408	40,418	819,36	852,03
X2	11,377	23,997	25,934	26,17	31,882	33,986
X3	179,014	188,387	64,535	68,803	6 141,196	6 162,21
SR	28,217	27,921	5,467	6,261	704,954	745,417
Dover	1,497	1,317	0,239	0,275	29,007	31,107

Таблица 2 – Результаты оптимизации перекрестка Ленина-Тукая

Значение параметра	Исходная модель	Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация модели с повышением нагрузки по времени обработки паллет	Оптимизация модели с повышением нагрузки по загруженности
1	2	3	4	5	6	7
Kol	738	2,209	2 005	1 992	2 269	2 206
X1	156,202	46,305	37,408	40,418	819,36	852,03
X2	62,383	16,939	25,934	26,17	31,882	33,986
X3	300,475	215,547	64,535	68,803	6 141,196	6 162,21
SR	45,785	46,305	5,467	6,261	704,954	745,417
Dover	3,303	1,931	0,239	0,275	29,007	31,107

Kol - общее количество проехавших машин, шт, X1 - среднее время нахождения машин на перекрестке, мин, X2-минимальное время нахождения машин на складе, мин, X3 - максимальное время нахождения машин на складе, мин, SR - среднеквадратическое отклонение, мин, Dover - доверительный интервал для среднего.

Выводы

В процессе моделирования была осуществлена разработка структурной модели перекрестков Ленина-Тукая, Фахретдина-Ленина г.Альметьевск.

Проведена оптимизация имитационной модели работы перекрестков и оптимизация их время проезда. Предложенный алгоритм оптимизации позволяет быстрее проезжать перекресток (с незначительными отклонениями) время нахождения машин на перекрестке, уменьшив при этом дорожные конфликты, ДТП(дорожно-транспортные проишествия), и тем самым снизим затраты на бензин, так как машины не будут задерживаться на перекрестке. Данная оптимизация может быть применяться и на других перекрестках, участках дорог.

Литература

1. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х. Вестник Технологического университета, 20, 18, 120-126 (2017).

2. Р.В.Родина. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза:МЦНС«Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77

3. Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М., Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).

4. В.В. Мокшин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).

5. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, М.В. Трусфус, В.В. Мокшин, Вестник Технологического университета, **20**, 15, 118-122 (2017).

6. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Вестник Казанского технологического университета, **17**, 13, 352-357 (2014).

7. В.В. Мокшин, И.М. Якимов, Р.М. Юльметьев, А.В. Мокшин, Нелинейный мир, **7**, 1, 66-76 (2009).

В.В. Мокшин, Н.А. Стадник, Д.Н. Маряшина, А.В. Золотухин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC В ОРГАНИЗАЦИИ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

(Казанский национальный технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Эффективность работы любого транспортного предприятия, в том числе транспортной системы массового обслуживания, можно повысить, применив автоматизированные информационные системы (АИС), которые регистрируют статистические данные о работе предприятия и обрабатывают их. АИС позволяют построить математическую модель функционирования транспортной системы массового обслуживания и провести по ней оптимизацию его работы.

Исследование функционирования системы массового обслуживания проведено по методике, состоящей из следующих этапов [1]:

1. Предварительный анализ объекта исследования и постановка задач.
2. Разработка структурной и имитационной модели.
3. Разработка стратегического плана и проведение имитационных экспериментов.
4. Построение математической модели.
5. Вычисление коэффициентов влияния факторов на изменение результативных показателей эффективности работы модели.
6. Оптимизация.

Для моделирования функционирования транспортной системы массового обслуживания (СМС) отобраны 9 результативных показателей эффективности и 7 влияющих на них факторов, перечень которых приведён в таблице 1. Первые 3 фактора – изменяемые (оптимизируемые), остальные факторы являются объективными [2].

Разработка математической модели процесса функционирования транспортной СМС представлена в виде совокупности уравнений регрессии:

$$y_j = f_j (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7), \quad (1)$$

где y_j - j-й результативный показатель эффективности; x_i - i-й фактор, влияющий на производственный процесс; k - количество результативных показателей эффективности.

Задача оптимизации - задача минимизации/максимизации выражается формулой:

$y_j = f_j (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) \rightarrow \min(\max)$ (2)

$a_j \leq f_j(x_i) \leq b_j$

$c_i \leq x_i \leq d_i$; $i \in \{1, 2, 3\}$

$xi \rightarrow const$; $i \in \{4, 5, 6, 7\}$

где a_i, b_i – левая и правая граница допустимых значений j-го результативного показателя эффективности; c_i, b_i – левая и правая граница допустимых значений i-го фактора.

По результатам оптимизации получаем формулы вычисления оптимального значений оптимизируемых факторов:

$x_{iопт} = F_i(x_4, x_5, x_6, x_7)$; $i \in \{1, 2, 3\}$ (3)

Для построения имитационной модели была выбрана среда имитационного моделирования AnyLogic [3]. Структурная модель системы массового обслуживания представлена на рисунке 1.

В качестве стратегического плана принят дробно факторный эксперимент (ДФЭ). Три первых фактора приняты в качестве основных, остальные четыре в качестве дополнительных.

Таблица 1. Показатели эффективности и факторы

№	Код	Наименование переменной
1	y_1	Общее количество транзактов в системе
2	y_2	Среднее количество транзактов в системе
3	y_3	Среднее время пребывания транзактов в системе
4	y_4	Среднее количество транзактов в очереди
5	y_5	Среднее время пребывания в очереди
6	y_6	Среднее время прибытия грузовиков на точки обслуживания
7	y_7	Среднее количество грузовиков, едущих на точки обслуживания
8	y_8	Среднее время прибытия грузовиков в центр обслуживания
9	y_9	Среднее количество грузовиков, едущих в центр обслуживания
10	x_1	Количество грузовиков
11	x_2	Количество пунктов обслуживания
12	x_3	Точность алгоритма построения маршрутов
13	x_4	Общая протяженность маршрутов
14	x_5	Среднее время ожидания заказа от пунктов обслуживания
15	x_6	Среднее время погрузки
16	x_7	Среднее время отгрузки

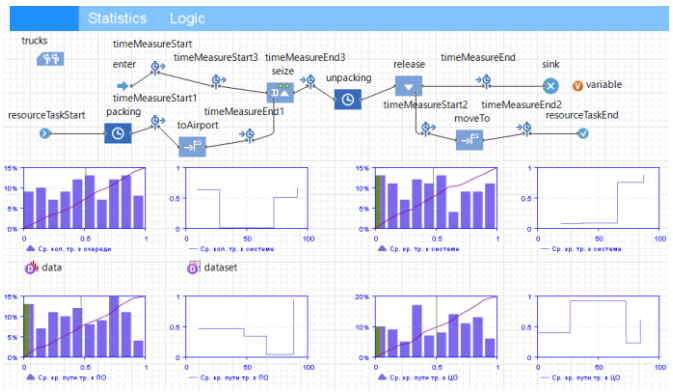


Рис. 1. Структура имитационной модели

К вершинам трехмерного куба добавляется центральная точка и 12 звёздных точек по две на каждый фактор, четыре остальных дополнительных фактора меняются по законам изменения произведений основных факторов, т.е. реализуется план дробного факторного эксперимента:

$x_4 = x_1 \cdot x_2$; $x_5 = x_1 \cdot x_3$; $x_6 = x_2 \cdot x_3$

$x_7 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$;

Общее количество вариантов стратегического плана:

$N = 1+32+2 \cdot 6 = 22$

Стратегический план использован для управления процессом имитационного моделирования.

При построении уравнений регрессии по результатам имитационного моделирования были учтены следующие факторы: x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, отношения стандартных ошибок к средним значениям не должно превышать 0.10; уровни значимости по коэффициентам множественной детерминации и критериям Фишера не должны превышать 0.05.

Приведём уравнение регрессии, полученное для наиболее существенного результативного показателя: общее количество транзактов в системе – y_1:

$$y_1 = -181.43 + 39.95 \cdot x_1 + 39.95 \cdot x_2 + 449.48 \cdot x_3 + 0{,}31 \cdot x_4 + 23{,}2 \cdot x_5 - 579{,}36 \cdot x_6 - 828{,}57 \cdot x_7 + 0{,}04 \cdot x_1 \cdot x_4 + 2{,}93 \cdot x_1 \cdot x_5 - 72{,}57 \cdot x_1 \cdot x_6 - 103{,}57 \cdot x_1 \cdot x_7 + 0{,}01 \cdot x_2 \cdot x_4 + 1{,}16 \cdot x_2 \cdot x_5 - 29{,}32 \cdot x_2 \cdot x_6 - 41{,}42 \cdot x_2 \cdot x_7 + 0{,}32 \cdot x_3 \cdot x_4 + 23{,}79 \cdot x_3 \cdot x_5 - 594{,}87 \cdot x_3 \cdot x_6 - 849{,}81 \cdot x_3 \cdot x_7 + 0{,}91 \cdot x_1^2 + 0{,}14 \cdot x_2^2 + 61{,}01 \cdot x_3^2 + 0{,}01 \cdot x_4^2 + 9{,}28 \cdot x_5^2 - 812{,}04 \cdot x_6^2 - 836{,}73 \cdot x_7^2 \quad (4)$$

Оптимизация данной системы массового обслуживания заключается в определении лучших значений факторов x_1, x_2, x_3 при выбранной целевой функции y_1 (общее количество транзактов в системе). Для решения этой задачи математическим методом использован метод касательных (Ньютона) [4], обеспечивающий нахождение минимального (максимального) значения, если нелинейность целевой функции и ограничений не превышает второй степени. Результат оптимизации представлен на рисунке 2.

В результате оптимизации и последующего за ней регрессионного анализа были получены формулы для вычисления оптимального количества грузовиков, пунктов обслуживания и точности алгоритма построения маршрутов.

$$x_{1опт} = 24{,}38 - 1{,}24 \cdot x_4 + 87{,}39 \cdot x_5 \quad (5)$$

$$x_{2опт} = 8{,}72 + 0{,}03 \cdot x_4 + 57{,}9 \cdot x_6 \quad (6)$$

$$x_{3опт} = -0{,}35 + 0{,}01 \cdot x_4 - 6{,}91 \cdot x_7 \quad (7)$$

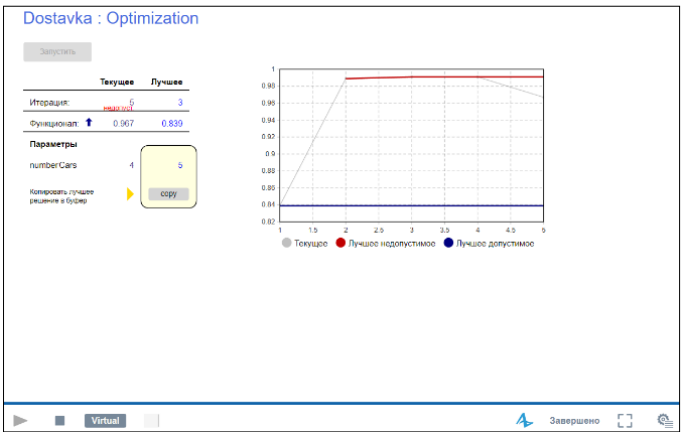


Рис. 2. Результат оптимизации ИМ

Были рассмотрены худший, лучший и наиболее вероятный сценарии работы системы массового обслуживания и для каждого сценария при средних значениях объективных факторов x_4, x_5, x_6, x_7 и при средних принятых при моделировании значениях оптимизируемых факторов x_1, x_2, x_3 вычислено значение целевой функции y, результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таблица 2. Факторные характеристики сценариев имитационного моделирования

№	Объективные факторы				Оптимизируемые факторы						Целевая *f*	
	x_4	x_5	x_6	x_7	x_1	x_2	x_3	$x_{1опт}$	$x_{2опт}$	$x_{3опт}$	y	$y_{опт}$
1	253,1	3,5	0,3	0,21	4	6	0,945	14	16	0,99	833	1506
2	217,9	3	0,2	0,14	6	8	0,96	15	18	0,99	1112	1929
3	182,9	2,5	0,1	0,07	8	10	0,975	16	20	0,99	1474	2413

В ходе исследования функционирования транспортной системы массового обслуживания (СМС) были определены 9 результативных показателей эффективности, а также 7 влияющих на них факторов. Для оптимизации функционирования транспортной СМС была предложена оптимизация первых 4-х факторов. Также были разработаны структурная и имитационная модели в программной среде имитационного моделирования AnyLogic.

Разработан стратегический план проведения имитационного эксперимента с применением дробно факторного эксперимента, а после проведено имитационное моделирование работы транспортной СМС по стратегическому плану.

Построена математическая модель работы и оптимизации транспортной СМС, с помощью которой были вычислены коэффициенты влияния факторов на результативные показатели эффективности.

Проведен оптимизационный эксперимент и рассчитаны формулы вычисления значений оптимизируемых факторов по значениям объективных факторов, а также построены модели сценариев работы модели при различных значениях факторов и вычислены соответствующие значения целевой функции.

В ходе исследования была выявлена высокая эффективность применения имитационного моделирования для оптимизации работы транспортной системы массового обслуживания в программной среде имитационного моделирования AnyLogic.

Литература

1. Старцева Ю.Г., Якимов И.М., Кирпичников А.П. Моделирование движения автотранспорта на управляемом У – образном перекрестке // Вестник Казанского технологического университета. - 2015. - Т. 18. - № 7. - С. 263-267.

2. Мокшин В.В. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы // Вестник Казанского госуд. технич. ун-та им. А.Н. Туполева. - 2009.- Т. 7. - № 1. - С.66-76.

3. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Маряшина Д.Н. Сравнение систем структурного и имитационного моделирования ANYLOGIC, STRATUM 2000, ACTOR PILGRIM // Вестник Казанского технологического университета. - 2018. - Т. 21. - № 10. - С. 140-143.

4. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Зайнуллина Г.Р., Яхина З.Т. Оценка достоверности результатов имитационного моделирования по результатам имитационного моделирования // Вестник Казанского технологического университета. - 2015. - Т. 18.- № 6. - С. 173-178.

А.А. Мухаммадиев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ И ПЕРЕХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им А.Н. Туполева-КАИ)

Анализ частотных характеристик осуществляется частотным методом, при котором электрическая цепь задается своими частотными характеристиками (АЧХ и ФЧХ), которые в большинстве практических случаев, для простых электрических схем, могут быть рассчитаны. Частотный метод анализа включает в себя задачу частотного или спектрального представления воздействия в виде суммы гармонических составляющих с определенными амплитудами, начальными фазами и частотами, а также задачу определения реакций цепи на каждую гармоническую составляющую воздействия и их суммирование [1].

Цель работы – моделирование частотных (входных и передаточных) и переходных характеристик произвольной электрической цепи.

Для моделирования предлагается использовать программу Electronics Workbench [2, 3]. Пример схемы измерения частотных характеристик цепи приведен на рис. 1. На рис. 2 и 3 представлены результат моделирования АЧХ и ФЧХ. Схема измерения частотных характеристик входного сопротивления цепи приведена на рис. 4.

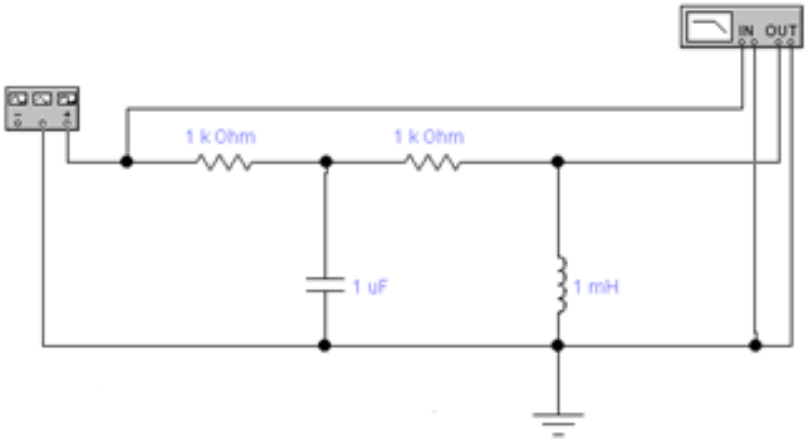


Рис. 1. Схема измерений

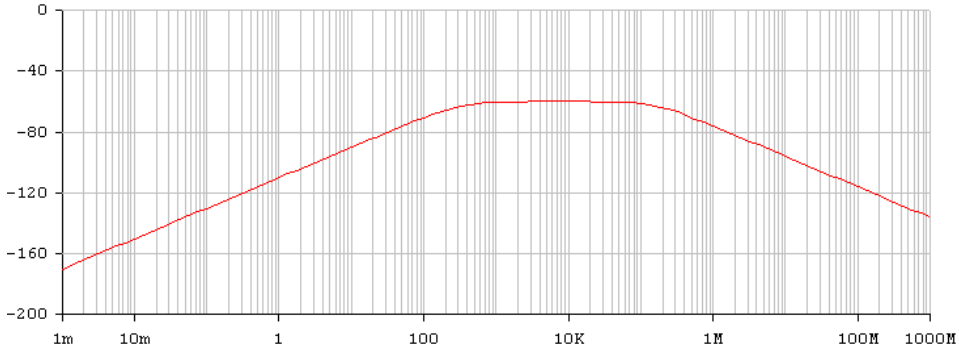


Рис. 2. АЧХ в логарифмическом масштабе

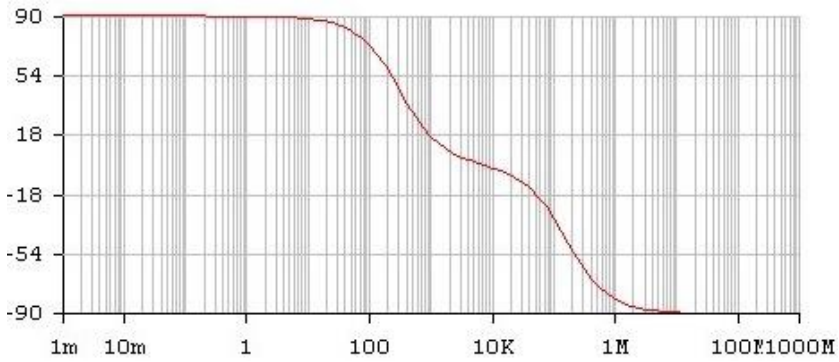


Рис. 3. ФЧХ в логарифмическом масштабе

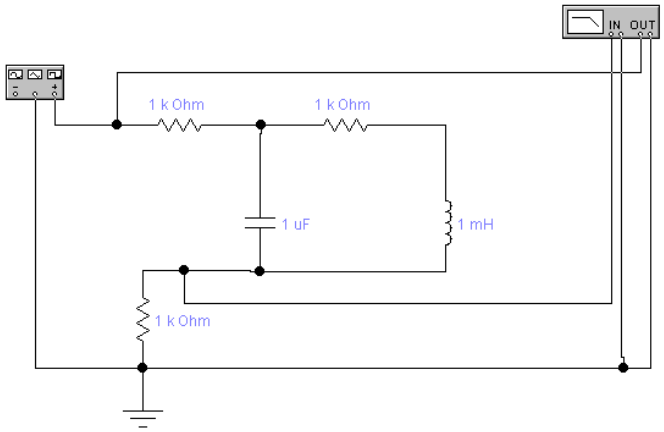


Рис. 4 Схема к проведению измерений входных характеристик

На рис. 5 представлены результат моделирования АЧХ входной цепи.

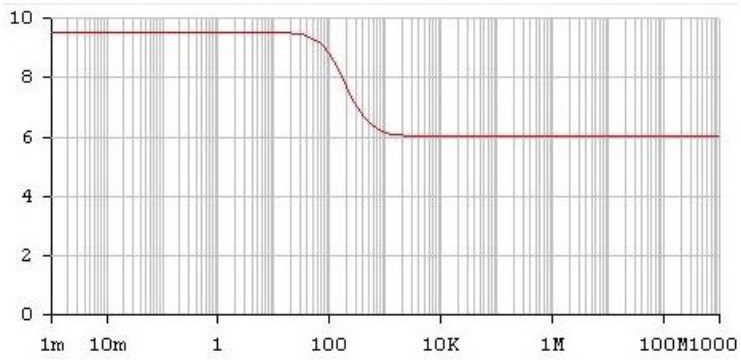


Рис. 5. АЧХ в логарифмическом масштабе

Схема измерения переходной характеристики (ПХ) приведена на рис. 6. На рис. 7 приведен пример измерения переходной характеристики цепи для области больших времен.

Таким образом, в работе проведено компьютерное моделирование частотных и переходных характеристик электрической цепи с помощью измерительных приборов входящих в состав виртуальной измерительной лаборатории Elektronics Workbench. Использованы следующие измерительные приборы виртуальной лаборатории: осциллограф; генератор; измеритель диаграмм Боде (или плоттер Боде). Данная программа также хорошо подходит для расчета переходных характеристик цепей для анализа задачи воздействия электромагнитных помех по сети электропитания [4, 5, 6].

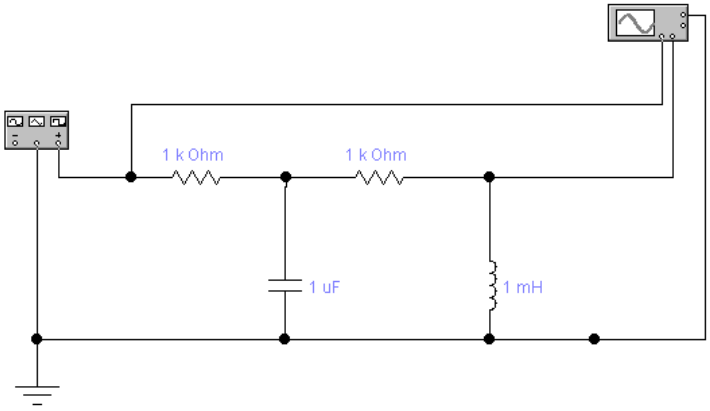


Рис. 7. Схема измерения ПХ

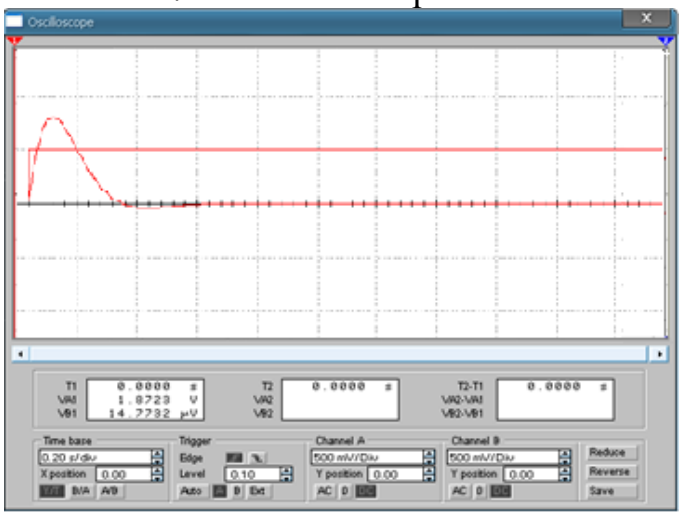


Рис. 8. Моделирование ПХ цепи для области больших времен

Литература

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1999. – 263 с.
2. Карлащук В. И. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение. – М.: Солон-Р, 2000. – 506 с.
3. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях. Практикум на Electronics Workbench. В 2-х томах. Под ред. Д. И. Панфилова. – М.: Додэко, 2000. – 287 с.
4. 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.
5. Гизатуллин Р.М., Гизатуллин З.М. Помехоустойчивость и информационная безопасность вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания: монография. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 142 с.
6. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронных средств объектов электроэнергетики при внешних электромагнитных воздействиях по сети питания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2007. – №9-10. – С. 37-45.

А.Л. Нуруллина, Г.Л. Нуруллина , П.С. Медведев, А.Т. Садыкова

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СКЛАДА В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(АФ КНИТУ-КАИ им А.Н.Туполева)

Ключевые слова: имитационное моделирование, оптовый склад, система AnyLogic.

Для решения практических задач используют компьютерное моделирование. Зачастую невозможно провести натурные эксперименты для нахождения ошибок, так как это очень затратно.В таких случаях её описывают на языке моделирования. Одним из таких языков является AnyLogic. В данной статье представлена структурная схема склада в виде диаграмм. Вышеуказанная модель работы склада представляет человеческие ресурсы средствами системы имитационного моделирования AnyLogic. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма являются временные характеристики нахождения паллет на складе, а также загруженность человеческих ресурсов, транспорта, используемых на данном складе, сведенные вместе с результатами имитационного моделирования.

Введение

Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство [1].

Имитационное моделирование позволяет провести разработку компьютерной модели, и на её основе выполнить необходимые вычисления. Это позволяет определить оптимальные параметры разрабатываемого, или уже существующего склада. Имитационная модель даёт возможность уже на стадии планирования определить эффективность структуры.

Планирование склада – это главный этап при строительстве современных оптовых складов. Наличие ошибки при планировании может привести к неэффективности использования склада, что повлечёт за собой крупные финансовые потери. Моделирование склада позволяет расчитать количество человеческих ресурсов, необходимого транспорта, площадь свободного пространства, время загрузки, разгрузки, позволяет предотвратить простаивания каких-либо ресурсов, то есть очереди не скапливаются. Также планирование позволяет сделать правильную планировку склада.

Имитационное моделирование систем востребована, так как ежедневно появляются новые системы.[2-6]. К примеру, информационные системы, системы массового обслуживания, системы предоставления услуг, систем как правило, существующими аналогами есть существенная разница. Что приводит к невозможности разработки универсальных алгоритмов расчета при их проектировании [7]. Аналитические расчеты часто не позволяют учесть корреляционные воздействия элементов системы, не говоря уже о самой сложности таких расчетов для сложных систем, которые год от года лишь усложняются. Методика и методы анализа подобных сложных систем представлены в работах [8-12].

В представленной работе рассматривается разработка такой системы как оптовый склад за счет человеческих ресурсов средствами среды имитационного моделирования AnyLogic.

Описание системы работы склада

Рассмотрим производственные процессы, представленные в модели более подробно.

Разработанная имитационная модель позволяет распределять имеющиеся ресурсы, такие как количество занятых транспортных средств, человеческих ресурсов, времени загрузки, разгрузки, площадь свободного пространства и это позволяет предвидеть ошибки, которые могут возникнуть в запланированных процессах.

Разработанная модель даёт возможность решить следующие задачи:

1.Определить оптимальное количество рабочей силы, необходимой для бесперебойной работы склада.

2.Разработать наиболее эффективные алгоритмы управления транспортными средствами.

3.Определить наиболее лучшее расположение зон для загрузки, разгрузки для предотвращения создания каких-либо неудобств, которые повлекут за собой появление очередей, задержек.
4. Для определения минимального необходимого количества парковочных мест в зонах загрузки и разгрузки, нужно учитывать время пребывания транспортных средств в этих зонах.
5.Среда AnyLogic даёт возможность спроектировать площадь парковочного места с целью экономии занятой площади.[13-17]

Машины с товарами (Forklifts) пребывают на склад (Unloading docks), где происходит разгрузка транспортных средств и переносит их в зону приема, а после чего происходит загрузка (Loading docks).
Грузовые машины приезжают на склад (Unloading docks), а скорость их прибытия регулируется в Arrival rate of unloading trucks, per hour. Скорость прибытия грузовых автомобилей для погрузки Arrival rate of unloading trucks, per hour. Скорость поступления заказов регулируется в Arrival rate of orders, per hour. Также регулируется емкость тележки (Truck capacity), размер минимального (Minimum order size) и максимального заказа(Maximum order size). Визуальное представление работы оптового склада представлена на рисунке 1.

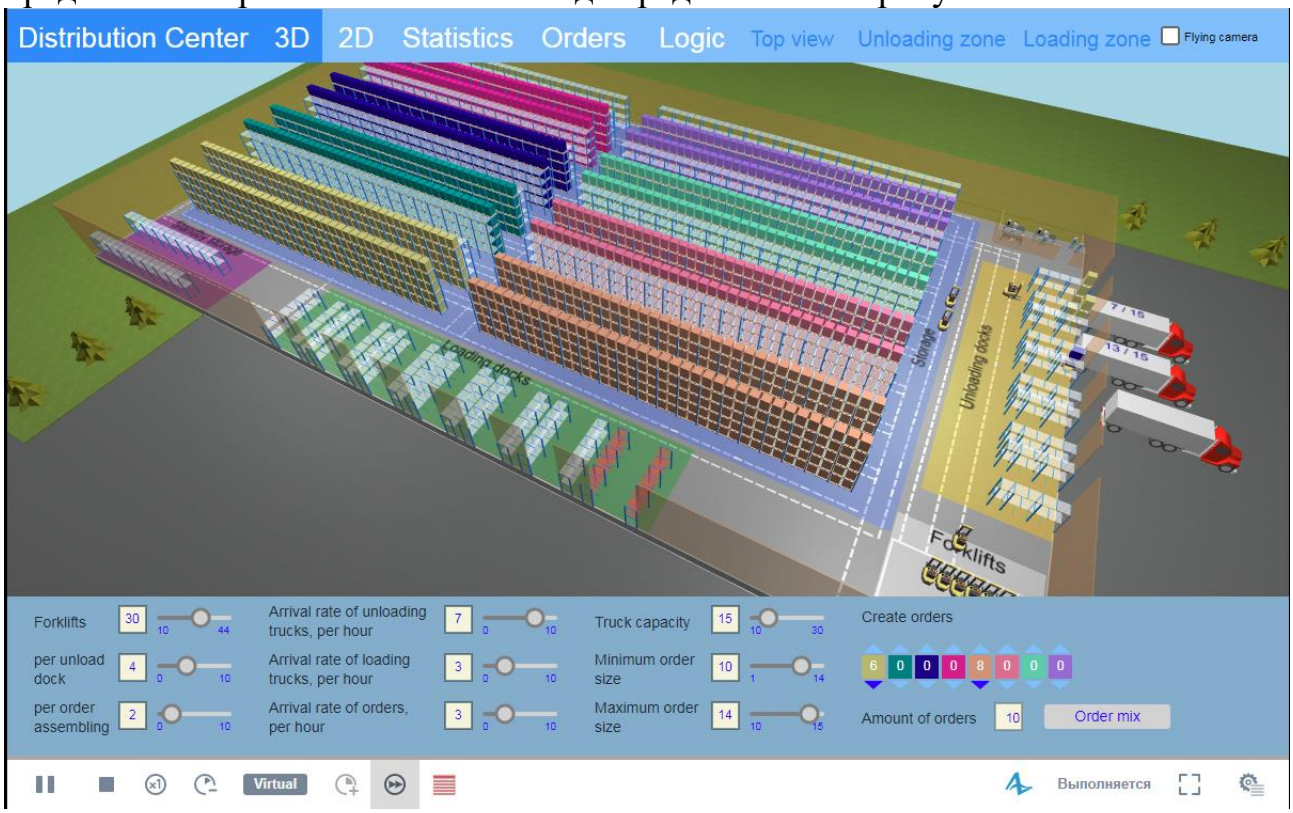


Рис. 1. Визуальное представление работы оптового склада

Моделирование

В качестве системы имитационного моделирования была выбрана система AnyLogic, так как она имеет большое количество возможностей для детального моделирования процессов и систем.

Система AnyLogic – программное средство для структурного и имитационного моделирования процессов и систем, разработанное российской компанией «Экс Джей Текнолоджис» в 2003 году [6]. Система AnyLogic включает в себя графический язык моделирования и позволяет пользователю расширять созданные модели с помощью языка Java [8,4]. Последняя версия AnyLogic 8.4 разработана в 2019 году.

Модель работы оптового склада в системе AnyLogic была разработана в среде AnyLogic [18-20]. Ее схема представлена на рис. 2.

Выводы

Осуществлена разработка структурной модели работы оптового склада.

Построена имитационная модель работы оптового склада за счет человеческих ресурсов. Предложенная модель позволяет сохранить (с незначительными отклонениями) время нахождения паллет на складе, уменьшив при этом используемый в работе оптового склада человеческий ресурс, уменьшив свободное пространство и тем самым снизив затраты.

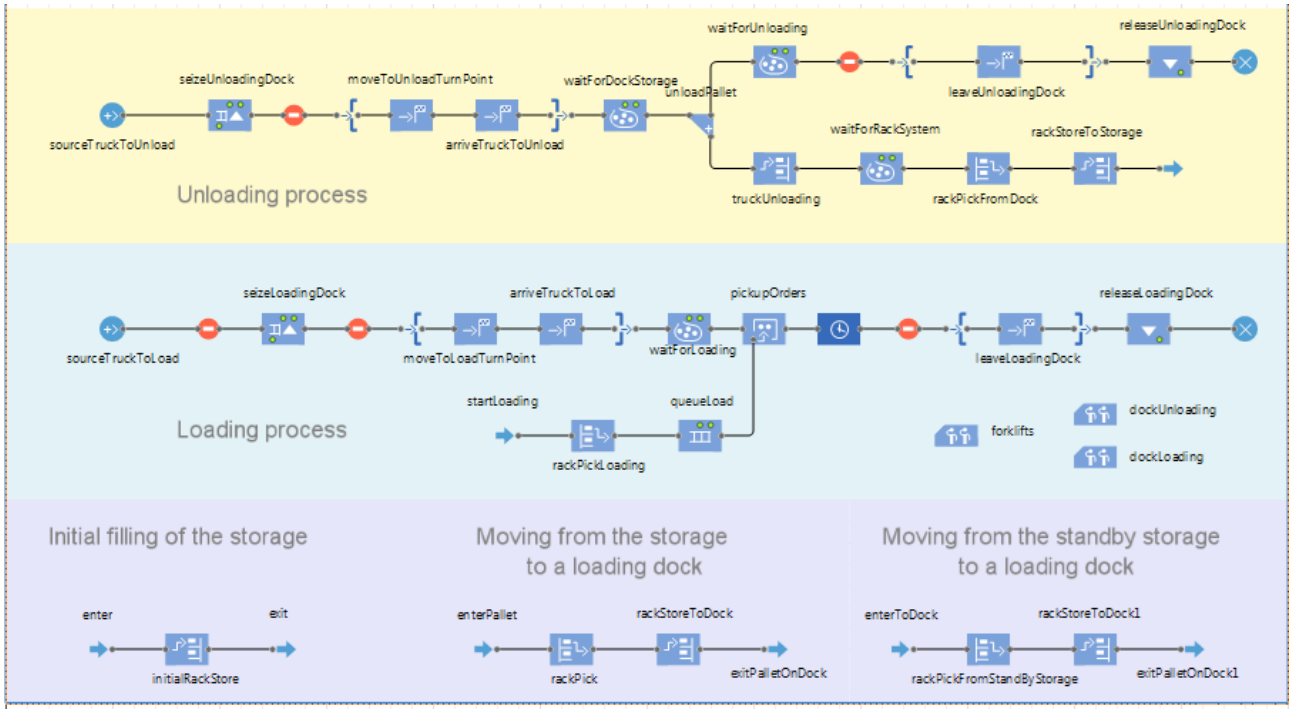


Рис. 2. Модель работы оптового склада в системе AnyLogic

Литература

1. https://terme.ru/termin/sistema.html
2. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, М.Т. Махмутов, М.Л. Пейсахова, А.Х. Валиева, Б.А. Низамиев, Вестник Казанского технологического университета, **17**, 10, 249-256 (2014).
3. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Г.В. Костюхина, Т.А. Шигаева, Вестник Казанского технологического университета, **17**, 6, 287-292 (2014).

4. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Вестник Казанского технологического университета, **17**, 4, 298-303 (2014).

5. Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Вестник Казанского технологического университета, **17**, 17, 213-221 (2014).

6. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А. Вестник Технологического университета, **18**, 5, 184-188 (2015).

7. В.В. Мокшин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).

8. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х. Вестник Технологического университета, 20, 18, 120-126 (2017).

9. В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета, 20, 17, 99-103 (2017).

10. В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).

11. В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета, 20. 21, 80-85 (2017).

12. Э.И. Салихова, В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, П.И. Тутубалин, О.П. Михайлова, Вестник Технологического университета, **21**, 2, 163-168 (2018).

13. Перминова Н.С. Разработка модели магазина и складского комплекса в среде AnyLogic // Синергия наук. 2017. № 14. − С. 408-413. − URL: http://synergy-journal.ru/archive/article0845

14. В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, Р.Р. Шафигуллин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 1, 120-128 (2012).

15. В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 2, 129-135 (2011).

16. В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, Нелинейный мир, **9**, 8, 497-499 (2011).

17. В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, А.Н. Козар, Г.Е. Борзов, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 112-116 (2008).

18. В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 2, 55-58 (2007).

19. В.С. Моисеев, А.Н. Козар, П.И. Тутубалин, К.В. Бормотов, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 1, 40-45 (2005).

20. В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 36-39 (2005).

Э.И. Павлова, З.М. Гизатуллин

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ПОМЕХ В ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВАХ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗРЯДА МОЛНИИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Современные электронные средства (ЭС) часто функционируют в условиях сложной электромагнитной обстановки, создаваемой мощными электромагнитными помехами (МЭМП). В зависимости от величины электромагнитных помех это может привести к ложным срабатываниям цифровых элементов или к их повреждению. При этом необходимость постоянно снижать энергетические характеристики полезных сигналов обуславливает актуальность данной проблемы и необходимость ее решать еще на этапе проектирования ЭС для снижения необходимости дополнительных затрат на их перепроектирование.

Источниками МЭМП могут быть как природные, так и искусственные явления (разряды молнии, электромагнитный импульс ядерного взрыва и т.п.) [1, 2, 3, 4, 5]. На сегодняшний день накоплено большое количество материалов по проблеме воздействия разряда молнии на функционирование элементов, но при этом отсутствует единая методика расчета наводимой помехи на конкретный контур ЭС (рис. 1).

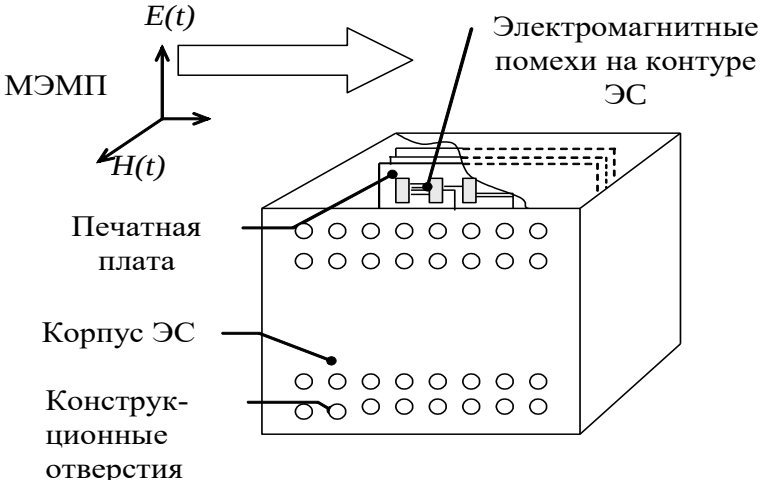


Рис. 1. Объект воздействия МЭМП

Целью данной работы является разработка методики анализа электромагнитного воздействия разряда молнии на функционирование ЭС для обеспечения их помехоустойчивости.

В природе встречаются два основных вида грозовых разрядов – линейная молния и шаровая молния. Линейная молния встречается наиболее часто и именно она представляет большую опасность для функционирования ЭС. Главный разряд молнии и является основным источником МЭМП [1]. В литературе [1] выделяют три основных механизма разряда молнии: прямой удар молнии,

разряд молнии на землю и межоблачные разряды. Реальные характеристики разряда молнии колеблются в широких пределах, но существуют рекомендуемые параметры для технических расчетов [6, 7, 8, 9]. Форма импульса тока молнии представляет собой совокупность двух экспоненциальных кривых: $i(t) = I_m k(e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})$, где I_m – амплитуда тока молнии, k – корректирующий коэффициент, α и β – параметры, определяющие величину переднего и заднего фронтов импульса. В данной работе для расчетов примем следующие параметры: I_m=200 кА, k=1,052, α=0,2127·10^4 1/с, β=0,2462·10^6 1/с.

Для расчетов напряженности магнитного и электрического поля при разряде молнии можно использовать используются следующие уравнения [1]:

$$E_r(t) = \frac{Z_0 L_{\max} \cos\theta}{4\pi r^2}\left[\frac{c}{r} q\left(t - \frac{r}{c}\right) + \frac{dq\left(t - \frac{r}{c}\right)}{dt}\right],$$

$$E_\theta(t) = Z_0 \frac{L_{\max} \sin\theta}{4\pi r^2}\left[\frac{r}{c}\frac{di(t - r/c)}{dt}\right] + Z_0 \frac{L_{\max} \sin\theta}{4\pi r^2}\left[\frac{c}{r} q\ (t - r/c) + \frac{dq\ (t - r/c)}{dt}\right],$$

$$H_\varphi(t) = \frac{L_{\max}\ \sin\theta}{4\pi r^2}\left[i(t - r/c) + \frac{r}{c}\frac{di(t - r/c)}{dt}\right],$$

где Z_0 – волновое сопротивление среды (Z_0=120π Ом), $L_{\max}$ – длина канала молнии, r – расстояние от точки наблюдения до середины канала молнии, c – скорость света, $q(t)$ – заряд, переносимый током молнии, $i(t)$ – импульс тока молнии, θ – угол между каналом молнии и направлением объект воздействия.

Рассматриваемое ЭС располагается внутри здания с железобетонной конструкцией, которая вносит наибольший вклад в экранирование МЭМП на данном этапе. При длине волны $\lambda >> a_w$, где a_w – шаг сетки, эффективность экранирования S_h стен можно рассчитать по формуле [1, 6]:

$$S_h = \frac{(\beta - \alpha)n}{\mu_0 \sigma_w^* c d_w \alpha\beta},$$

где $\sigma_w^* = \frac{\pi d_w \sigma_w}{4a_w}$ – удельная проводимость сетчатой структуры, n – коэффициент формы корпуса или здания, σ_w – удельная проводимость материала сетки, d_w – толщина проволоки сетки, μ_0 – магнитная постоянная ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м).

Изменение величин фронта ($\tau_{фр}$) и длительности ($\tau_{50\%}$) МЭМП после прохождения стены здания можно рассчитать по формулам [1]:

$$\tau_{фр} = 0{,}33\mu_0 \sigma_w^* d_w^2, \quad \tau_{50\%} = \frac{0{,}69\mu_0 \sigma_w^* d_w}{n}.$$

Корпуса ЭС обычно представляют собой прямоугольную конструкцию, изготовленную из алюминиевого сплава. Алюминий – неферромагнитный ма-

териал, поэтому эффективность экранирования корпуса ЭС определяется по ранее представленной формуле. Далее по рассчитанным параметрам напряженности поля определяется поле внутри ЭС и возникающие электромагнитные помехи, используя уравнения [1, 6]:

$$u_n(t) = \frac{2\pi\varepsilon_0 lh}{\ln(2h/a)}\left[\frac{z_1 z_2}{z_1 + z_2}\right]\frac{dE\ (t)}{dt},\ i_n(t) = \frac{2\mu_0 lh}{z_1 + z_2}\frac{dH_\varphi(t)}{dt},$$

где $u_n(t)$ – напряжение помехи, $i_n(t)$ – импульс тока помехи, l – длина контура, h – ширина контура, a – толщина проводников контура, z_1, z_2 – величина нагрузки на концах контура, ε_0 – электрическая постоянная.

Совокупность вышеприведенных расчетов образует методику анализа электромагнитных помех в контурах ЭС в результате электромагнитного воздействия разряда молнии. Данная методика реализовывается в виде прикладной программы с использованием визуальной среды разработки и отладки. Методика может быть применена на ранних этапах разработки ЭС для сокращения временных и финансовых затрат на их перепроектирование и доработку.

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. Анализ магнитных полей внутри здания при воздействии разряда молнии на внешнюю систему молниезащиты здания // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 30-36.

3. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – №1-2. – С. 38-47.

4. 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.

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. Henry O.W. Electromagnetic Compatibility Engineering. – New Jersey, John Wiley & Sons, 2009. – 872 p.

7. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО 153-34.21.122-2003. - М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 29 с.

8. Baba Y., Rakov V.A. Applications of Electromagnetic Models of the Lightning Return Stroke // IEEE Transactions on Power Delivery. - 2008. – No 2. – P. 800 - 811.

9. Lin L., Rakov V.A. Distribution of Currents in the Lightning Protective System of a Residential Building—Part II: Numerical Modeling // IEEE Transactions on Power Delivery. - 2008. – No 4. – P. 245 - 251.

А. В. Половинкин, К. С. Кульга

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ CAFD-СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАНОЧНЫХ ПРИСОСОБЛЕНИЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Актуальность проблемы. Проектирование специальных станочных приспособлений (ССП) для изготовления деталей и сборочных единиц (ДСЕ) авиационных двигателей обладает следующими особенностями: 1) обеспечение высокой точности изготовления ДСЕ; 2) сложность и разнообразие конструкций ДСЕ. Это приводит к 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 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.

Анализ существующих бизнес-процессов (БП) проектирования и изготовления ССП выявил преобладание рутинных функций при проектировании ССП, осуществляемых с помощью базовых возможностей локального программного обеспечения (ПО) *CAD*-систем, что приводит к увеличению себестоимости изготовления ССП для ДСЕ изделий. Таким образом, актуальной является задача создания и экспериментальной апробации на предприятиях ПО *CAFD(Computer-Aided Fixture Design)*-системы, предназначенной для автоматизации структурного синтеза конструкций ССП для механической обработки ДСЕ изделий.

Цель: разработка моделей и методов создания ПО *CAFD*-системы, предназначенной для автоматизации структурного синтеза конструкций ССП для механической обработки ДСЕ изделий.

Теоретическая часть. Разработка ПО *CAFD*-системы для проектирования ССП осуществлялась на основе методологии, подробно описанной в монографии [1].

Функциональная модель (ФМ) CAFD-системы. Объектно-ориентированная ФМ предназначена для формализованного описания результатов реинжиниринга существующих БП проектирования и изготовления ССП, функциональных и нефункциональных требований к ПО *CAFD*-системы, прямой и обратной задач автоматизированного структурного синтеза конструкции ССП, а также структуры и этапов создания ПО *CAFD*-системы [1].

Постановка *прямой задачи*: на основе конструкторской документации (чертежа или *3D*-модели) ДСЕ и технологических данных изделия синтезировать *3D*-модель, сборочный чертеж и спецификацию ССП.

Постановка *обратной задачи*: на основе конструкторской документации (КД) ДСЕ и технологических данных изделия, а также *3D*-модели, сборочного чертежа и спецификации ССП, синтезировать *3D*-модели и КД для ДСЕ ССП, обеспечивающих требования сборочного чертежа ССП.

Математическая модель CAFD-системы. Математическое обеспечение *CAFD*-системы отличается реализацией предложенных математических моделей и методов для автоматизации решения прямой и обратной задач автоматизированного структурного синтеза конструкций ССП.

Совокупность свойств конструкций ССП в минимальной форме можно представить в следующем виде:

$$S = \{U_i, \overline{G_i}, M_i\}_{i=1}^{n}, \quad (1)$$

где U_i, $\overline{G_i}$, M_i – соответственно, подмножество конструктивных элементов (КЭ) ССП, вектор пространственных характеристик ССП, подмножество размерных и расчётных характеристик ССП, n – число КЭ в ССП [2].

Математическая модель решения *обратной задачи* автоматизированного структурного синтеза конструкции ССП заключается в нахождении множества C технических характеристик ДСЕ ССП, обеспечивающих требования сборочного чертежа ССП:

$$C = \{D, T, Ra, Td, M\}, \quad (2)$$

где D – множество размерных характеристик ДСЕ ССП; T – множество допусков формы и расположения поверхностей ДСЕ ССП; Ra – множество шероховатостей поверхностей ДСЕ ССП; Td – множество технических требований ДСЕ ССП, M – множество материалов ДСЕ ССП [2].

Информационная модель CAFD-системы. При автоматизированном проектировании ССП ПО *CAFD*-системы *Stalker MTA* реализует запросы к разработанной базе данных (БД) стандартных изделий и конструктивных элементов *CAD*-системы *КОМПАС-3D* (рисунок 1).

Предложенные модели и методы использовались при создании ПО *CAFD*-системы.

Базовые информационные технологии CAFD-системы. На этом этапе методологии [1] разработано ПО системы *CAFD Stalker MTA*, включая использование возможностей менеджера библиотек и *API*-функций *CAD*-системы *КОМПАС-3D* [3].

Рассмотрим пример автоматизированного проектирования ССП «Кондуктор», предназначенного для механической обработки детали тина «Корпус» на вертикально-сверлильном станке с помощью ПО системы *CAFD Stalker MTA* (таблица 1).

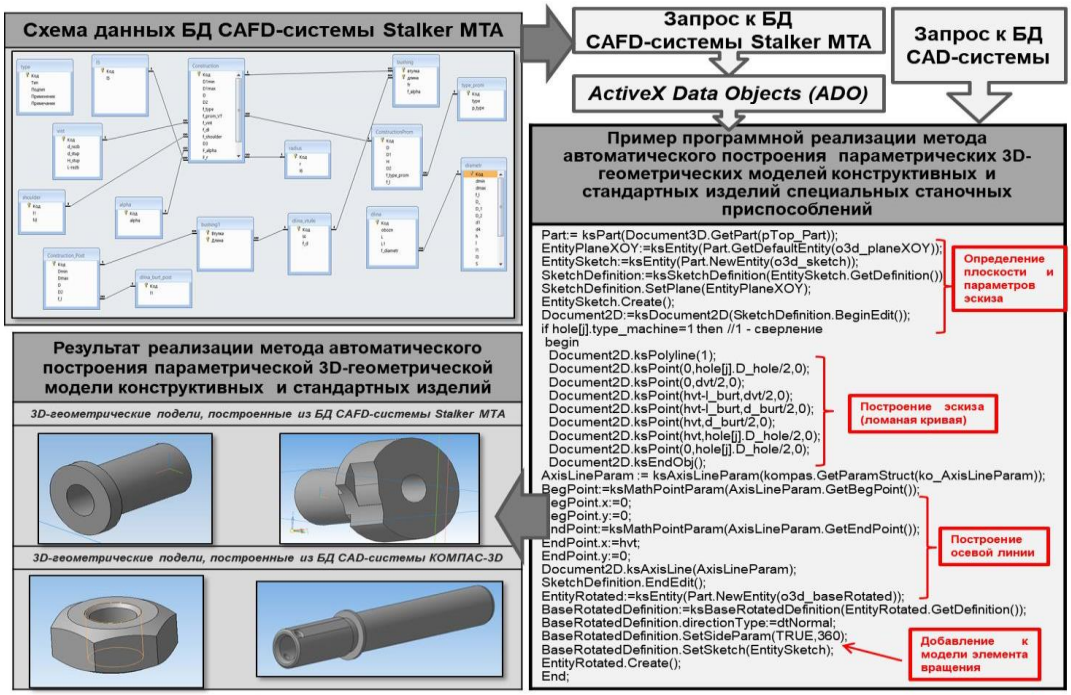


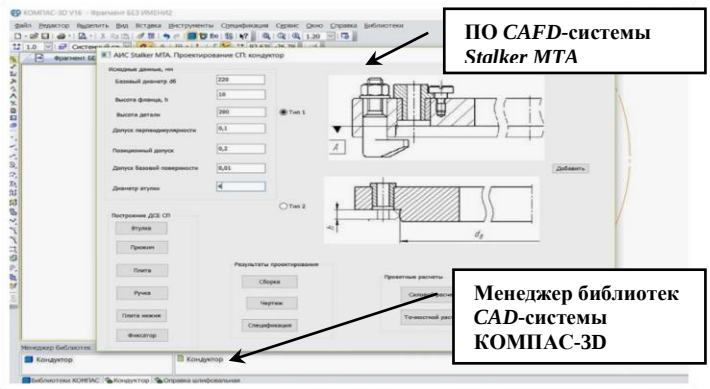
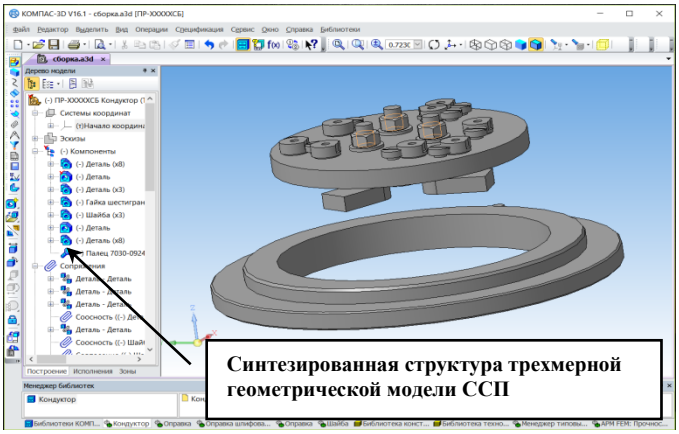
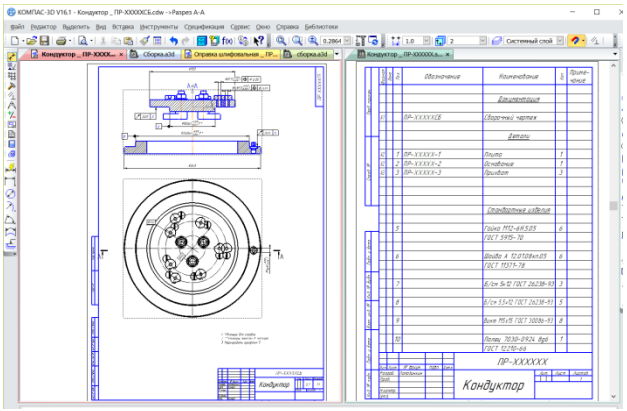
Рисунок 1 – Фрагмент схемы данных БД системы *CAFD Stalker MTA*

Разработанное ПО системы *CAFD Stalker MTA* функционирует на основе использования единой базы данных ИАИС предприятия, в которой хранятся исходные и результирующие наборы данных технической подготовки и управления производством.

Практическая апробация разработанных моделей и методов. Эффективность применения ПО системы *CAFD Stalker MTA* оценивалась с помощью оценки сокращения затрат времени для решения прямой и обратной задач автоматизированного структурного синтеза конструкций различных видов ССП, включая проектирование, согласование и формирование комплекта КД для ССП в соответствии с требованиями ЕСКД [4]. Результаты экспериментальных исследований ПО системы *CAFD Stalker MTA* приведены на рисунке 2.

Заключение. На основе предложенных моделей и методов разработано программное обеспечение *CAFD*-системы *Stalker MTA*, отличающееся реализацией автоматизированного структурного синтеза конструкций ССП. Экспериментальные исследования и практическая апробация *CAFD*-системы *Stalker MTA* позволили получить следующий результат: снижение времени на проектирование и формирование комплекта КД на величину до 96%.

Таблица 1 – Базовые информационные технологии ПО *CAFD Stalker MTA*

№ п.п.	Описание базовой информационной технологии	Реализация базовой информационной технологии
1.	***Препроцессор.*** Интеграция системы *CAFD Stalker MTA* и *CAD*-системы КОМПАС-3D на уровне управления и наборов данных.	
2.	***Процессор.*** Автоматизированный структурный синтез конструкции ССП на основе разработанного программно-математического обеспечения: 2.1. Размерных, точностных, силовых, и жесткостных расчётов ССП; 2.2. Автоматического построения параметрических *3D*-геометрических моделей ДСЕ ССП.	
3.	***Постпроцессор.*** Автоматическое построение в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД): 3.1. Сборочного чертежа ССП и спецификации; 3.2. Чертежи деталей ССП.	

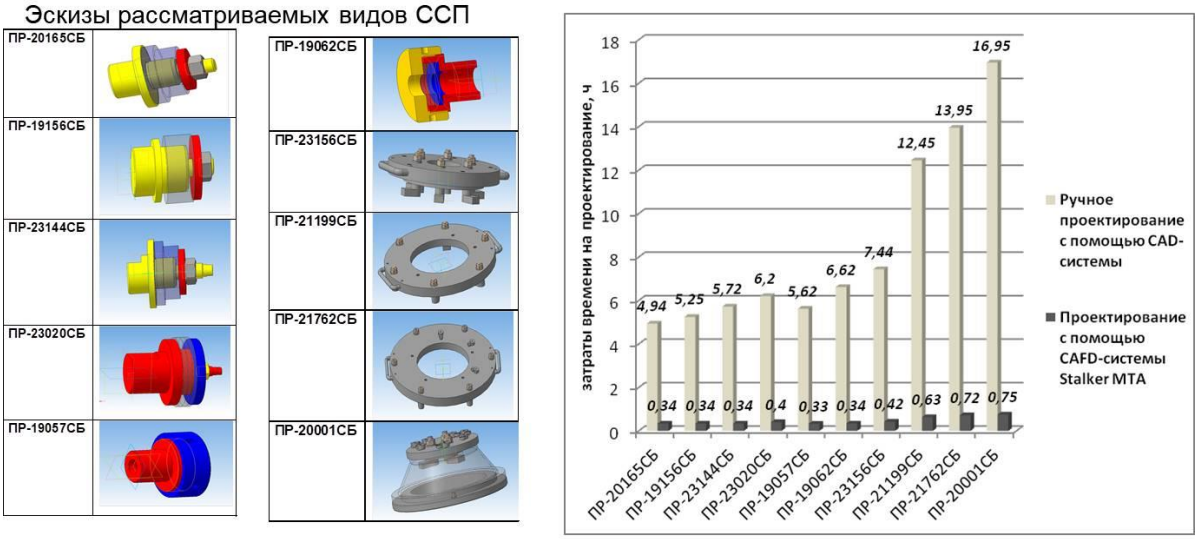


Рисунок 2 – Затраты времени на ручное проектирование ССП и с помощью ПО *CAFD*- системы *Stalker MTA*

Литература

1. 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.

2. Половинкин, А.В. Автоматизация структурного синтеза конструкций специальных станочных приспособлений для механической обработки: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.13.12 / Половинкин Алексей Владимирович. – Оренбург, 2018. – 17 с.

3. Компания АСКОН [Электронный ресурс] // Комплексные решения для машиностроения. – Режим доступа: http://www.ascon.ru – Проверено 12.05.2019.

4. Типовых нормативов времени на разработку конструкторской документации. ШИФР 13.01.01 (утв. Минтрудом России 07.03.2014 N 003).

Г.А. Саитова, А.В. Елизарова, Б.А. Фаттахов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ ТРД

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Турбореактивный двигатель (ТРД) – это сложная система, которой практически полностью управляет «умная» автоматика. Пилот задает необходимую «тягу» с помощью одного только рычага, тогда как «электронная система управления», оперируя показаниями многочисленных датчиков и задавая команды на исполнительные механизмы выполняет остальную работу, подбирая параметры работы двигателя на нужные показатели тяги [2].

На сегодняшний день интенсивно развивается направление, связанное с интеллектуализацией методов обработки и анализа данных. Интеллектуальные

системы анализа данных (ИСАД) призваны минимизировать усилия лица, принимающего решения, в процессе анализа данных, а также в настройке алгоритмов анализа. Многие ИСАД позволяют не только решать классические задачи принятия решения, но и способны выявлять причинно-следственные связи, скрытые закономерности в системе, подвергаемой анализу.

Целью работы является разработка эталонной модели функционирования двигателя на основе интеллектуального анализа данных о состояниях ТРДД во время испытательных полетов, позволяющей снизить временные затраты на стадии предварительной обработки данных.

Структурная схема реализации эталонной модели на основе экспертной системы представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема реализации эталонной модели

Пользователь – специалист предметной области, для которого предназначена система. Предполагается, что на предприятии пользователями будут специалисты группы анализа результатов испытаний.

Инженер по знаниям – специалист по искусственному интеллекту, выступающий в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний. Синонимы: когнитолог, инженер-интерпретатор, аналитик.

Интерфейс пользователя – комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и получения результатов.

База знаний (БЗ) – ядро ЭС, базу знаний составляют результаты компонентного анализа, анализа методом главных компонент и деревья решений.

Редактор БЗ – программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создавать базу знаний [1].

Разработка интерфейса пользователя

Интерфейс пользователя – комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и получения результатов. Данный интерфейс разработан в СУБД Access.

Разрабатываемая экранная форма включает следующие разделы:

1) заголовок формы – определяет верхнюю часть формы и содержит текст, графику и другие элементы управления;

2) верхний колонтитул – раздел отображается только в режиме предварительного просмотра и содержит заголовки столбцов;

3) область данных – определяет основную часть формы, содержащую поля, полученные из источника данных [3].

Разработанная экранная форма представлена на рисунке 2.

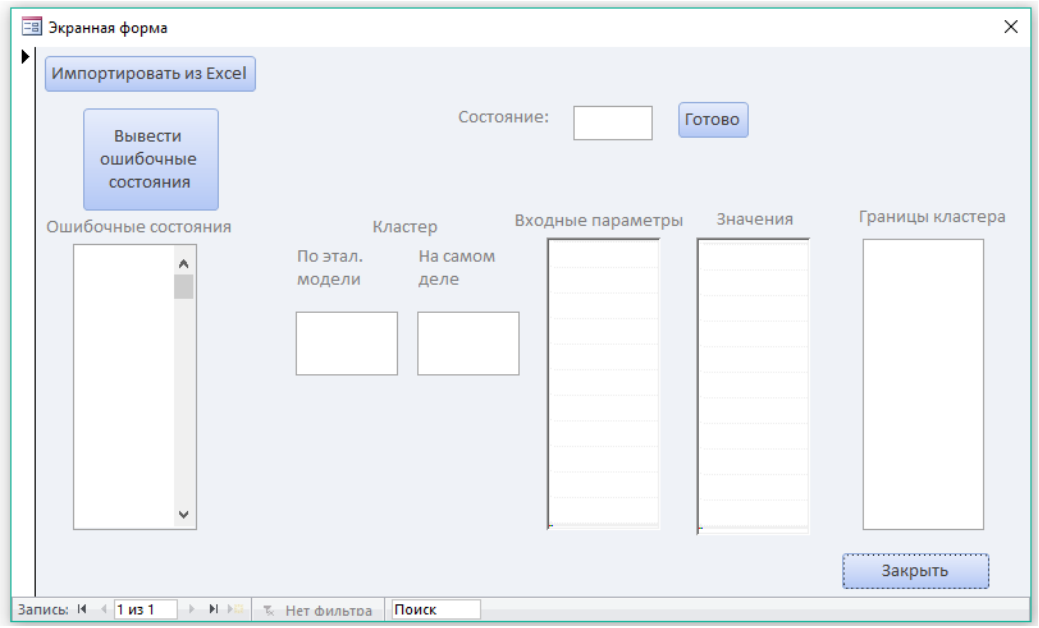


Рисунок 2 – Разработанная экранная форма

Алгоритм применения эталонной модели для предварительной обработки данных с помощью экранной формы приведена на рисунке 3.

Тестирование эталонной модели.

Тестирование эталонной модели осуществляется на основании других испытательных полетов. Для того чтобы начать тестирование необходимо загрузить новый набор параметров в пакет *Statgraphics* и определить состав кластеров, полученные данные экспортировать в *Excel*. Далее запустить экранную форму и действовать согласно инструкции по пользованию.

Эталонная модель тестируется на наборе параметров с испытательного полета с отказом. Проведён анализ параметров для правого двигателя, фрагмент результатов представлены на рисунке 4.

Как видно из рисунка 4 в результате тестирования были выявлены состояния, которые не удовлетворяют эталонной модели, это состояния 902 – 913, также представлена подробная информация по состоянию «902», по эталонной модели это состояние должно было попасть в четвертый кластер, а попал в шестой, из полей «Значения» и «Границы кластера» можно сделать вывод, что действительно числовые значения параметров не удовлетворяют границам четвертого кластера по эталонной модели, а именно G_T_пр должен быть больше

или равно 828 и меньше 1152, но принимает значение 657, $N_{НД}$_пр должен быть больше или равно 80,75, а принимает значение равное 29,5.

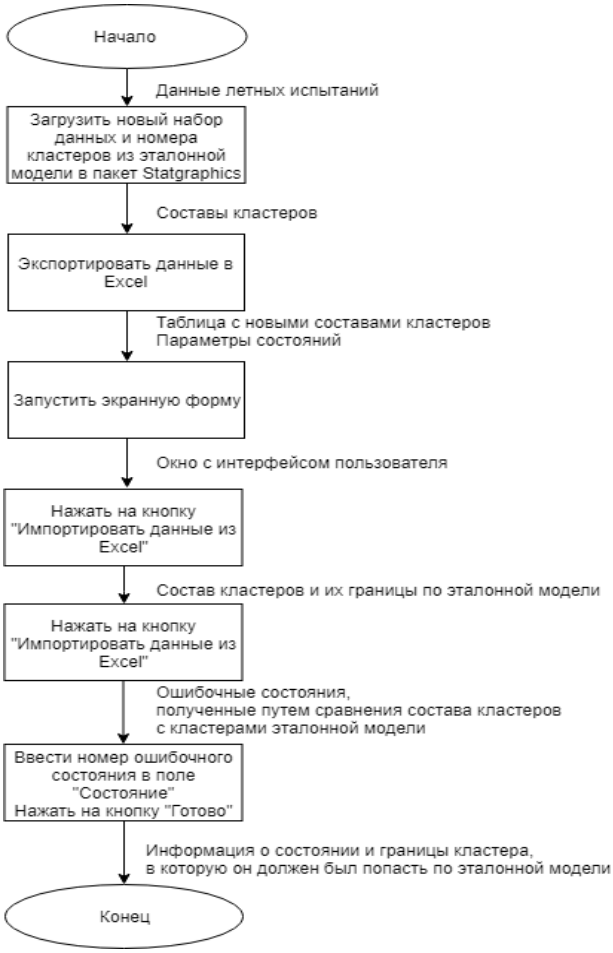


Рисунок 3 – Алгоритм эксплуатации эталонной модели

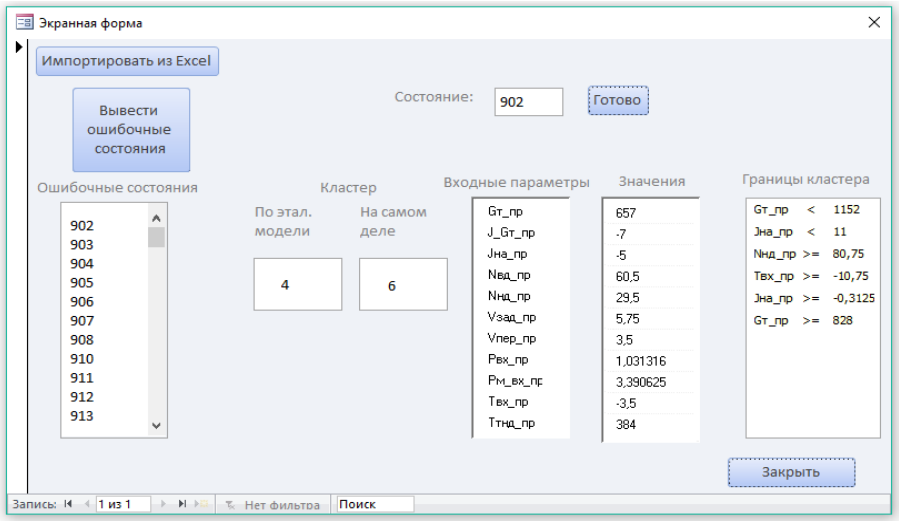


Рисунок 4 – Результаты тестирования эталонной модели

По результатам тестирования можно сделать выводы, что разработанная эталонная модель является эффективной, она верно определяет ошибочные состояния ТРДД, приводит информацию о состояниях, показывает информацию в

какой кластер эти состояния должны входить и в какую входят на самом деле, приводит границы кластеров. Таким образом, эталонная модель позволяет выявить и проанализировать состояния, которые могли стать причиной отказов. Эталонная модель значительно сократит процесс анализа результатов испытаний на стадии предварительной обработки данных.

Литература

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А.Гаврилова, – Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 384 с.

2. Кулагин В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. – Москва: Машиностроение, 2013. – 357 с.

3. Михеева В.Д., Харитонова И.А. Microsoft Access 2002 / В.Д. Михеева, И.А. Харитонова – Санкт-Петербург: БХВ – Петербург, 2007. – 1040 с.

А.Т. Садыкова, Д.Н. Маряшина, В.В. Мокшин

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕХА ПО СБОРКЕ ОБОРУДОВАНИЯ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(АФ КНИТУ-КАИ им. А.Н. ТУПОЛЕВА)

Ключевые слова: имитационное моделирование, оптимизация, обработка детали, сборка оборудования, система AnyLogic.

В статье представлена имитационная модель цеха по сборке оборудования в системе имитационного моделирования AnyLogic. Проведена оптимизация данной модели средствами системы моделирования AnyLogic. Основанием для возможного использования предложенного алгоритма оптимизации являются время обработки детали определенным устройством, количество таких устройств, используемых в цеху, сведенные вместе с результатами моделирования и оптимизации модели в таблицу. В качестве подтверждения табличных значений приведено графическое отображение одного из этапов оптимизации, а именно оптимизация исходной модели по времени обработки детали одним устройством и количеству устройств, в системе AnyLogic.

Введение

Система – это совокупность взаимосвязанных и взаимовлияющих друг на друга элементов, которые образуют некоторую целостность.

Имитационное моделирование представляет собой метод исследования системы, которую заменяют определенной моделью. С помощью всевозможных экспериментов над данной моделью получают необходимую информацию о реальной системе. В современном мире немаловажная роль отводится проектированию сложных систем, к которым помимо информационных систем относятся системы массового обслуживания, производства, предоставления услуг.

Вследствие этого быстро растет интерес к имитационному моделированию. Однако каждая из подобных систем являются уникальной, и поэтому вероятность разработки универсального алгоритма их проектирования достаточно мала.

Получение прибыли при повышении производительности ресурсов и минимизации расходов является основной целью любого предприятия. Процесс оптимизации позволяет выбрать из всех возможных вариантов использования ресурсов те, которые дают наилучшие результаты.

Средства оптимизации в имитационном моделировании уменьшают затраты на расчеты вариантов оптимизации, в результате которых выбирается оптимальный вариант. В данной работе проводится оптимизация работы такой сложной системы как цех по сборке оборудования средствами среды имитационного моделирования Anylogic.

Описание системы работы цеха

Детали четырёх типов поступают с четырёх конвейеров (source1, source2, source3, source4). Затем они встают в очереди (queue1, queue2, queue3, queue4) перед последующей обработкой.

Деталь первого типа поступает на первое устройство (РК1), обрабатывается определенным количеством рабочих и покидает его. Аналогично, детали второго, третьего и четвертого типов поступают на второе (РК2), третье (РК3) и четвертое (РК4) устройства соответственно и подвергаются определенной обработки.

Затем потоки из деталей первого и второго типа прибывают в сборочный пункт 1(match1), где синхронизируются путем нахождения подходящих пар для последующего формирования агрегата первого типа. Детали, для которых не было найдено пары из другого потока, хранятся в очереди. Далее парные детали первого и второго типа поступают на устройство (combine1), где формируются в агрегат первого типа. Аналогичным образом происходит и с потоками из деталей третьего и четвертого типа. После прохождения пункта 2 (match2), они формируются в агрегат второго типа (combine2).

Агрегаты первого и второго типа поступают в сборочный пункт 3 (match), где снова синхронизируются путем нахождения подходящих пар для последующего формирования финальной сборки. Затем парные агрегаты первого и второго типа поступают на устройство (combine), где формируются в финальную сборку. Сборка поступает на устройства (РК5) и (РК6) для последней обработки и проверки и покидает данный цех.

Моделирование и оптимизация

В качестве системы имитационного моделирования была выбрана система AnyLogic за большое количество возможностей для детального моделирования процессов и систем. Система AnyLogic – это программное средство для структурного и имитационного моделирования процессов и систем, разработанное российской компанией «Экс Джей Текнолоджис» (англ. XJ

Technologies) в 2003 году. Система AnyLogic включает в себя графический язык моделирования и позволяет пользователю расширять созданные модели с помощью языка Java.

Схема моделицеха по сборке оборудования в системе AnyLogicпредставлена на рис. 1.

Время моделирования и оптимизация данной модели составляло 28000 секунд. Результаты оптимизации представлены в таблице 1.

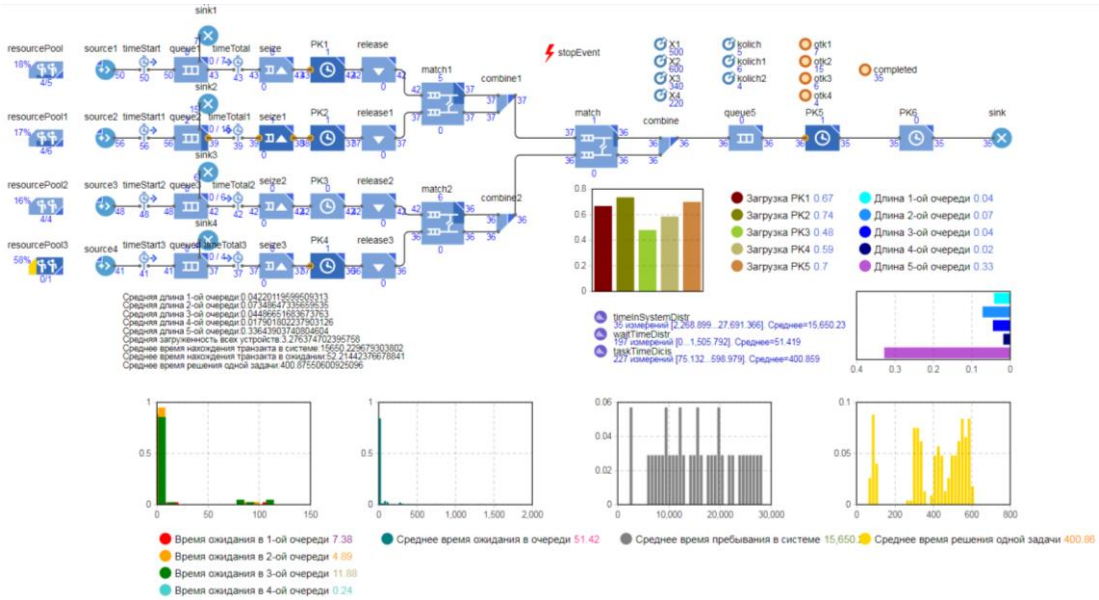


Рис. 1 – Схема модели цеха по сборке оборудования

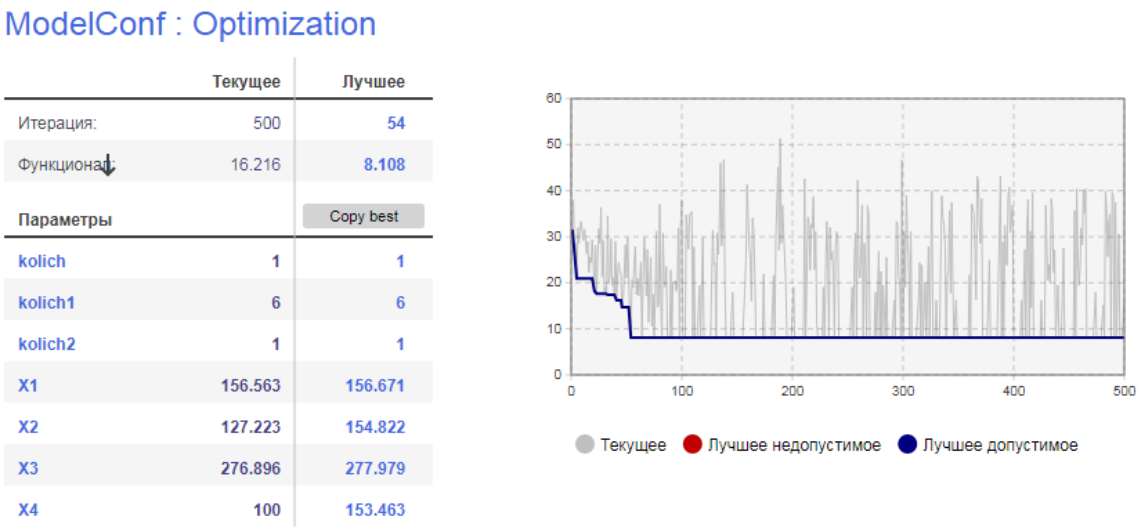


Рис. 2 – Оптимизация исходной модели по времени обработки деталей

Таблица 1.

Значение параметра	Исходная модель	Оптимизация исходной модели по времени обработки детали	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация модели с повышением нагрузки по времени обработки деталей	Оптимизация модели с повышением нагрузки по загруженности
1	2	3	4	5	6	8
kolich	5	1	1	1	2	2
kolich1	6	6	4	4	5	6
kolich2	4	1	2	6	6	5
X1	400,0	156,7	299,7	298,9	350,7	400,8
X2	550,0	154,8	236,4	430,4	456,7	567,7
X3	320,0	277,9	112,8	111,5	279,1	281,2
X4	280,0	153,5	147,3	146,5	230,5	251,1
Среднеквадратическое отклонение, сек.	6,920	6,621	6,892	6,893	7,890	7,912

kolich – количество рабочих на 1-ом устройстве (РК1), *kolich1* – количество рабочих на 2-ом устройстве (РК2), *kolich2* – количество рабочих на 3-ом устройстве (РК3);*X1* – среднее время обработки детали на РК1, *X2* –на РК2, *X3* –на РК3, *X4* –на РК4.

Вывод

В процессе моделирования была осуществлена разработка структурной модели работы цеха по сборке оборудования, проведена оптимизация имитационной модели работы цеха по сборке оборудования. Предложенный алгоритм оптимизации позволяет уменьшить время задержки деталей на устройствах, и тем самым повысить количество произведенных сборок.

Литература

1. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х. // Вестник Технологического университета. – 2017. - 20, 18. – С. 120-126.

2. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. // Вестник Технологического университета. – 2017. - 20, 17. – С. 99-103.

3. Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. // Вестник Технологического университета. – 2017. - 20, 19. – С. 75-81.

4. Родина Р.В. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77

5. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А. // Вестник Технологического университета. – 2015. - 18, 5. – С. 184-188.

6. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. - 17, 13. – С. 352-357.

7. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Трусфус М.В., В.В. Мокшин // Вестник Технологического университета. – 2017. - 20, 15. – С. 118-122.

В.С. Сивков

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАМЯТИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Одним из актуальных направлений развития информационных систем является повсеместное внедрение малогабаритных вычислительных устройств. Связано это, прежде всего, с развитием сенсорных систем, систем «умный дом», «умный город», «умная планета», и других подобных направлений. В большинстве своем, подобные малогабаритные устройства изготовлены на базе микроконтроллеров и работают в масштабе реального времени. Решая задачу создания программного обеспечения для таких устройств, исследователи сталкиваются с проблемой подбора оптимального архитектурного решения, с точки зрения ряда параметров. К таким параметрам можно отнести объем памяти, которая займет программа в устройстве, возможности по масштабированию программы, энергопотребление устройства.

Если расположить архетипы программ для подобных устройств по возрастанию возможностей масштабирования системы, то может получиться диаграмма подобная представленной на рисунке 1.

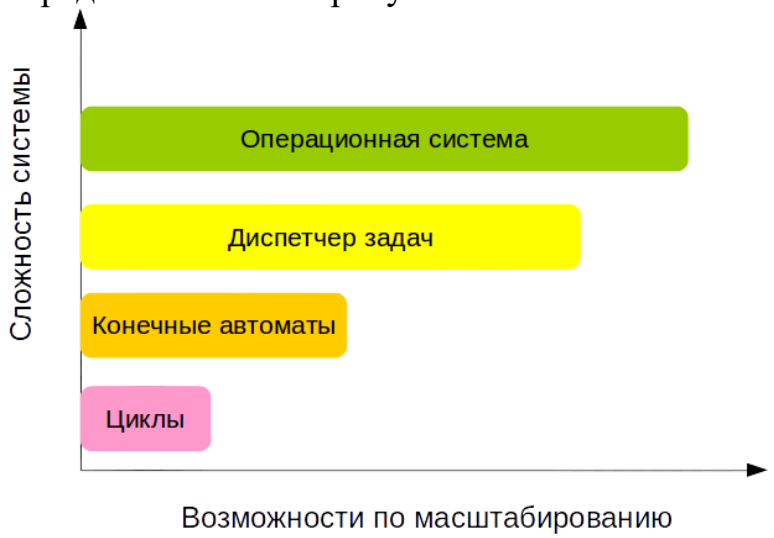


Рис. 1. Диаграмма архетипов систем реального времени.

Циклы или суперциклы (superloops) применяются для систем малого уровня сложности, обычно возможности по масштабированию систем на циклах достаточно скромные. Однако такие программы, как правило, занимают

меньше всего памяти. При грамотном подходе, конструкции на циклах могут показывать максимальное быстродействие, и минимальные накладные расходы.

Конечные автоматы применяются обычно для систем малой и средней сложности. Основное достоинство данного архетипа — возможность решать разноплановые задачи при минимальных накладных расходах вычислительных ресурсов. Однако чрезмерное усложнение системы, влечет за собой сильное усложнение самого конечного автомата, тем самым увеличивая время реализации и поддержки программного обеспечения. Данный фактор является основным ограничителем возможностей по масштабированию системы на конечных автоматах.

Для повышения возможностей по масштабированию систем, необходимы несколько иные конструкции, предоставляющие программисту удобный инструментарий выполнения задач. К таким инструментам можно отнести диспетчер задач и операционную систему. Однако применение усложненных сервисных программ (диспетчер или операционная система являются обслуживающей частью) приводит к увеличенному расходу ресурсов аппаратного обеспечения (процессорное время, память).

В данной работе рассматриваются результаты оценки расхода памяти микроконтроллера при создании систем реального времени на базе циклов и нескольких операционных систем реального времени (ОСРВ).

В качестве аппаратной платформы будем использовать микроконтроллер STM32F103C8T6, распаянный на отладочной плате (рисунок 2). Объем памяти под программу (flash) у данного устройства составляет 64 килобайта. Рассмотрим расход этого ресурса для одной и той же задачи, при использовании различных сервисных программ.

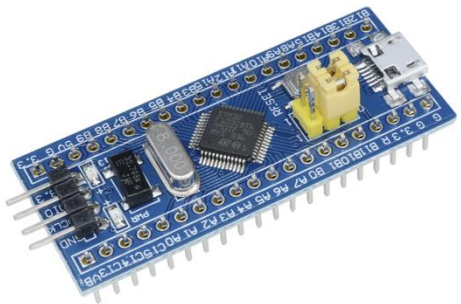


Рис. 2. Отладочная плата на базе микроконтроллера STM32F103C8T6

В качестве тестовой задачи, реализуем генератор импульсов с частотой 1 Гц. Наиболее рациональным, с точки зрения потребления ресурсов, решением данной задачи будет использование одного из аппаратных таймеров, входящих в состав микроконтроллера. С точки зрения интерфейса работы с начинкой микроконтроллера, наиболее эффективным, по производительности, будет непосредственное обращение к регистрам устройства. Однако такой подход

требует больших временных затрат, которые не всегда оправданы. Вот почему в большинстве случаев, используют специальные библиотеки, упрощающие доступ к периферии устройства. В нашем случае, такой библиотекой будет Cortex Microcontroller Software Interface Standard (CMSIS) [1].

Первый вариант реализации поставленной задачи (генератор), предполагает установку минимального набора средств разработки под данный тип микроконтроллеров (toolchain). Сам текст программы может занять до 30 строчек кода (стандартный стиль), большую часть кода займет инициализация периферии микроконтроллера и реализация грубой функции временной задержки. После компиляции, один из вариантов такой программы на языке Си занял 4040 байт.

Для следующего варианта реализации программы будем использовать ОСРВ FreeRTOS. Данная операционная система предоставляет программистам варианты вытесняющей и кооперативной многозадачности, базовый набор механизмов синхронизации и межзадачного взаимодействия [2]. FreeRTOS достаточно компактна, имеет открытый исходный код и распространяется по лицензии MIT, что несомненно делает ее удобной для использования в различных проектах. Первоначально необходимо загрузить исходные коды системы и настроить проект приложения (автор использовал вариант без лишних надстроек — файлы makefile). Сам текст программы может занять около 50 строчек кода, как и в предыдущем случае, большая часть программы это инициализация периферии и другие сервисные функции. После компиляции данный вариант программы на Си занял 9700 байт.

Далее рассмотрим реализацию нашей задачи в рамках одной из набирающих популярность в среде разработчиков ОСРВ Arm Mbed. Mbed OS - это операционная система с открытым исходным кодом для платформ, использующих микроконтроллеры ARM [3]. Одно из направлений применения таких микроконтроллеров - устройства Интернета вещей (IoT): маломощных, малогабаритных устройств, которые должны подключаться к Интернету. Mbed OS обеспечивает уровень абстракции для микроконтроллеров, на которых он работает, так что разработчики могут сосредоточиться на написании приложений верхнего уровня на C/C ++. Интересной особенностью является то, что приложения Mbed OS можно повторно использовать на любой Mbed-совместимой платформе. Данная ОСРВ выпускается под лицензией Apache 2.0, что делает ее пригодной к использованию в личных и коммерческих проектах. Подготовка проекта в данном случае занимает минимальное время (из рассмотренных в данной работе вариантов). Текст программы занимает около 20 строчек стандартным стилем. После компиляции данный вариант программы занял 39200 байт.

Попробуем сделать некоторые выводы по полученным результатам. По объему занимаемой памяти, как и прогнозировалось, лидером стал вариант задачи с использованием библиотеки CMSIS (~6% от общего объема flash). Неплохой результат показала ОСРВ FreeRTOS (16%), вариант с Mbed OS оказался самым объемным (~61% - рисунок 3).

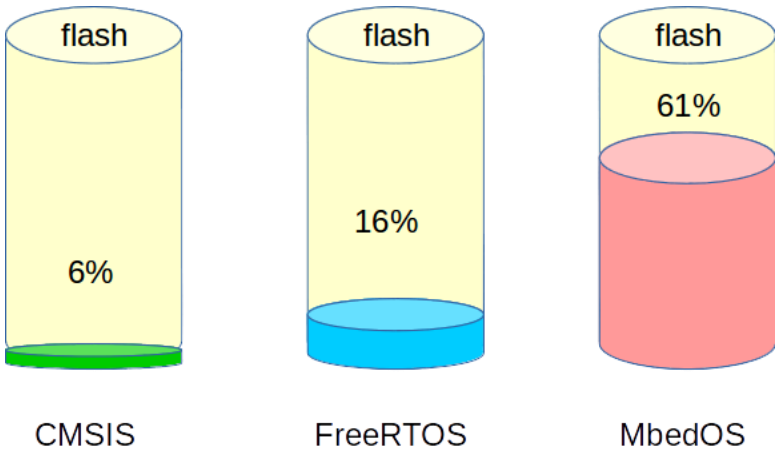


Рис. 3. Объем занимаемой flash памяти экспериментальных программ.

На первый взгляд может показаться, что MbedOS употребляет чрезмерное количество памяти микроконтроллера, однако это расплата за удобный и простой интерфейс для разработчика к аппаратуре. Так же остается открытым вопрос оптимизации проекта под конкретную задачу, возможно есть способы сократить объем занимаемой памяти для такой простой программы, однако данный вариант поставил бы MbedOS в более выигрышные условия, что явно противоречит задачам данного исследования. С точки зрения соотношения объем памяти — возможности масштабирования, наиболее привлекательным выглядит вариант с FreeRTOS, однако нужно помнить, что работа с периферийным оборудованием, драйвера для внешних устройств и интерфейсов, разработчик должен реализовать самостоятельно.

Вариант использования библиотеки CMSIS наиболее «экономный» с точки зрения занимаемой памяти, однако нужно помнить, что данный вариант пригоден в основном для простых систем, и трудоемок в масштабировании.

Литература

1. Cortex Microcontroller Software Interface Standard [Электронный ресурс] // URL: https://developer.arm.com/tools-and-software/embedded/cmsis

2. The FreeRTOS™ Kernel [Электронный ресурс] // URL: https://www.freertos.org/

3. Mbed OS [Электронный ресурс] // URL: https://www.mbed.com/en/platform/mbed-os/

В.В. Силин

CAD/CAM/CAPP/PDM СИСТЕМА ADEM – ОТЕЧЕСТВЕННАЯ САПР ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПО ADEM ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ADEM МЕСТО ADEM В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ И УЧЕБНЫХ ПРОЦЕССАХ

(ГРУППА КОМПАНИЙ ADEM)

Особенности и преимущества системы ADEM в области создания управляющих программ для станков с ЧПУ

На наш взгляд, наиболее ценен и интересен именно практический опыт применения той или иной CAM-системы в качестве средства производства. Именно с описания такого опыта начну доклад о достоинствах системы ADEM в части программирования ЧПУ-обработки.

Опыт на АО «Рск «МиГ» Производственный комплекс №2 г. Москва:

Благодаря внедрению CAM-системы ADEM CAM удалось сократить время обработки на 45-55%, уменьшить расход инструмента не менее чем в 2 раза, уменьшить расход электроэнергии примерно в 2 раза. Применение алгоритмов ПО ADEM в реальном производстве позволило значительно увеличить производительность оборудования и достичь скорости съема материала по алюминиевым сплавам до 140 кг/час, а по высокопрочным нержавеющим сталям – 18 кг/час. Свидетельством того, что разработчики ПО ADEM ориентируют свой продукт на задачи и потребности технологов-программистов каждого отдельного предприятия-пользователя служит факт добавления некоторых опций в функционал по техническому заданию специалистов «РсК «МиГ». Помимо этого специалисты ГК ADEM реализовали такие требования предприятия как:

- Схема винтовой выборки колодцев, которая позволила нам обрабатывать тонкостенные детали – толщина стенок и полок равна 2мм (при консольном закреплении заготовки на расстоянии до 500 мм от места крепления!) ;
- Изменение глубины фрезерования через заданное время либо на каждом проходе для увеличения периода стойкости инструмента – при обработке труднообрабатываемых материалов (а именно – нержавеющих сталей и титанов).
- Зонная обработка для станков, не имеющих задней бабки

Нарезание резьбы инструментов с профилем, отличающимся от профиля резьбы (обработка шнеков на токарных станках). Производственный комплекс №2«Рск «МиГ» занимается изготовлением элементов планера и фюзеляжа самолета. Следовательно, имеет дело с обработкой сложнопрофильных деталей с криволинейными поверхностями, которые в основном изготавливаются из труднообрабатываемых материалов: нержавеющих сталей и титанов. Так вот касательно точностных характеристик элементов обрабатываемых деталей,

можно отметить следующее – система ADEM позволяет задавать обработку любых геометрических моделей и получать детали по 7-му квалитету точности только лишь с помощью операций фрезерования. То есть без прибегания к операциям абразивной обработки, таким как шлифование, полирование, доводка и пр. Примером служит получение сферической поверхности клапанной заслонки гидросистемы самолета с полем допуска в 21 микрон.Другой пример – изготовление шпангоутов с обводообразующими поверхностями - свободное попадание в поле допуска ±0,02 мм.

Опыт на АО «ЗЭМ «Энергия» имени С. П. Королева» г. Королев, Московская область:

Опыт на АО «Конструкторское бюро химической автоматики» г. Воронеж:

Опыт на «НАПО имени В. П. Чкалова» г. Новосибирск:

Достигнутые результаты проекта помогают из расчета на 1 изделие:

- Сократить рабочее время операторов приблизительно в 2,3 раза,
- Сократить амортизацию и износ оборудования в 2,3 раза,
- Практически полностью избежать слесарной доработки, существенно уменьшив, при этом, издержки на материал и трудочасы ,
- Сократить расходы СОЖ и электроэнергии приблизительно в 2 раза,
- Сократить расходы на инструмент как за счёт повышенной износостойкости выбранного инструмента, так и за счёт уменьшения времени использования инструмента.

Таким образом, для выполнения текущего производственного плана по данной детали предприятию «НАПО им В.П. Чкалова» потребуется в 2 раза меньше времени и материалов, что в масштабах производства планеров SSJ-100 составляет колоссальную экономию.

Опыт на ПАО «ЗиО-Подольск»

Опыт на АО «МПО им. И. Румянцева»

Факторы, повлиявшие на достижение таких результатов:

1. **Регулировка толщины срезаемой стружки при фрезеровании:**

Помимо задания и расчета основных режимов резания, таких как глубина, подача и скорость, немаловажную роль играет вычисление и контроль оптимальной толщины стружки при фрезеровании. Вычисление толщины стружки помогает избежать проблем, которые возникают, когда толщина стружки ниже определенного значения или выше заданного максимального уровня. При увеличении радиального контакта фрезы с заготовкой система АДЕМ снижает подачу, чтобы сохранить толщину стружки. Это позволяет гарантировать, что максимальная толщина стружки не станет чрезмерной и не приведет тем самым к сокращению стойкости инструмента или его поломке или к останову станка из-за возникшей перегрузки.

С другой стороны, работа со стружкой тоньше определенного минимального уровня особенно важна при обработке материалов, склонных к поверхностному упрочнению, таких как суперсплавы и титан. При образовании слишком тонкой стружки во время работы режущей кромки возникает зона упроч-

нения, которая затем обрабатывается следующим зубом. Обработка упрочненного слоя в три раза ускоряет износ инструмента и сокращает его стойкость.

Производители инструмента дают в каталогах как основную характеристику величину подачи на зуб при соответственно назначении ее постоянной величиной. Однако при проведении расчетного анализа выясняется, что при соблюдении постоянной подачи на зуб мы имеем чрезмерно тонкую стружку и сравнительно не высокое значение скорости резания. Как только мы назначим постоянной величиной именно толщину стружки, снимаемой каждым зубом фрезы, а подаче дадим возможность колебаться, то мы увидим, насколько может вырасти значение подачи и, как следствие, значение скорости резания. Такие расчеты проведены еще основоположниками HSM и новостью это не является, однако в алгоритмах всех без исключения CAM-систем это не заложено.

И в этой связи можем отметить, что в системе ADEM существует возможность задания постоянной толщины стружки или диапазона толщин. Равно как и постоянного значения подачи или диапазона подач. Таких возможностей больше нет ни у одной из конкурирующих систем. Справедливости ради можно заметить, что только Siemens NX обратило на этот факт внимание и выпустило версию (на полтора года позже АДЕМ!), в которой заявлено соблюдение постоянства толщины снимаемой стружки, однако на практике заявленная способность никак не проявляется.

В АДЕМе же наоборот можем указать практические примеры получения серьезного эффекта от разработанных нашими программистами алгоритмов пересчёта и оптимизации подачи по толщине снимаемой стружки для различных траекторий обработки:

Спиральная эквидистантная выборка с включенным режимом выдерживания толщины стружки:

РСК «МиГ» (Москва):

1. Высокопрочная нержавеющая сталь:
   - скорость удаления материала 18кг/час
   - режимы: скорость вращения шпинделя – 994 об/мин, толщина стружки – 0.18 мм.
   - Эффективность использования инструмента возросла примерно в 2-3 раза
2. Алюминиевый сплав Д-16 с малым припуском :

   Фреза 20 мм, Z=3

   n = 5500 об/мин.

   При активизации функции постоянной толщины стружки подача достигала значения 11800 мм/мин.

   Подача на зуб составила 0,72 мм и превысила номинальную подачу (рекомендуемую производителем инструмента) почти в три раза. Скорость выбора металла около 100 литров в час.

   Регулировка подачи системой видна по тексту УП -

```
35 Подача/ 10520.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 11479.000000  мм/мин;
 .....
35 Подача/ 11661.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 21040.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 10520.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 10612.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 10520.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 11427.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 15720.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 14339.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 13621.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 14206.000000  мм/мин;
.....
35 Подача/ 15364.000000  мм/мин;
.....
```

НАПО им. Чкалова (Новосибирск):

На выборку 25 колодцев габаритами 150х80х90 мм было затрачено около 30 минут (Д16),

Скорость съема 140 кг/час с учетом потерь времени на холостые перемещения.

Вывод: В системе ADEM благодаря контролю постоянной толщины стружки удается задать гораздо большие значения подач и скоростей обработки и увеличить ее производительность. Кроме того, удается плавнее регулировать усилия на приводах станка и благотворно влиять на условия работы режущего инструмента в зоне резания.

2. Получение винтовых поверхностей типа «шнек» на токарных станках.

Следующей важной особенностью системы ADEM CAM является возможность получение винтовых поверхностей типа «шнек» на обычных токарных станках. Такая задача возникла в свое время на предприятии АО «Тамбовский завод «Ревтруд» (концерн «Созвездие»). Согласно традиционной методике обработки шнеков необходимо применять токарно-фрезерные обрабатывающие центры с приводными инструментами по осям X, Y. Это сложное и весьма недешевое оборудование с ЧПУ, особенно, когда требуется обеспечить большую точность на поверхностях впадин шнека. Кроме того, конструкция закрепления резца в резцедержателе является априори более жесткой, чем конструкция закрепления и кинематическая схема приводного инструмента, что дает обработке резцом возможность получить большую точность и за меньшее количество проходов, нежели при выборке межлопастного пространства приводной фрезой. В связи со всем этим была поставлена и выполнена задача по получению винтовых поверхностей на обычном токарном оборудовании с ЧПУ.

Вывод: в отсутствие свободного фрезерного 4х-5ти координатного оборудования современная CAD/CAM система ADEM поможет реализовать обработку шнеков на токарном оборудовании с ЧПУ. Тем самым может быть решена и проблема равномерности загрузки парка станков.

3. **Обработка поднутрений на телах вращения:**
4. **Фрезерование пазов и окон на цилиндрических поверхностях:**
5. **5-ти координатная обработка в ADEM**
6. **Плунжерное фрезерование**

Перечисление возможностей, заложенных в современную версию АДЕМ и описание их практического применения требует очень много времени. Самое интересное заключается не только в их прямом использовании, но и в умении сочетать для достижения поставленных целей обработки. И здесь как никогда раньше возрастает роль подготовки будущих технологов. Причем можно начинать с азов – даже с дошкольного образования: не могу не сказать о роли СГАУ им Королева как научного спонсора проведения различных конкурсов, даже среди дошколят и младших школьников – я имею в виду конкурсы в Тольятти, информация о которых имеется и на нашем сайте www.adem.ru. Т.е. руководящая роль ВУЗов в формировании технического и инженерно-технического персонала сейчас возрастает многократно. Заделы в методическом обеспечении учебного процесса имеются и немалые.

Говоря о комплексном и даже творческом подходе к обработке дам один пример: обработку турбинных лопаток в АДЕМ можно провести, если можно так сказать, вопреки традиционным способам и при этом получить как выигрыш по времени, так и зеркальную поверхность из-под фрезы, не прибегая к полировке.

Однако существуют проблемы не только при создании оптимальных траекторий обработки и задании режимов резания, но и при разработке постпроцессора под определенный станок с ЧПУ. Например, предприятия нередко приобретают многокоординатные станки с урезанным функционалом по управлению центром инструмента в системе ЧПУ (RTCP). Это порой объясняется тем, что продавцы станков с ЧПУ просто не афишируют определенную техническую информацию - открытие в функционале системы ЧПУ команды управления центром инструмента G43.3 может привести к существенному повышению стоимости станка. Специалисты Группы компаний ADEM способны разработать постпроцессоры, заменяющие недостающие функции набором открытых команд для управления положением инструмента.

Одна из новых задач, с которой сегодня могут столкнуться поставщики CAM-систем, состоит в реализации работы с контрольно-измерительными циклами и необходимостью вывода результатов измерения в файл отчета. Эта задача тоже лежит в плоскости постпроцессирования и она была успешно решена - создан отдельный постпроцессор с программированием измерительных циклов датчика и генерированием файла отчета.

Упомяну еще одну особенность: система ADEM имеет уникальный функционал, позволяющий в автоматическом режиме получать маршрут ЧПУ-обработки детали, - **модуль ADEM CAM Expert.**

Функционал модуля ADEM CAM Expert позволяет распознать обрабатываемые элементы 3D-модели детали и предлагает технологу-программисту маршрут обработки этой детали на станке. Модуль CAM Expert для каждого

обрабатываемого элемента детали в автоматическом режиме рассчитывает наиболее оптимальную траекторию обработки, осуществляет подбор режущего инструмента в зависимости от геометрии обрабатываемых поверхностей, а также рассчитывает режимы резания, для выбранного инструмента.

Целью данного доклада является показ полной конкурентоспособности отечественного ПО ADEM (CAD/CAM/CAPP/PDM системы ADEM-VX) в области технологической подготовки производства, т.е. его соответствия критериям импортозамещения. Характерная черта ПО АДЕМ это его легкая встраиваемость в существующие САПР-комплексы, сложившиеся на предприятиях, а это прямой путь к построению цифровизации на наших промышленных предприятиях. Наличие интерфейсов связи с другими системами уже дает нам возможность участвовать в нескольких проектах по переходу на цифровую модель производства. Благодаря глубокой внутренней интегрированности составляющих его модулей и учебный процесс становится более наглядным по сравнению с другими САПР, зарубежными и отечественными: преподавателю гораздо удобнее показывать современную сквозную технологию проектирования-производства в рамках одной системы (АДЕМ), нежели привлекать к этому несколько разнородных систем. Знаю, что в стенах СГАУ этот факт имеет прямое подтверждение.

М.А. Ситникова

РЕДУКЦИЯ СЛОЖНЫХ МОДЕЛЕЙ ВИРУСНОЙ ДИНАМИКИ

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

Какой моделью описывается динамика ВИЧ-инфекции? При помощи какого метода возможно уменьшение порядка модели? Какие физические параметры необходимы для численного решения? Каков результат вычислений? Именно этот круг вопросов рассматривается в настоящей работе.

ВИЧ-инфекция – заболевание, вызванное вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). В Международной Классификации Болезней X редакции (МКБ-10) выделяют пять основных проявлений ВИЧ-инфекции: в виде инфекционных и паразитарных болезней, злокачественных новообразований, других уточненных болезней и состояний, а также неуточненное. Многообразие форм, которые принимает данное заболевание, вызвано особенностями патогенеза ВИЧ. Источником и резервуаром ВИЧ-инфекции является человек на всех стадиях заболевания. Проникая в организм человека, вирус иммунодефицита поражает только специфические клетки, имеющие на своей поверхности CD4+-рецепторы, главным образом, клетки иммунной системы – Т-лимфоциты, моноциты, макрофаги и клетки микроглии. В результате пораженная клетка становится неспособной выполнять свою функцию и погибает от непосредственного разрушения вирусом, взаимодействия с Ткиллером или апоптоза, что при-

водит к постепенному развитию синдрома приобретенного иммунодефицита (СПИД) с последующим летальным исходом.

Рассмотрим модель динамики ВИЧ-инфекции «Новак-Мей»:

$$\frac{dx(t)}{dt}=b-\sigma x(t)-\alpha x(t)v(t),$$
$$\frac{dy(t)}{dt}=\alpha x(t)v(t)-my(t),$$
$$\frac{dv(t)}{dt}=ky(t)-cv(t).$$

Здесь x(t) и y(t) - концентрации неинфицированных (восприимчивых) и инфицированных клеток-мишеней соответственно. В этом случае клетки-мишени являются клетками CD4 + или Т-хелперными клетками, или Т-клетками (это разные названия одного и того же класса лимфоцитов). v(t) - концентрация свободных вирусных частиц. b,σ,α,m,k,c - положительные константы.

Чтобы преобразовать эту модель в модель эволюции вируса, мы должны предположить, что существует множество вирусных вариантов, связанных с различными фенотипами и возможностями случайных мутаций. Предположим так же, что существуют n ($n\to\infty$) различных типов вируса (штаммы) с концентрациями $v_i(t)(i=1, 2, \ldots, n)$. Затем инфицированные клетки также следует разделить в соответствии с вирусным типом, что они являются инфицированными - c, (или по типу вируса, который они производят).

Модель многообразия, соответствующая модели «Новак-Мей»:

$$\frac{dx(t)}{dt}=b-\sigma x(t)-\sum_{j=1}^{n}\alpha_j x(t)v_j(t),$$
$$\frac{dy_i(t)}{dt}=\alpha_i x(t)v_i(t)-m_i y_i(t),$$
$$\frac{dv_i(t)}{dt}=k_i y_i(t)-c_i v_i(t).$$

Здесь параметры α_i, m_i, k_i, c_i являются вариантно-специфическими, тогда как b и σ являются характерными для клеток-мишеней и, следовательно, не имеют субиндекса. Заметим, что эта модель по-прежнему не имеет механизма мутаций. В рамках модели «Новак-Мей» есть возможности для трёх различных механизмов мутаций, рассмотрим одну из них.

Предположим, что мутация происходит в процессе клеточной инфекции и что с вероятностью $p_{ij}^{(1)}$ клетка, инфицированная вирусом типа j, производит исключительно вирус типа i. В данном случае модель имеет следующий вид:

$$\frac{dx(t)}{dt}=b-\sigma x(t)-\sum_{j=1}^{n}\alpha_j x(t)v_j(t),$$
$$\frac{dy_i(t)}{dt}=\sum_{j=1}^{n}p_{ij}^{(1)}\alpha_j x(t)v_j(t)-m_i y_i(t),$$

$$\frac{dv_i(t)}{dt}=k_i y_i(t)-c_i v_i(t).$$

Заметим, что $\sum_{i=1}^{n} p_{ij}^{(1)}=1$ – клетка, инфицирована вирусом типа, относящегося к одному из n типов. Матрица $P^{(1)}=\left\| p_{ij}^{(1)} \right\|$ имеет сильную диагональную распространённость. Она может быть асимметричной.

Итак, произведём уменьшение размерности и сокращение порядка модели. Это возможно благодаря использованию метода интегральных многообразий. Обозначим:

$$t=T\bar{}, \quad x(\ )=X\bar{}(\ ), \quad =\ (\ ), \quad =\ (\ ) \tag{1}$$

и

$$t \quad t \quad x\bar{} \quad y_i \quad Y_i\bar{}_i \quad v_i \quad V_i\bar{}_i\bar{}$$

$$t \qquad y\ t \qquad v\ t$$

(2)

Обратите внимание, что $T=T_1$, $X=\frac{}{}$, $Y_i=\frac{}{}$, $V_i=\frac{}{}$ измеряется в единицах времени, тогда как X, Y и V являются концентрациями клеток-мишеней и свободного вируса. Здесь μ определяется выражением $P^{i}(\mu)=I-\mu^{i}Q^{i}$, $(i=1,2,3)$. Подставляя (1) и (2) в модель, мы получим следующие уравнения:

$$\mu^{(1)}\frac{d\bar{x}}{d\bar{t}}=1-\bar{x}-\sum_{j=1}^{n} R_j^0 \bar{x}\,\bar{v}_j,$$

$$\mu^{(1)}\frac{\sigma}{m_i}\frac{d\bar{y}_i}{d\bar{t}}=\sum_{j=1}^{n} p_{ij}^{(1)} R_j^0 \bar{x}\,\bar{v}_j-\bar{y}_i$$

$$\mu^{(1)}\frac{\sigma}{c_i}\frac{d\bar{v}_i}{d\bar{t}}=\bar{y}_i-\bar{v}_i.$$

Здесь $R_j^0=\frac{b\alpha_j k_j}{\sigma m_j c_j}$ является основным номером воспроизводства i-го вида вируса.

Используя (1) и замену $\bar{m}_i=\frac{m_i}{\sigma}$, $\varepsilon=\mu^{(1)}$ и $\nu_i=\frac{\sigma}{c_i}$, получим следующие уравнения:

$$\varepsilon\frac{d\bar{x}}{d\bar{t}}=1-\bar{x}-\sum_{j=1}^{n} R_j^0 \bar{x}\,\bar{v}_j,$$

$$\frac{}{}=\frac{}{}\left(\varepsilon\nu_i\frac{d\bar{v}_i}{d\bar{t}}=\bar{y}_i-\bar{v}_i. \right)-\sum_{j=1}^{n} \quad , \tag{3}$$

$$d\bar{} \quad \bar{} \qquad R_j^0 x\bar{} \quad m_i \qquad q_{ij}^{(\ )} R_j^0 x\bar{}$$

$$\mu^{(1)} \qquad \nu \qquad \nu$$

Обратите внимание, что все параметры этой системы являются безразмерными. Предполагая, что $\nu_i \neq 0$ и $\varepsilon=0$, получим равенства:

$$\bar{y}_i=\bar{v}_i, \quad \bar{x}=\frac{1}{1+\sum_{j=1}^{n} R_j^0 \bar{v}_j}.$$

Подставляя равенства в (3), получим уравнение:

$$\dot{\bar{v}}_i=\frac{\bar{m}_i}{\mu^{(1)}}\left(\frac{R_i^0}{1+\sum_{j=1}^n R_j^0\bar{v}_j}-1\right)\bar{v}_i-\frac{\bar{m}_i}{1+\sum_{j=1}^n R_j^0\bar{v}_j}\times\sum_{j=1}^n q_{ij}^{(1)}R_j^0\bar{v}_j=$$

$$=\frac{\bar{m}_i}{\mu^{(1)}}\frac{R_i^0-1}{1+\sum_{j=1}^n R_j^0\bar{v}_j}\times\bar{v}_i\times\left(1-\frac{\sum_{j=1}^n R_j^0\bar{v}_j}{R_i^0-1}\right)-\frac{\bar{m}_i}{1+\sum_{j=1}^n R_j^0\bar{v}_j}\times\sum_{j=1}^n q_{ij}^{(1)}R_j^0\bar{v}_j.$$

Используя матрицу P вместо Q, мы можем записать одно и то же уравнение в форме, удобной для численного моделирования:

$$\dot{\bar{v}}_i=\frac{\bar{m}_i}{\mu^{(1)}}\times\left(\frac{\sum_{j=1}^n p_{ij}^{(1)}R_j^0\bar{v}_j}{1+\sum_{j=1}^n R_j^0\bar{v}_j}-\bar{v}_i\right)=$$

$$=\frac{\bar{m}_i}{\mu^{(1)}}\times\frac{1}{1+\sum_{j=1}^n R_j^0\bar{v}_j}\left(\sum_{j=1}^n p_{ij}^{(1)}R_j^0\bar{v}_j\right).$$

Перечислим физические параметры для вычислений. n должно быть большим, порядка 1000. Однако $n > 4000$ не имеет большого смысла. Интервал времени должен быть от 0 до 3000-4000 дней. Другие параметры:

$b=20$ клетка×мм$^{-1}$×день$^{-1}$,

$m=0.8$ день$^{-1}$,

$\sigma=0.02$ день$^{-1}$,

$k_i=k=10^3$ день$^{-1}$,

$c_i=c=8$ день$^{-1}$.

$\alpha_i=\alpha_1+a(i-1)$,

где $\alpha_1=8\times10^{-6}$ клетка$^{-1}$×мм^3×день$^{-1}$ и $a=2.5\times10^{-3}$ клетка$^{-1}$×мм^3×день$^{-1}$.

Это даёт $R_1^0=1.25$ и $R_{4000}^0=12.5$.

Матрицы P являются трёхдиагональными. $p_{ii}=1-2\mu$ для всех i, но $p_{i,i+1}=p_{i,i-1}=\mu$ и $p_{1,1}=p_{n,n}=1-\mu$.

При моделировании $\mu^{(1)}$ берётся равным 2.5×10^{-6}, 2.5×10^{-5} и 2.5×10^{-4}.

В результате численного решения было установлено, что использование упрощённой модели приводит к тем же результатам, что использование исходной модели.

Таким образом, было установлено, что упрощённая модель имеет более удобную для численного решения форму.

В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева

МОДЕЛЬ КАНАЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ С ГИПЕРЭРЛАНГОВСКИМ И ЭРЛАНГОВСКИМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Введение. В современной теории телетрафика актуальны исследования систем массового обслуживания (СМО) G/G/1 с произвольными распределениями интервалов входного потока требований и времени обслуживания в связи с тем, что для таких систем нельзя получить решения в общем случае. Поэтому исследования систем G/G/1 проводят для случаев частных распределений. Для вывода решения для среднего времени ожидания в очереди, как главной характеристики системы, использован метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли. Для практического применения полученных результатов использован известный метод моментов. Известно, что распределенная по гиперэрланговскому закону HE_2 случайная величина имеет коэффициент вариации c больший либо равный $1/\sqrt{2}$. Учитывая тот факт, что распределение HE_2 является трехпараметрическим, в статье приведен механизм аппроксимации произвольных законов распределений гиперэрланговским как с использованием двух первых моментов, так и трех первых моментов. Этот факт отражает отличительную особенность закона распределения HE_2.

Вывод решения для системы $HE_2/E_2/1$.

Рассмотрим систему массового обслуживания (СМО), на вход которой поступают требования, интервалы между которыми распределены по закону HE_2 с функцией плотности

$$a(t) = 4p\lambda_1^2 te^{-2\lambda_1 t} + 4(1-p)\lambda_2^2 te^{-2\lambda_2 t} \quad (1)$$

Время обслуживания имеет функцию плотности:

$$b(t) = 4\mu^2 te^{-2\mu t} \quad . \quad (2)$$

Преобразования Лапласа функций (3) и (4) будут соответственно:

$$A^*(s) = p\left(\frac{2\lambda_1}{s+2\lambda_1}\right)^2 + (1-p)\left(\frac{2\lambda_2}{s+2\lambda_2}\right)^2 ;\ B^*(s) = \left(\frac{2\mu}{s+2\mu}\right)^2 .$$

Тогда спектральное разложение решения ИУЛ для системы $HE_2/E_2/1$ $A^*(-s)\cdot B^*(s) - 1 = \psi_+(s)/\psi_-(s)$ примет вид:

$$\frac{\psi_+(s)}{\psi_-(s)} = \left[p\left(\frac{2\lambda_1}{2\lambda_1 - s}\right)^2 + (1-p)\left(\frac{2\lambda_2}{2\lambda_2 - s}\right)^2 \right]\left(\frac{2\mu}{2\mu + s}\right)^2 - 1 \quad .$$

Выражение, стоящее в квадратных скобках, введя промежуточные параметры $a_0 = 16\lambda_1^2\lambda_2^2$, $a_1 = 16\lambda_1\lambda_2[p\lambda_1 + (1-p)\lambda_2]$, $a_2 = 4[p\lambda_1^2 + (1-p)\lambda_2^2]$ представим в виде: $\left[p\left(\frac{2\lambda_1}{2\lambda_1 - s}\right)^2 + (1-p)\left(\frac{2\lambda_2}{2\lambda_2 - s}\right)^2 \right] = \frac{a_0 - a_1 s + a_2 s^2}{(2\lambda_1 - s)^2 (2\lambda_2 - s)^2}$.

Продолжая разложение, получим:

$$\frac{\psi_+(s)}{\psi_-(s)} = \frac{4\mu^2(a_0 - a_1 s + a_2 s^2)}{(2\lambda_1 - s)^2 (2\lambda_2 - s)^2 (2\mu + s)^2} - \frac{(2\lambda_1 - s)^2 (2\lambda_2 - s)^2 (2\mu + s)^2}{(2\lambda_1 - s)^2 (2\lambda_2 - s)^2 (2\mu + s)^2} =$$

$$= \frac{-s(s^5 - c_4 s^4 - c_3 s^3 - c_2 s^2 - c_1 s - c_0)}{(2\lambda_1 - s)^2 (2\lambda_2 - s)^2 (2\mu + s)^2} = \frac{-s(s + s_1)(s + s_2)(s - s_3)(s - s_4)(s - s_5)}{(2\lambda_1 - s)^2 (2\lambda_2 - s)^2 (2\mu + s)^2}.$$

Окончательно, спектральное разложение решения ИУЛ для системы $HE_2/E_2/1$ имеет вид:

$$\frac{\psi_+(s)}{\psi_-(s)} = \frac{-s(s + s_1)(s + s_2)(s - s_3)(s - s_4)(s - s_5)}{(2\lambda_1 - s)^2 (2\lambda_2 - s)^2 (2\mu + s)^2}. \qquad (3)$$

Исследование многочлена в числителе этого разложения и определение его корней, является основным моментом метода спектрального разложения решения ИУЛ. Поэтому выпишем многочлен пятой степени в числителе разложения (3).

$$s^5 - c_4 s^4 - c_3 s^3 - c_2 s^2 - c_1 s - c_0. \qquad (4)$$

Его коэффициенты, собранные с помощью символьных операций Mathcad, равны:

$$c_0 = -4a_1\mu^2 + 64\mu\lambda_1\lambda_2[\mu(\lambda_1 + \lambda_2) - \lambda_1\lambda_2],$$

$$c_1 = 4a_2\mu^2 - 16[\mu^2(\lambda_1^2 + \lambda_2^2) + \lambda_1^2\lambda_2^2] - 64\mu\lambda_1\lambda_2(\mu - \lambda_1 - \lambda_2),$$

$$c_1 = 4a_2\mu^2 - 16[\mu^2(\lambda_1^2 + \lambda_2^2) + \lambda_1^2\lambda_2^2] - 64\mu\lambda_1\lambda_2(\mu - \lambda_1 - \lambda_2),$$

$$c_2 = 16[(\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1\lambda_2 + \mu^2) - \mu(\lambda_1^2 + \lambda_2^2) + 16\lambda_1\lambda_2 - 4\mu\lambda_1\lambda_2],$$

$$c_3 = -4[\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \mu^2 - 4\mu(\lambda_1 + \lambda_2) - 4\lambda_1\lambda_2,\ c_4 = 4(\lambda_1 + \lambda_2 - \mu).$$

Многочлен (4) имеет два действительных отрицательных корня $-s_1, -s_2$ и три положительных корня s_3, s_4, s_5 (либо вместо последних один действительный положительный и два комплексно сопряженных с положительной вещественной частью) в случае стабильной системы, т.е. когда загрузка системы $\rho = \bar{\tau}_\mu / \bar{\tau}_\lambda < 1$. Исследование знака младшего коэффициента c_0 показывает, что $c_0 > 0$ всегда в случае стабильной системы, когда $0 < \rho < 1$. С учетом знака минус перед c_0 в многочлене (4) это также подтверждает предположение о наличии таких корней многочлена.

Теперь, с учетом условий метода спектрального разложения строим рациональные функции $\psi_+(s)$ и $\psi_-(s)$: $\psi_+(s) = s(s + s_1)(s + s_2)/(2\mu + s)^2$, т.к. нули многочлена (4): $s = 0$, $s = -s_1$, $s = -s_2$ и двукратный полюс $s = -2\mu$ лежат в области

$\mathrm{Re}(s) \le 0$, $\psi_-(s) = -\dfrac{(2\lambda_1 - s)^2 (2\lambda_2 - s)^2}{(s - s_3)(s - s_4)(s - s_5)}$, т.к. ее нули и полюсы лежат в области $\mathrm{Re}(s) > D$. Далее по методике спектрального разложения найдем константу K: $K = \lim\limits_{s \to 0} \dfrac{\psi_+(s)}{s} = \lim\limits_{s \to 0} \dfrac{(s + s_1)(s + s_2)}{(s + 2\mu)^2} = \dfrac{s_1 s_2}{4\mu^2}$, где s_1, s_2 – абсолютные значения отрицательных корней $-s_1, -s_2$. Постоянная K определяет вероятность того, что поступающее в систему требование застает ее свободной.

Отсюда преобразование Лапласа искомой функции плотности времени ожидания $W^*(s) = s \cdot \dfrac{K}{\psi_+(s)}$ будет равно $W^*(s) = \dfrac{s_1 s_2 (s + 2\mu)^2}{4\mu^2 (s + s_1)(s + s_2)}$.

Для нахождения среднего времени ожидания найдем производную от функции $W^*(s)$ со знаком минус в точке $s = 0$: $-\dfrac{dW^*(s)}{ds}|_{s=0} = \dfrac{1}{s_1} + \dfrac{1}{s_2} - \dfrac{1}{\mu}$.

Окончательно, среднее время ожидания для системы $HE_2/E_2/1$

$$\bar{W} = 1/s_1 + 1/s_2 - 1/\mu. \qquad (5)$$

Для практического применения выражения (8) необходимо определить числовые характеристики распределений (1) HE_2 и E_2 (2).

Для этого воспользуемся свойством преобразования Лапласа воспроизведения моментов и запишем начальные моменты до второго порядка для распределения (1):

$$\bar{\tau}_\lambda = \frac{p}{\lambda_1} + \frac{(1-p)}{\lambda_2}, \quad \overline{\tau_\lambda^2} = \frac{3}{2}\left[\frac{p}{\lambda_1^2} + \frac{(1-p)}{\lambda_2^2}\right]. \qquad (6)$$

Рассматривая равенства (6) как запись метода моментов, найдем неизвестные параметры распределения (1) λ_1, λ_2, p. Система двух уравнений (6) при этом является не доопределенной, поэтому к ней добавим выражение для квадрата коэффициента вариации:

$$c_\lambda^2 = \frac{\overline{\tau_\lambda^2} - (\bar{\tau}_\lambda)^2}{(\bar{\tau}_\lambda)^2}, \qquad (7)$$

как связующее условие между (6). Кроме того, коэффициент вариации будем использовать в расчетах в качестве входного параметра системы. Исходя из вида уравнения (6) положим

$$\lambda_1 = 2p / \bar{\tau}_\lambda, \ \lambda_2 = 2(1-p) / \bar{\tau}_\lambda \qquad (8)$$

и потребуем выполнения условия (11). Подставив выражения (6) и решение (8) в (7), получим уравнение четвертой степени относительно параметра p: $p(1-p)[8(1+c_\lambda^2)p^2 - 8(1+c_\lambda^2)p + 3] = 0$. Отбросив тривиальные решения $p = 0$ и $p = 1$, получим квадратное уравнение $8(1+c_\lambda^2)p^2 - 8(1+c_\lambda^2)p + 3 = 0$, решив которое выберем для однозначности больший корень:

$$p = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{2(1+c_\lambda^2) - 3}{8(1+c_\lambda^2)}}. \qquad (9)$$

Подставив (9) в (8) определяем не достающие параметры распределения (1). Параметры распределения (2) известны из курса теории вероятностей.

Ниже, в табл.1 приведены результаты расчетов в пакете Mathcad для случаев малой, средней и высокой загрузки ρ системы $HE_2/E_2/1$. Данные расчетов сравниваются с известными результатами для близкой системы $H_2/E_2/1$ [2]. Прочерки в таблице означают, что при данных входных параметрах система $H_2/E_2/1$ не применима. Расчеты проведены для нормированного времени обслуживания $\bar{\tau}_\mu = 1$. Данные таблицы хорошо согласуются с результатами [3] в той области изменения параметров, в которой применима СМО $HE_2/E_2/1$.

Таблица 1 – Результаты экспериментов для СМО $HE_2/E_2/1$

Входные параметры		Среднее время ожидания	
ρ	c_λ	для системы $HE_2/E_2/1$	для системы $H_2/E_2/1$
0,1	0,71	0,017	–
	1,0	0,027	0,083
	2,0	0,047	0,141
	4,0	0,056	0,171
0,5	0,71	0,392	–
	1,0	0,605	0,751
	2,0	1,536	1,764
	4,0	3,687	4,082
0,9	0,71	4,377	–
	1,0	6,605	6,752
	2,0	20,222	20,016
	4,0	74,870	73,321

Заключение. Полученные результаты приводят к следующим выводам.

1. Система $HE_2/E_2/1$ применима для анализа трафика в том случае, когда коэффициент вариации интервалов поступления $c_\lambda \geq 1/\sqrt{2}$, а коэффициент вариации времени обслуживания $c_\mu = 1/\sqrt{2}$.

2. Полученные результаты с успехом могут быть применены в современной теории телетрафика, где задержки пакетов входящего трафика играют первостепенную роль. Для этого необходимо знать числовые характеристики распределения интервалов входящего трафика и времени обслуживания на уровне двух или трех первых моментов. Эти характеристики могут быть определены с помощью современных анализаторов трафика, например, Wireshark [4].

Литература

1. Тарасов В.Н. Анализ и расчет системы массового обслуживания с запаздыванием / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, И.А. Блатов // Автоматика и телемеханика. - 2015. - № 11. - С. 51-59.

2. Тарасов В.Н. Исследование систем массового обслуживания с гиперэкспоненциальными входными распределениями / В.Н. Тарасов // Проблемы передачи информации. - 2016. - № 1. - С. 16-26.

3. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Обобщенная двумерная диффузионная модель массового обслуживания типа GI/G/1 / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева // Телекоммуникации. - 2009. - № 7. - С.2-8.

4. Тарасов, В.Н. Анализ входящего трафика на уровне трех моментов распределений временных интервалов / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, Г.А. Горелов, С.В. Малахов // Информационные технологии. 2014. № 9. С.54-59.

А.М. Тен, В.В. Мокшин

АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ «АВТОЗАПРАВОЧНАЯ СТАНЦИЯ IRBIS» В СРЕДЕ ANYLOGIC.

(КНИТУ-КАИ имени А.Н. Туполева)

Введение

В современном мире, становится все более актуальные решения моделирования сложных технических систем. Подход имитационного моделирования, позволит не только узнать все нюансы исследуемой системы, но и ее улучшение и оптимизация. Моделировать можно все, начиная с обычных банкоматов, заканчивая космодромами. Кроме всего прочего средства моделирования могут использоваться, в образовании, в системной безопасности, и даже в военных и силовых структурах. К ним относятся, например, и автозаправочные станции (АЗС).

Целью данной работы является составление имитационной модели, а также нахождения оптимального количества ресурсов, для максимальной прибыли автозаправки. В данной работе рассматривается анализ автозаправочной станции IRBIS.

Описание системы работы автозаправочной станции и составление имитационной модели

На заправке есть 5 видов топлива (АИ-92, АИ-95, АИ-98, Дизельное топливо, Газ). Также есть пять резервуаров(Tanks), в которых находится жидкость. Бензовозы будут прибывать через определенные промежутки времени. Каждая бензоколонка содержит 5 видов топлива, всего колонок 4. Автомобиль подъезжает к колонке и открывается клапан подачи топлива. После завершения подачи топлива, клапан закрывается автоматически. В модели, когда автомобиль заправлен, отключается колонка от автомобиля, и машина уезжает с автозаправки. При возникновении очереди, автомобили будут ждать освобождения одной из пяти колонок. Бензовоз выступает в роли источника топлива и наполняет резервуары.

Имеется генератор потока автомобилей (carArrivals), Далее агенты захотят в область очереди на колонки АЗС (raStart-raEnd). После окончания очереди агент выбирает одну из четырех бензоколонок. Агент начинает заправку топливом(fueling). Когда топливо распределяется, дозатор отключается от ма-

шины и отпускает автомобиль от блока задержки, после агент покидает станцию. Блоки safeExitStart и safeExitEnd, гарантируют, что транзакты не разбиваются при выходе и спокойно покидают станцию. Из пяти резервуаров (Tanks по 30 куб. метров каждая), по трубам течет топливо в бензоколонки (fuelDispenser). Когда в резервуаре топливо падает ниже 3 куб. метров, к ним подъезжает бензовоз, который начинает пополнять резервуары. Бензовоз состоит из бака, шланга, форсунки и его емкость составляет 25 куб. метров. Когда танкер прибывает на станцию танка, его сопло (блок FluidExit) подключается к люку заправочной станции (FluidEnter), который вызывает поток топлива. И если емкость бензовоза опустошается, он отключается и уезжает.

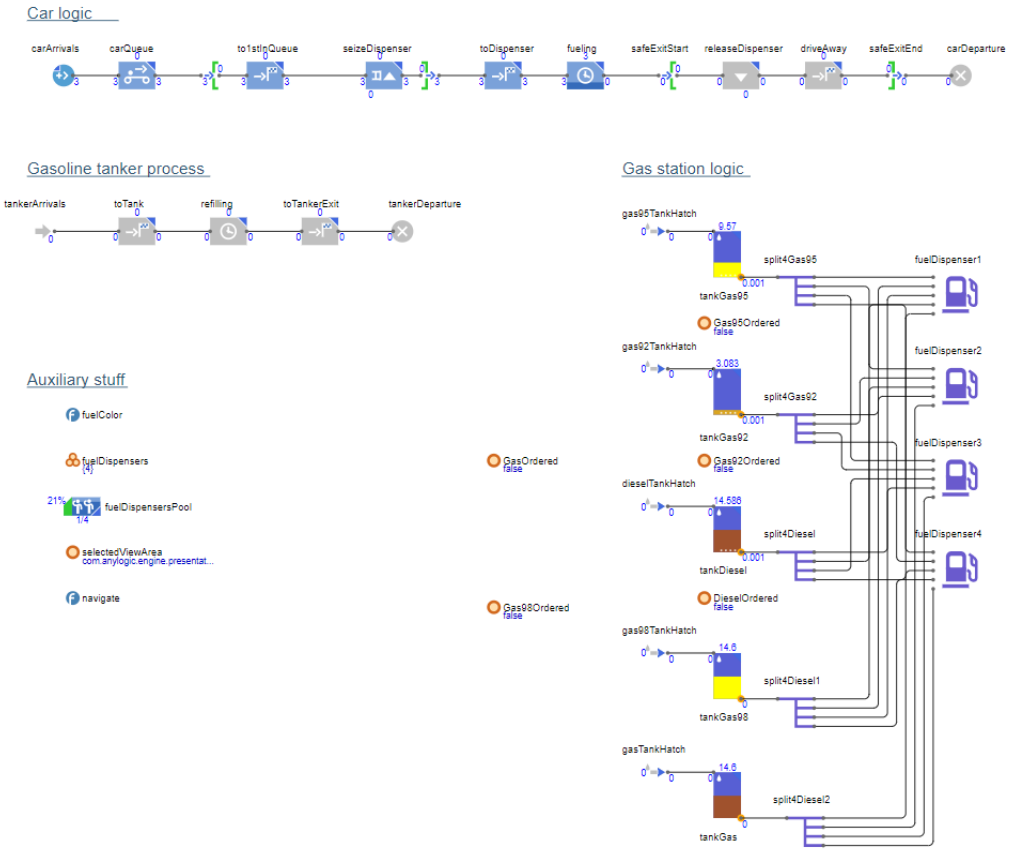


Рис. 1. Логическая модель автозаправочной станции в среде Anylogic

Также следует добавить цены за каждый литр отдельного вида бензина и подсчитать доход от каждой колонки. К этому необходимо добавить событие, которое сохраняет текущее значение и добавляет к текущему значению величину дневного изменения цены.

Оптимизация

Рассмотрим пример, владелец автозаправочной станции планирует получить максимальную прибыль, и встает такой вопрос: Сколько понадобится каналов обслуживания (бензоколонок), для максимальной прибыли. За каждый обслуженный транзакт, владелец получает доход, а за каждый отказ, теряет его. Покупка оборудования и ресурсов для новых каналов обслуживания и их со-

держание обходятся в некоторый бюджет. И варьирую число бензоколонок, можно найти оптимальное их количество, которое принесет более значительный доход.

Структурная схема должна содержать в себе реальную схему массового обслуживания. На рисунке 3 приведена блок схема.

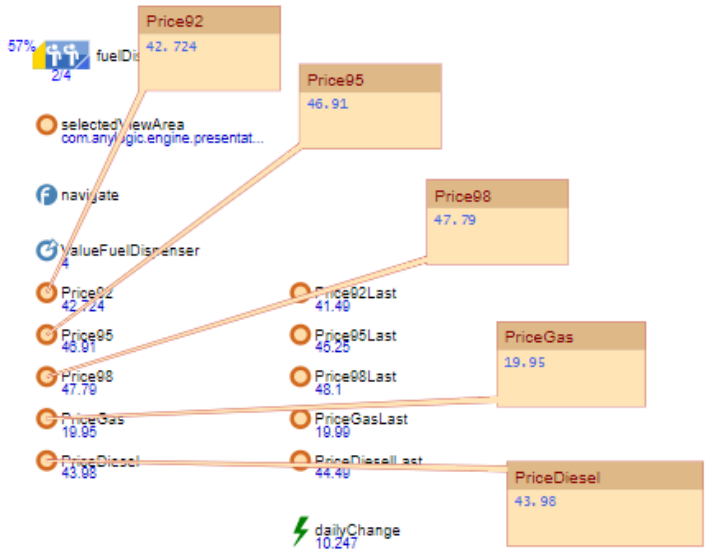


Рис. 2. Изменение цены



Рис. 3. Блок схема оптимизации

Время моделирования составляет 1 день. Количество колонок – 4. Интенсивность автомобилей 1 в минуту. Машин за время моделирования обслужено всего 1406. Общая прибыль АЗС стала равна 2411464 руб.

Выводы

В результате осуществлении данной работы мы смоделировали имитационную модель автозаправочной станции, где мы получили необходимые результаты, и собрали необходимые данные

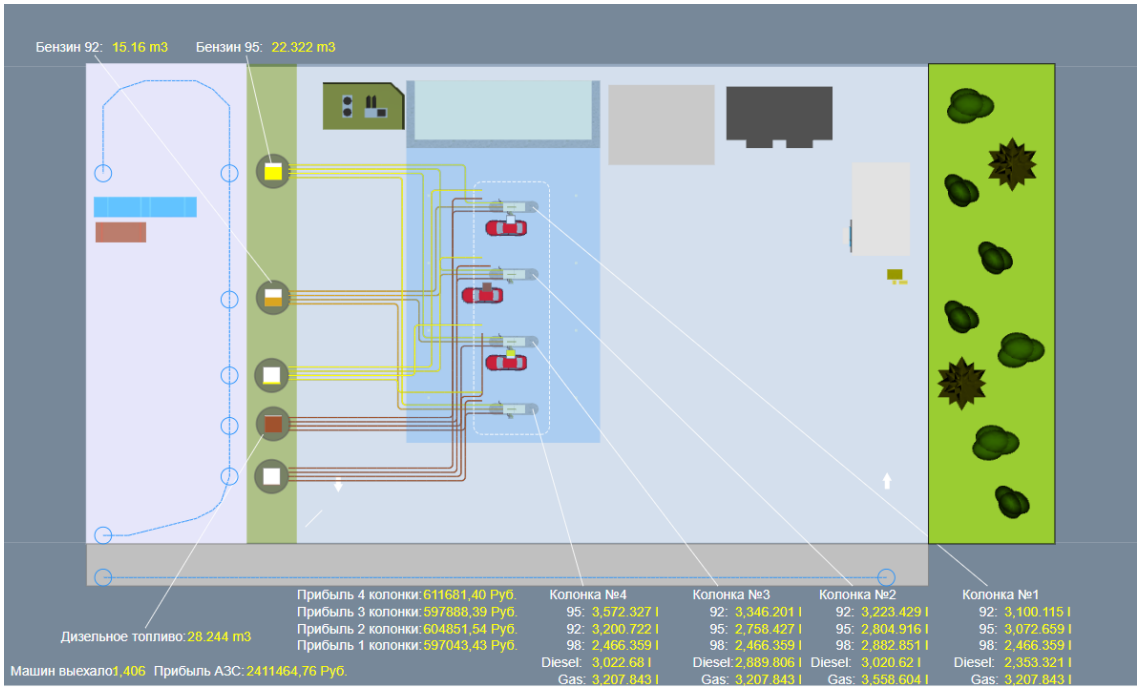


Рис. 4. Завершение моделирования

Таблица 1. Полученные данные моделирования

Колонки Вид топлива (л.)	Колонка №1	Колонка №2	Колонка №3	Колонка №4
АИ-92	3.100	3.223	3.346	3.572
АИ-95	3,072	2,804	2.758	3.200
АИ-98	2,466	2,882	2,466	2,466
Дизельное топливо	2,353	3,020	2,889	3,022
Газ	3,207	3,558	3,207	3,207
Сумма(руб.)	597043	604851	597888	611681
Прибыль АЗС				2411464 руб.

Литература

1. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Моделирование сложных систем в имитационной среде AnyLogic / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 13. С. 352-357.

2. Мокшин В.В., Якимов И.М. Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

3. Мокшин В.В., Сайфудинов, И.Р., Кирпичников А.П. Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 112-116.

4. Мокшин В.В. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского гос-

ударственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

5. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Яхина З.Т. Сравнение систем структурного и имитационного моделирования по модели M/M/5 // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 16. С. 113-119.

D.M. Umurzakova

AUTOMATIC WATER-LEVEL REGULATING INVARIANT SYSTEM IN THE BOILER SHELL

(Tashkent State Technical University)

The main task of the power industry is a reliable supply of industry and the population with electric and thermal energy. In this case, the main danger associated with reliability is the aging of thermal power plants (TPP).

The ability of automated heat and power equipment to perform its functions is usually expressed by the concepts of “reliability” and “durability” (“service life”) of both process equipment and the technical means of automated process control systems (ACS TP). Reliability is characterized by an average number of shutdowns, such as a boiler, per unit of time that occurred primarily due to sudden failures, caused by the presence of weakened metal elements (due to metal defects, corrosion, improper operation) that had exhausted their resources much earlier regulatory deadline. After such shutdowns, the damaged element is replaced, and the operability is restored. The economic effect of the modernization of the automatic control system (ACS) of the water level in the boiler drum is determined primarily by reducing the damage caused by failures and accidents, due to the increased reliability of the main equipment. At the same time, an accident at one TPP disrupts the normal operation of the entire power grid. Improving the quality of regulation reduces the number of failures and accidents, increases the availability of the main equipment, reduces the reserve of installed power in the system, reduces the number of accidents caused by the boiler over-flow and level drop, and also partially prevents damage to the boiler and turbine.

Durability is characterized by the service life of the elements of the boiler to their full replacement, caused by the exhaustion of the service life of the main mass of the metal due to the accumulation of irreversible destruction processes. Since the replacement of some sections (elements) of the boiler with new ones in the elimination of sudden failures refers only to a small fraction of the total metal, the service life of the metal before the replacement is not associated with the average number of sudden failures. This allows the analysis of reliability and durability separately.

In addition to failures of technological equipment of thermal power plants, they also take into account failures of technical means of automated process control systems, for example, elements of the automatic control system, the quality of which has the greatest impact on efficiency, reliability and durability of technological equip-

ment of thermal power plants. At the same time, the boiler enters the closed loop of the ACS as its main element. It should be noted that in the analysis of sudden failures it is almost always possible to establish the cause of the failure and the failed device.

At the same time, when analyzing the reliability of ACS, gradual failures are also taken into account, affecting both the reliability and the durability of the boiler. The elimination of gradual failures is carried out by changing the settings of the ACS with the help of organs specially designated for this purpose, and they are considered as a failure of the ACS as a whole. As studies have shown, for analog ACS gradual failures more (59%) than sudden (41%).

The transition to more reliable microprocessor automation reduces the number of sudden failures of ACS to 38%. Extremely stringent requirements are imposed on the quality of regulation of modern drum boilers. At the same time, the zone of operation of the power supply automatic control system is usually limited to the limits of the protection settings against lowering the water level in the boiler drum and opening the emergency drain. These limits determine the safety of the boiler, exceeding them causes an emergency situation. Exceeding the upper emergency limit may result in water being thrown into the superheater, a sharp drop in the temperature of hot steam, hydraulic and thermal shock, and damage to the turbine. A drop in the level beyond the lower alarm limit may result in a violation of the circulation in the screen tubes and their burnout. Changing the water level in the boiler drum within the allowable limits has practically no effect on the operation of the boiler. The durability of the metal of the drum and the water economizer, as well as the consumption of electrical energy by the feed pumps depend on the quality of control of the flow of feed water. The sharp fluctuations in the consumption of the latter contribute to the appearance of fatigue phenomena in the metal of the drum, reducing its reliability. Therefore, the deviations between steam production and feed water supply should be minimal. Improving the quality of maintaining the water level in the boiler drum in a typical three-pulse ACS and its modifications when the load changes is usually achieved due to sharp deep changes in feedwater consumption, which is unacceptable due to fatigue stresses in the metal. Therefore, the ACS supply of the drum boiler must ensure that the water level is kept within permissible limits:

- in stationary mode (in the absence of sharp disturbances on the load), the maximum allowable level deviations should not exceed ± 20 mm;
- with a discontinuous disturbance on the load by 10% (initial load is nominal), the maximum permissible level deviations should not exceed ± 50 mm;
- in the normal stationary mode of operation of the boiler, the number of switch-ons of the regulator should not exceed six per minute.

In modern boilers with high thermal voltage level fluctuations with sharp and significant changes in load reach significant values.

With deep internal and external disturbances, typical power regulators of nuclear power plants (NPP) are not able to maintain the water level within the normal operating limits, which leads to unloading or complete shutdown of the power unit and the emergence of economic losses, as well as to reduce the reliability of the steam generator. The automatic regulator of the water level of the steam generator of

the NPP maintains an overestimated level of water at workloads, which leads to an increase in the moisture content of steam and increased wear of the turbine blade apparatus. This reduces the reliability and service life of the turbine.

At the same time, the replacement of old technical means of the ACS of heat and power processes with modern microprocessors using standard control algorithms and traditional structural schemes does not significantly improve the quality of maintaining the heat and power parameters of TPPs operating in a wide range of loads. In this connection, the tasks of modernization of the ACS TPPs based on innovative methods of structural and parametric optimization of dynamic systems that significantly affect the efficiency, reliability and durability of the TPP operation, and the development of a methodology for calculating the economic efficiency of their implementation become relevant. First of all, it concerns the ACS of the water level in the boiler drum, since the latter belong to the first group of the most complex and responsible ACSs, the reliability and maintainability indicators of which are given in [2].

To eliminate these drawbacks, an invariant ACS of the power supply of the drum boiler has been developed. The invariant system with the allocation of an equivalent external disturbance differs from the typical one in that the structure of the stabilizing regulator is selected on the basis of the transfer function of the optimal regulator, the structure and parameters of the dynamic adjustment of the correcting device are based on the transfer function of the optimal regulator taking into account the dynamics of the equivalent control object including the inner loop of the stabilizing regulator.

References

1. Borushko A. P., Karnitskiy N. B., & Borushko G. A. (2007) Power Station Reliability and Efficiency (Methods and Practice). Minsk: BNTU. 182 p..

2. Kulakov G. T., & Kukhorenko A. N. (2015) Invariant System of the Steam-Drum Boiler Feed Automatic Regulation. Energetika. Izvestyia Vysshikh Uchebnykh Zavedenii i Energeti- cheskikh Obedinenii SNG [Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc.], 5, 59–68.

Д.М. Умурзакова

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЕК РОБАСТНЫХ ТИПОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

(Ташкентский государственный технический университет)

Приведены рекомендации по расчету настроек робастных типовых регуляторов с использованием критерия максимальной степени устойчивости. Отмечено, что в отличии от других критериев данный критерий в совокупности с гарантирующим подходом придает методике расчета безытерационный характер.

В практике проектирования систем управления технологическими процессами, несмотря на появление новых методов управления, большое распространение получили типовые проектные решения на основе использования традиционных законов регулирования. При этом предполагается возможность адекватного описания широкого класса регулируемых объектов линейными динамическими моделями, используемыми для настройки типовых регуляторов. Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор считается достаточно близким к оптимальному, основанному на теории предсказания Колмогорова-Винера [1, 2]. Известно, что для простейших типовых моделей, ограниченных 2-м порядком дифференциальных уравнений с запаздыванием, размерность типового регулятора не превышает размерности уравнений объекта, а сам регулятор представляет собой ПИД-регулятор. Однако с повышением требований к качеству реализации технологических режимов может оказаться, что динамическая точность регулирования с типовым ПИД-регулятором, настроенным по линейной модели, становится недостаточной. В таких случаях идут либо на усложнение информационной структуры системы [3] (примером могут служить системы с дополнительным импульсом из промежуточной точки, каскадные САУ и др.), либо на использование более гибких подходов к расчету настроек регуляторов при заданной структуре автоматической системы регулирования (АСР) (примером могут служить методы синтеза робастных регуляторов с использованием интервальной модели объекта). Однако и при таком подходе остается не полностью решенной задача выбора критерия оптимальности настройки регулятора.

В данной статье предлагается алгоритм решения задачи расчета настроек робастных регуляторов с помощью критерия максимальной степени устойчивости [4]. Степенью устойчивости системы называют наименьшее расстояние от мнимой оси до ближайшего корня в левой полуплоскости. Основными достоинствами этого критерия являются малая чувствительность получаемых характеристик к параметрическим и моментным возмущениям и максимальные запасы устойчивости спроектированных АСР. Основными этапами алгоритма решения задачи являются следующие:

1. В соответствии с гарантирующим подходом по имеющимся граничным значениям параметров интервальной модели объекта оценивается наихудшее сочетание параметров объекта.

2. Для модели вида $W(p)=\left[\overline{K}_{об},\underline{K}_{об}\right]\cdot e^{-\left[\overline{\tau},\underline{\tau}\right]p}/\left(\left[\overline{T}_2,\underline{T}_2\right]^2p^2+\left[\overline{T}_1,\underline{T}_1\right]p+1\right)$ формируется номинальная (расчетная) модель объекта в виде передаточной функции с наихудшим сочетанием параметров объекта $W(p)=\left[\overline{K}_{їа}\right]e^{-\left[\overline{\tau}\right]p}/\left(\left[\underline{T}_2\right]^2p^2+\left[\underline{T}_1\right]p+1\right)$.

3. Записывается характеристическое уравнение замкнутой системы. Для ПИД-регулятора и полученной расчетной модели уравнение имеет вид:

$$\overline{T}_2^{\,2}\overline{\tau}^3\lambda^3+\left(9\overline{T}_2^{\,2}\overline{\tau}^2+\underline{T}_1\overline{\tau}^3\right)\cdot\lambda^2+\left(18\overline{T}_2^{\,2}\overline{\tau}+6\underline{T}_1\overline{\tau}^2+\overline{\tau}^3\right)\cdot\lambda+6\left(\overline{T}_2^{\,2}+\underline{T}_1\overline{\tau}\right)+3\overline{\tau}^2=0.$$

4. Определяем максимальную степень устойчивости [4]. Для чего характеристическое уравнение замкнутой системы дифференцируем по «p» три раза и полученное выражение приравниваем к нулю. Получаем соотношение для расчета максимальной степени устойчивости системы с моделью 2-ого порядка и ПИД-регулятора.

5. Выполняется расчет параметров настроек регулятора по критерию максимальной степени устойчивости замкнутой системы. Полученные с учетом параметров интервальной модели объекта формулы для расчета настроек ПИД-регулятора приведены в таблице 1.

В отличие от других критериев оптимальности, которые далеко не всегда однозначно характеризуют оптимальные параметры настроек регулятора, а требуют нескольких итераций алгоритма расчета, например при использовании критерия равной степени затухания, рассмотренная методика реализует безытерационный алгоритм расчета параметров настроек регулятора, функционирующего в условиях неопределенности.

Таблица 1 – Формулы расчета параметров ПИД – регулятора по критерию максимальной степени устойчивости с моделью 2-го порядка

Настроечные параметры ПИД-регулятора	Модель объекта 2-ого порядка $W(p)=\overline{K}_{об}\cdot\exp(-\bar{\tau}\cdot p)/\left(\overline{T}_2^{\,2}\cdot p^2+\underline{T}_1\cdot p+1\right)$
$K_П$	$-1\Big/\overline{K}_{об}\cdot\left[\begin{array}{l}2\cdot\overline{K}_{об}\cdot K_Д\cdot\lambda+\left(\overline{T}_2^{\,2}\cdot\bar{\tau}\cdot\lambda^3+\left(3\cdot\overline{T}_2^{\,2}+\underline{T}_1\cdot\bar{\tau}\right)\cdot\lambda^2+\left(2\underline{T}_1+\bar{\tau}\right)\cdot\lambda+1\right)\cdot\\ \cdot\exp(\bar{\tau}\cdot\lambda)\end{array}\right]$
$K_И$	$-1\cdot\left[K_Д\cdot\lambda^2+K_П\cdot\lambda+\exp(\bar{\tau}\cdot\lambda)/\overline{K}_{об}\cdot\left(\overline{T}_2^{\,2}\cdot\lambda^3+\underline{T}_1\cdot\lambda^2+\lambda\right)\right]$
$K_Д$	$-1\Big/\left(2\cdot\overline{K}_{об}\right)\cdot\left[\begin{array}{l}\overline{T}_2^{\,2}\cdot\bar{\tau}^2\cdot\lambda^3+\left(6\overline{T}_2^{\,2}\cdot\bar{\tau}+\underline{T}_1\cdot\bar{\tau}^2\right)\cdot\lambda^2+\left(6\overline{T}_2^{\,2}+4\underline{T}_1\cdot\bar{\lambda}+\bar{\tau}^2\right)\cdot\lambda+\\ +2\left(\underline{T}_1+\bar{\tau}\right)\end{array}\right]\cdot$ $\cdot\exp(\bar{\tau}\cdot\lambda)$

Литература

1. Ротач, В.Я. Теория автоматического управления: учебник для студентов вузов. – 4-е изд. – М.: Изд-во МЭИ, 2007. – 400 с.

2. Смирнов, Н.И. Оптимизация одноконтурных АСР с многопараметрическими регуляторами / Н.И. Смирнов, В.Р. Сабанин, А.И. Репин // Промышленные АСУ и контроллеры. 2005, № 7. – С. 24-28.

Н.И.Фаттахов, З.Р.Ханова, В.В. Мокшин

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПО УПАКОВКЕ ТОВАРОВ ЗАСЧЕТ РАБОЧИХ РЕСУРСОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

(КНИТУ-КАИ им. А.Н. ТУПОЛЕВА)

Ключевые слова: производство, упаковка, товары, имитационное моделирование, оптимизация, система AnyLogic.

В данной статье представлена структурная схема организации процесса упаковки товара, а именно таких ее разделов как «Упаковка товаров» и «Сборка упакованных товаров», для изучения подробной информации об этих подсистемах существует возможность прочитать их описание. Также приведена имитационная модель работы производства по упаковке товаров в системе имитационного моделирования AnyLogic. Проведена оптимизация вышеуказанной модели работы производства по упаковке товаров за счет рабочих ресурсов, скорости конвейеров, а также их вместимости средствами системы имитационного моделирования AnyLogic. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма оптимизации являются варьирование скорости конвейеров и их длинны, а также загруженность рабочих ресурсов, используемых на данном упаковочном производстве, сведенные вместе с результатами имитационного моделирования и оптимизации имитационной модели в таблицу. В качестве подтверждения табличных значений приведено графическое отображение одного из этапов оптимизации, а именно оптимизация исходной модели по времени обработки товара, в системе AnyLogic.

Введение

Важнейшим фактором в эффективности процесса упаковки товаров, несомненно, является скорость прохождения всех этапов упаковки.

Высокая эффективность достигается главным образом за счёт достаточной длины конвейеров, на ленты которых поступают товары, а также скорости их прокрутки, для своевременной поставки товара к упаковочной или погрузочной аппаратуре. Тем не менее, чрезмерное злоупотребление увеличением скорости конвейеров или их вместимости может вывести советующие механизмы из строя и привести к долгому застою в производстве товаров. Стоит отметить, что рентабельность производства по упаковке товаров также зависит и от рабочего персонала. Как правило, классифицированный специалист способен выполнять работу быстро без потери качества.

В связи с данными факторами разработка идеального алгоритма для производства по упаковке товара является трудоёмкой задачей. Так как провождение подобных экспериментов, с целью поиска приемлемого решения в реальных условиях очень сильно уменьшило бы производительность и прибыль предприятия, была создана данная имитационная модель.

Использование имитационного моделирования позволяет описать процессы на конвейерной ленте, учесть взаимодействия различных подсистем упакованной системы, изучать детальную статистику и поведение системы во времени, а также предсказывать сценарии изменений на различных горизонтах планирования. Практическая полезность данной статьи заключается в том, что в ней приведен пример легко настраиваемой, подробной имитационной модели.

Описание системы работы упаковки товаров

С зоны хранения продукции трёх видов (Тип_тов_1, Тип_тов_2, Тип_тов_3) товары по конвейерной ленте (Путь_к_сортировке) поступают в сортировочный центр, функциональность которого зависит от робота(Робот).
После сортировки товаров каждый из них в зависимости от типа товара отправляются в соответствующий им упаковочный центр (упаковка1, упаковка2, упаковка3) по соответствующей конвейерной ленте (Путь_к_уп_1, Путь_к_уп_2, Путь_к_уп_3). Процессом упаковки управляют работники (Работники). Когда процесс упаковки товара завершен он снова отправляется на конвейерную ленту (Путь_к_погр_1, Путь_к_погр_2, Путь_к_погр_3), которая в свою очередь перемещает его к месту общей сборки товаров (Сбор-ка_уп_товаров_в_один).
В конце конвейера конечный сформированный продукт оправляется на погрузку (Погрузка), которой в свою очередь занимаются работники предприятия (Работники)...

Моделирование и оптимизация

Рассматриваемая в данной работе модель была реализована в пакете AnyLogic 8.4, это лидирующая платформа для имитационного моделирования различных систем, позволяющая использовать много-подходный метод имитационного моделирования.

Такой способ моделирования достаточно прост, он делает возможным органичное комбинирование и совмещение различных методов имитационного моделирования. Это позволяет создавать модели, которые будут просты в поддержке и будут полно-ценно выполнять свои функции. Данный подход подчеркивает положительные стороны, достоинства одних методов моделирования и ком-пенсирует недостатки других

Создателем системы AnyLogic является рос-сийская компания по разработке программного обеспечения, «Экс Джей Технолоджис».

Модель работы производства по упаковке то-варов данной системе была построена на основа-нии курсовой работы «Оптимизация производства по упаковке товаров», схему модели можно увидеть на рис. 1.

Также на рис.2 представлен эксперимент работы данного моделирования.

Для оптимизации модели было задано 100 единиц времени, для работы модели - 8 часов. Полученные в ходе работы результаты оптимизации продемонстрированы в таблице 1. После оптимизации модели число рабочих, которые должны были участвовать в первичной упаковке товаров, уменьшилось с 2 людей (исходная модель) до 1 человека.

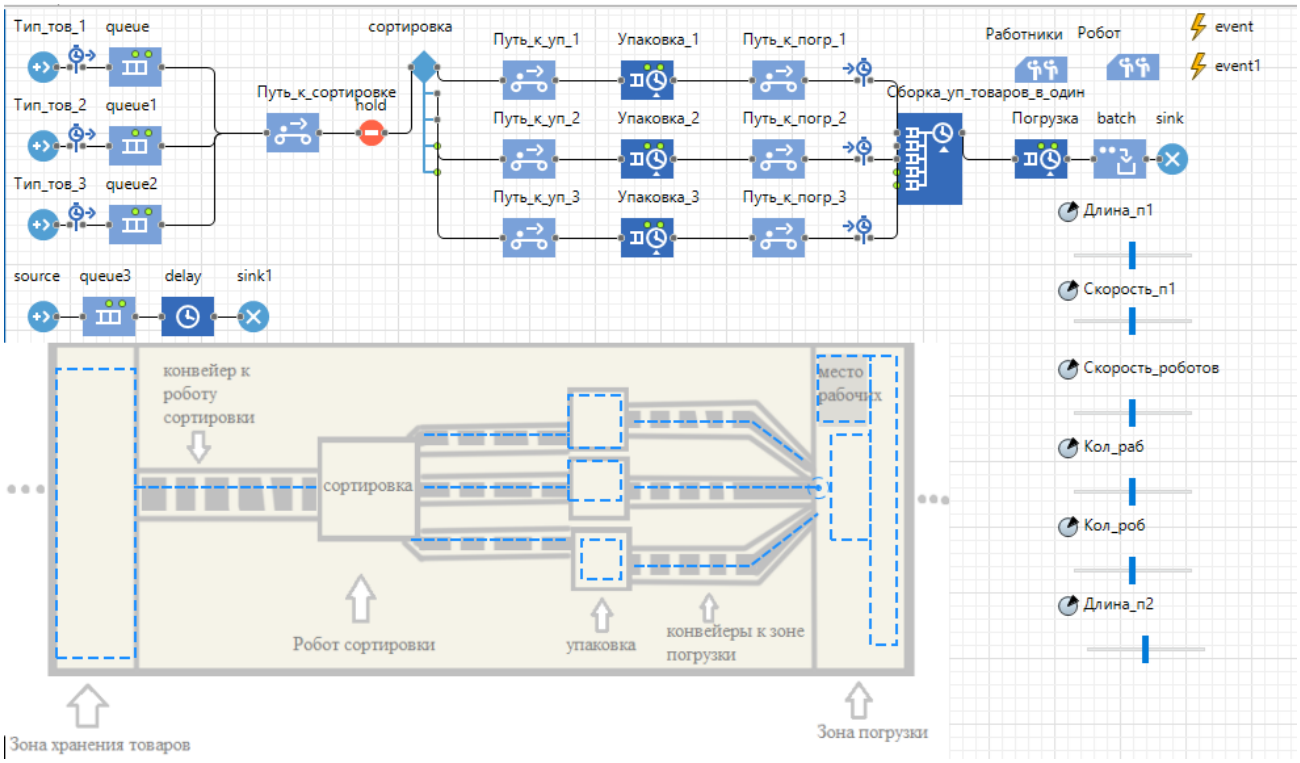


Рис. 1. Модель работы производства по упаковке товаров в системе AnyLogic

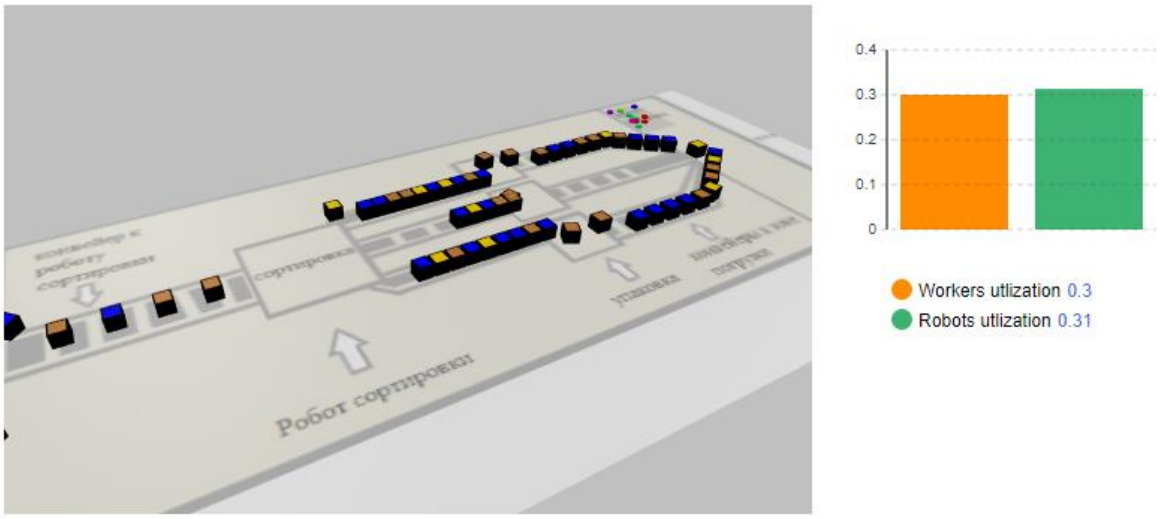


Рис. 2. Эксперимент работы производства по упаковке товаров в системе AnyLogic

Наиболее подходящие значения длин конвейеров, ведущих, как к сортировке товаров, так и к их первичной обработке, способствующих максимально эффективной работе производства, равны 1 м. Кроме того, результаты моделирования показали, что для первичной и вторичной упаковки товаров достаточно одного робота в назначенном месте. Использование 10 роботов не влияет на эффективность работы. Все вышеперечисленные значения и график оптимизации модели изображены на рис. 3.

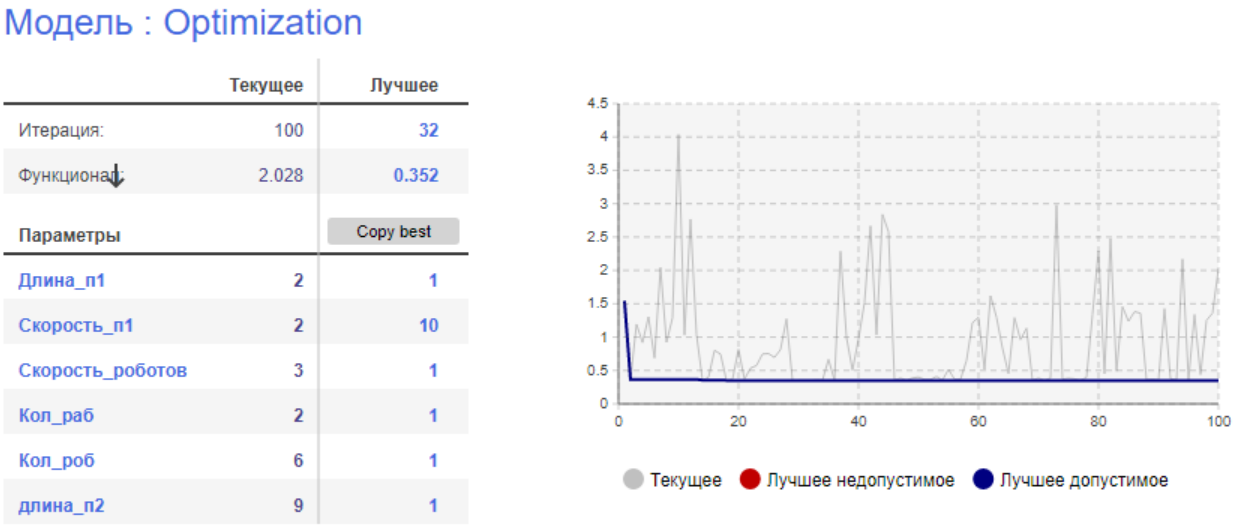


Рис. 3. Оптимизация исходной модели по времени нахождения товаров на конвейерах в системе AnyLogic

Таблица 1 – Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	1
Длина_п1, м	Длина первого конвеера	10	1	10	10
Скорость_п1, м/с	Скорость первого конвеера	1	1	0	1
Скорость_роботов, м/с	Скорость роботов	1	1	10	1
Кол_раб, чел	Количество рабочих	2	1	10	1
Кол_роб	Количество работников	2	1	10	1
Длина_п2, м	Длина конвееров ведущих к первичной упаковке	10	1	10	1

Выводы

Таким образом, в процессе выполнения работы была реализована структурная модель производства по упаковке товаров и осуществлена оптимизация имитационной модели работы производства с помощью регулирования количества роботов, рабочих, длин конвейеров и скорости работы роботов.

Проведенный эксперимент на модели выявил решение, способствующее оптимизации производства и повышению эффективности работы. Полученный алгоритм сокращает время нахождения товаров на конвейерах, тем самым позволяя обрабатывать максимальное число поступающих на производство товаров с минимальным числом ресурсов, что в свою очередь сокращает затраты

Литература

1. Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. О разработке математических моделей, методов и программного обеспечения

для проектирования перспективных изделий запрос-ответной аппаратуры / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 155-162.

2. Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. О построении подсистемы удаленного мобильного доступа к информационным ресурсам некоторой организации / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 139-147.

3. Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. Разработка системы мониторинга состояния грузоподъемных механизмов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 19. С. 75-81.

4. Мокшин В.В., Якимов И.М. Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

5. Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В. Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем / Нелинейный мир. 2009. Т. 7. № 1. С. 66-76.

6. Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Краткий обзор графических редакторов структурных моделей сложных систем / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 17. С. 213-221.

А.В. Яковлев, Д.А. Шибков, У.А. Савилова, Д.А. Яковлева

МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОННО-ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СЕТИ ПЕТРИ

(Тамбовский государственный технический университет)

В качестве архитектуры подсистемы выбрана архитектура «клиент-сервер». Клиент представляет собой программный модуль на стороне пользователя, а сервер – сервер аутентификации на стороне электронно-платежной системы. Работу подсистемы можно формализовать как последовательность действий трех субъектов: пользователя, клиента и сервера [1].

Для описания происходящих в системе процессов построена модель на основе сети Петри. Достоинством такой модели является математически строгое описание, которое позволяет в дальнейшем проводить анализ с помощью вычислительной техники.

Сеть Петри может быть формально определена как $C = (P, T, I, O, \mu_0)$, где P – конечное множество позиций, T – конечное множество переходов, I – множество входных функций, O – множество выходных функций и μ_0 – маркировка сети.

Конечное множество позиций имеет вид:

$P = \{p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{16}, p_{17}, p_{18}, p_{19}, p_{20}, p_{21}, p_{22}, p_{23}, p_{24}, p_{25}, p_{26}, p_{27}, p_{28}, p_{29}, p_{30}, p_{31}, p_{32}, p_{33}\}$.

Конечное множество переходов имеет вид:

$T = \{t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}, t_{11}, t_{12}, t_{13}, t_{14}, t_{15}, t_{16}, t_{17}, t_{18}, t_{19}, t_{20}, t_{21}, t_{22}, t_{23}, t_{24}, t_{25}, t_{26}, t_{27}\}$.

Множество входных позиций перехода имеет вид:

$I = \{I(t_0), I(t_1), I(t_2), I(t_3), I(t_4), I(t_5), I(t_6), I(t_7), I(t_8), I(t_9), I(t_{10}), I(t_{11}), I(t_{12}), I(t_{13}), I(t_{14}), I(t_{15}), I(t_{16}), I(t_{17}), I(t_{18}), I(t_{19}), I(t_{20}), I(t_{21}), I(t_{22}), I(t_{23}), I(t_{24}), I(t_{25}), I(t_{26}), I(t_{27})\}$, где $I(t_0) = \{p_0\}$, $I(t_1) = \{p_1, p_3\}$, $I(t_2) = \{p_4\}$, $I(t_3) = \{p_5\}$, $I(t_4) = \{p_6\}$, $I(t_5) = \{p_7\}$, $I(t_6) = \{p_8, p_9\}$, $I(t_7) = \{p_{10}\}$, $I(t_8) = \{p_{10}\}$, $I(t_9) = \{p_2, p_{11}\}$, $I(t_{10}) = \{p_{12}\}$, $I(t_{11}) = \{p_{13}, p_{14}\}$, $I(t_{12})=\{p_{15}\}$, $I(t_{13})=\{p_{15}\}$, $I(t_{14})=\{p_{17}\}$, $I(t_{15}) = \{p_{19}\}$, $I(t_{16}) = \{p_{20}\}$, $I(t_{17}) = \{p_{21}\}$, $I(t_{18}) = \{p_{16}\}$, $I(t_{19}) = \{p_{23}\}$, $I(t_{20}) = \{p_{24}\}$, $I(t_{21}) = \{p_{25}\}$, $I(t_{22}) = \{p_{26}\}$, $I(t_{23}) = \{p_{27}, p_{28}\}$, $I(t_{24}) = \{p_{29}\}$, $I(t_{25}) = \{p_{29}\}$, $I(t_{26}) = \{p_{30}\}$, $I(t_{27}) = \{p_{32}\}$.

Множество выходных позиций перехода имеет вид:

$O = \{O(t_0), O(t_1), O(t_2), O(t_3), O(t_4), O(t_5), O(t_6), O(t_7), O(t_8), O(t_9), O(t_{10}), O(t_{11}), O(t_{12}), O(t_{13}), O(t_{14}), O(t_{15}), O(t_{16}), O(t_{17}), O(t_{18}), O(t_{19}), O(t_{20}), O(t_{21}), O(t_{22}), O(t_{23}), O(t_{24}), O(t_{25}), O(t_{26}), O(t_{27})\}$, где $O(t_0) = \{p_3\}$, $O(t_1) = \{p_4\}$, $O(t_2) = \{p_5\}$, $O(t_3) = \{p_6\}$, $O(t_4) = \{p_7\}$, $O(t_5) = \{p_8, p_9\}$, $O(t_6) = \{p_{10}\}$, $O(t_7) = \{p_{17}\}$, $O(t_8) = \{p_{11}\}$, $O(t_9) = \{p_{12}\}$, $O(t_{10}) = \{p_{13}, p_{14}\}$, $O(t_{11}) = \{p_{15}\}$, $O(t_{12}) = \{p_{19}\}$, $O(t_{13}) = \{p_{16}\}$, $O(t_{14}) = \{p_{18}\}$, $O(t_{15}) = \{p_{20}\}$, $O(t_{16}) = \{p_{21}\}$, $O(t_{17}) = \{p_{22}\}$, $O(t_{18}) = \{p_{23}\}$, $O(t_{19}) = \{p_{24}\}$, $O(t_{20}) = \{p_{25}\}$, $O(t_{21}) = \{p_{26}\}$, $O(t_{22}) = \{p_{27}, p_{28}\}$, $O(t_{23}) = \{p_{29}\}$, $O(t_{24}) = \{p_{32}\}$, $O(t_{25}) = \{p_{30}\}$, $O(t_{26}) = \{p_{31}\}$, $O(t_{27}) = \{p_{33}\}$.

Начальная маркировка имеет вид:

$\mu_0 = \{1, \infty, \infty, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$ [2-3].

Содержание позиций сети представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание позиций сети Петри

Обозначение позиции	Описание
p_0	Начальное состояние
p_1	Начальное состояние
p_2	Начальное состояние
p_3	Сформирован и отправлен запрос на вход в систему
p_4	Получен и обработан запрос на вход в систему
p_5	Получен запрос на ввод идентификационных данных
p_6	Сформирована посылка с идентификационными данными
p_7	Принята посылка с идентификационными данными
p_8	Структура ключа не соответствует шаблону
p_9	Структура ключа соответствует шаблону
p_{10}	Результаты проверки ключа обработаны
p_{11}	Сформирован запрос к базе данных
p_{12}	Базой данных получен запрос от сервера
p_{13}	Найдена соответствующая запись о пользователе
p_{14}	Не найдена соответствующая запись о пользователе
p_{15}	Обработка результатов поиска завершена
p_{16}	Сервер получил подтверждение от базы данных
p_{17}	Сообщение об отказе в доступе сформировано
p_{18}	Клиент получил сообщение об отказе в доступе
p_{19}	Сформировано сообщение об ошибке
p_{20}	Сервер получил сообщение об ошибке
p_{21}	Сообщение об отказе в доступе сформировано
p_{22}	Клиент получил сообщение об отказе в доступе
p_{23}	Клиент получил запрос на вектор чисел X от сервера
p_{24}	Сервер получил вектор чисел X от клиента
p_{25}	Клиент получил битовый вектор от сервера
p_{26}	Сервер получил вектор ответов от клиента
p_{27}	Все ответы в векторе правильные
p_{28}	В векторе есть неправильный ответ
p_{29}	Обработка вектора ответов завершена
p_{30}	Сервер сформировал сообщение об отказе в доступе
p_{31}	Клиент получил сообщение об отказе в доступе
p_{32}	Сервер подтвердил аутентичность клиента и сформировал сообщение об успешном прохождении аутентификации
p_{33}	Клиент получил сообщение об успешном прохождении аутентификации

Содержание переходов сети представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание переходов сети Петри

Обозначение перехода	Описание
t_0	Формирование и отправка запроса на вход в систему
t_1	Подготовка сервера к взаимодействию (обработка запроса на вход в систему)
t_2	Отправка запроса на ввод идентификационных данных
t_3	Формирование посылки с идентификационными данными
t_4	Отправка посылки с идентификационными данными на сервер
t_5	Проверка структуры ключа на соответствие шаблону
t_6	Обработка результатов проверки
t_7	Формирование сообщения об ошибке
t_8	Формирование запроса к базе данных
t_9	Подготовка базы данных к взаимодействию (обработка запроса от сервера)
t_{10}	Поиск соответствия в базе данных
t_{11}	Обработка результатов поиска
t_{12}	Формирование сообщения об ошибке
t_{13}	Формирование и отправка на сервер сообщения об успехе
t_{14}	Формирование и отправка клиенту сообщения об отказе в доступе
t_{15}	Отправка сообщения об ошибке на сервер
t_{16}	Формирование сервером сообщения об отказе в доступе
t_{17}	Отправка сервером сообщения об отказе в доступе клиенту
t_{18}	Формирование и отправка клиенту запроса на вектор X
t_{19}	Формирование и отправка серверу вектора чисел X
t_{20}	Формирование и отправка клиенту вектора бит
t_{21}	Формирование и отправка серверу вектора ответов
t_{22}	Обработка вектора ответов
t_{23}	Завершение обработки вектора ответов
t_{24}	Подтверждение аутентичности клиента и формирование сообщения об успешной аутентификации
t_{25}	Формирование сообщения об отказе в доступе
t_{26}	Отправка сообщения об отказе в доступе клиенту
t_{27}	Отправка сообщения об успешной аутентификации клиенту

Сеть Петри, моделирующая подсистему аутентификации электронно-платежной системы, представлена на рисунке 1.

Приведенные таблицы 1-2 и рисунок 1 полностью описывают созданную сеть Петри, и, следовательно, модель подсистемы аутентификации в электронно-платежной системе.

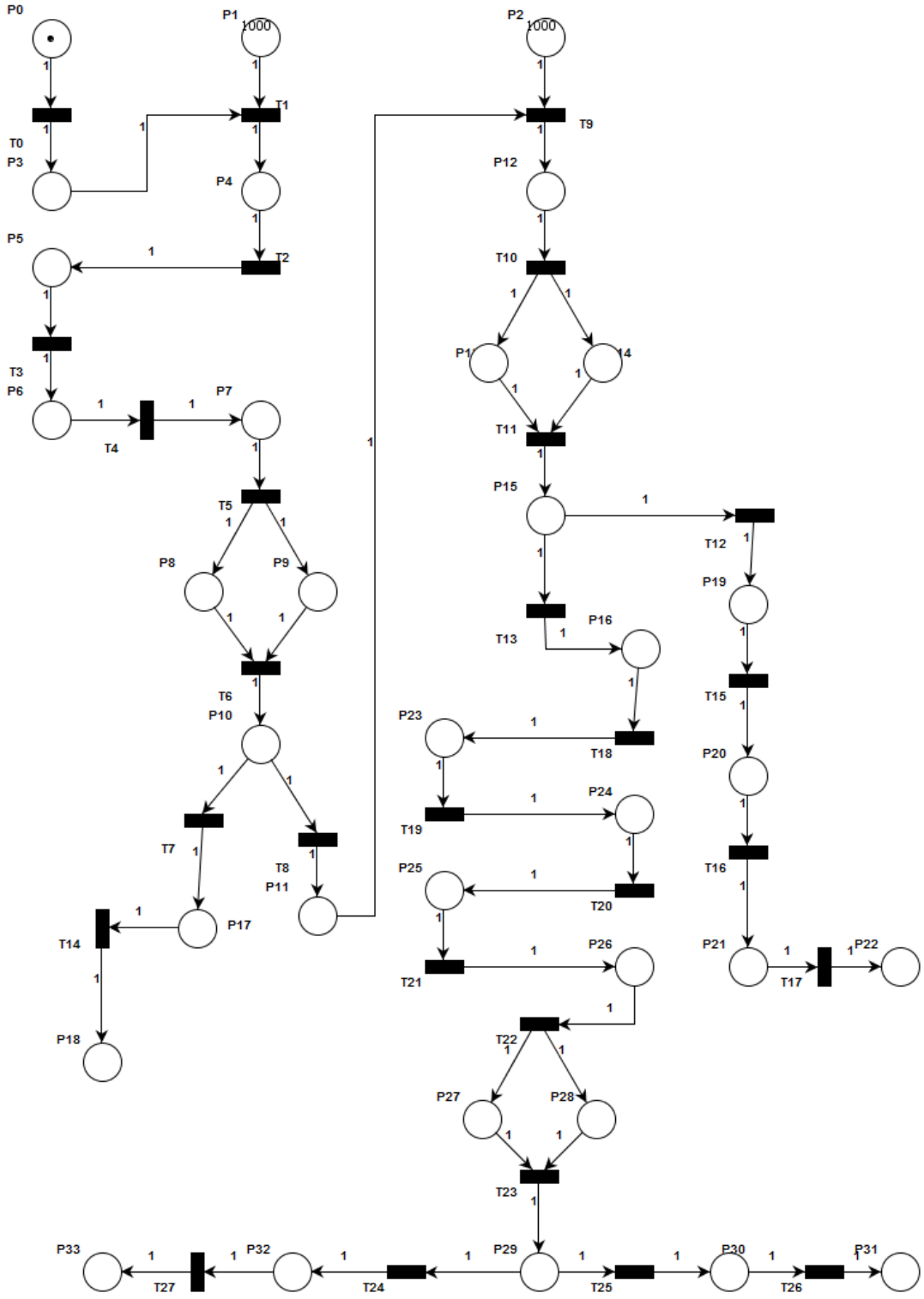


Рисунок 1 – Модель подсистемы на основе сети Петри

Литература

1. Галатенко В.А. Основы информационной безопасности / В.А. Галатенко. – М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 267 с.

2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984. – 264 с.

3. Зыбарев Ю.М. Спецификация и моделирование распределенных информационных систем на основе сетей Петри / Ю.М. Зыбарев, Е.Ю. Зыбарев, С.П. Чернев // Проблемы информатики. – 2008. – № 1. – с. 17-21.

Д.Т. Якупов, В.В. Мокшин

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В ГРАФОВЫХ МОДЕЛЯХ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева)

Задачи на графах достаточно разнообразны и имеют широкое практическое применение, в том числе в сложных технических системах. Одной из них является задача размещения объектов в графовых моделях. В рамках данной работы рассматривается вопрос оптимального размещения датчиков давления в водопроводной сети населенного пункта.

Актуальность исследования данного вопроса в следующем. В виду того, что водоразбор различных потребителей в течении суток меняется в широком диапазоне, оптимальное управление системой водоснабжения требует принятия мер по перераспределению потоков между потребителями и регулированию давления по узлам сети. Ввиду экономических соображений, установка датчиков в каждом узле сети затруднительно, поэтому управление системой водоснабжения осуществляется в условиях неполноты информации и на основе вероятностной оценки реального ее состояния [1]. Таким образом, точность управления зависит от оценок давления в узлах, что, в свою очередь, зависит от количества и расположения датчиков в сети.

Среди подходов решения задачи размещения можно выделить алгоритмы, основанные на последовательном поиске, когда каждый последующий датчик располагается с учетом предыдущих; и параллельном поиске, базирующимся на предварительном разделении графа на кластеры. Помимо классических методов кластеризации, хорошо себя зарекомендовали методы спектральной кластеризации [2,3], сочетающие теорию графов и линейную алгебру [4].

Рассматриваемую задачу можно сформулировать следующим образом. Имеется граф G=(N,E), узлы (потребители) которого характеризуются оценками детерминированности давления E_i, а ребра (трубопроводы) – длинами L_j. После установки очередного датчика, оценки пересчитываются по формуле:

$$E_S = 1$$
$$E_i = max(E_{i-1} \cdot \alpha_{уд} \cdot \alpha_{потр}^2 \cdot f(L_{i,i-1})), \quad (1)$$

где E_S - оценка детерминированности значения давления в узле установки датчика, E_{i-1} - оценка детерминированности значения давления узла-соседа, $\alpha_{уд}$ – оценка ошибки определения удельного сопротивления трубопровода, $\alpha_{потр}$ - оценка ошибки определения значения водопотребления, $f(L_{i,i-1})$ – функция от длины участка трубопровода до соседнего узла.

Имеется определенное количество S датчиков, необходимо найти такое расположение этих датчиков в узлах, которое обеспечивает минимум среднего значения оценки неопределенности давления в сети:

$$F = 1 - mean(E) \to min \quad (2)$$

Так как решение данной задачи путем полного перебора вариантов затруднительно, в данной работе рассматриваются альтернативные способы решения: метод проб и ошибок, жадный алгоритм, алгоритм на основе спектральной кластеризации Федлера.

В качестве свойства узлов, по которому принимается решение об установке датчиков в жадном алгоритме и алгоритме на основе спектральной кластеризации, в работе используются:

а) оценка неопределенности давления в узле:

$$nGW = max[f(E_i)], \quad (3)$$

смысл которой заключается в том, что в качестве места установки датчика выбирается узел с наибольшим значением функции неопределенности давления.

б) топологическая характеристика узла:

$$GnW = max[f(I_i)], \quad (4)$$

- в качестве места установки датчика выбирается узел с наибольшим значением функции значимости.

в) комбинированная характеристика:

$$GW = max[f(E_i) * f(I_i)], \quad (5)$$

смысл которой заключается в том, что в качестве места установки датчика выбирается узел с наибольшим значением функции неопределенности давления при максимальной значимости.

Для оценки эффективности алгоритмов применяются критерии: а) среднее значение целевой функции ($\bar{F}$), б) количество итераций ($\sum Iter$), в) показатель точности ($1 - \bar{\delta}$), где δ – относительная ошибка между результатами рассматриваемого алгоритма и наиболее точным из них - алгоритма проб и ошибок, г) наибольшая относительная ошибка (*max(δ)).*

Алгоритмы опробованы на двух сетях водоснабжения – ZJ и D-Town системы гидравлического моделирования EPANET. ZJ - сеть без насосов, с 114 узлами и 164 трубами, в начальный момент установленных датчиков не имеется. D-Town представляет собой сеть с 11 насосами, 407 узлами и 459 трубами, начальные оценки детерминированности давления рассчитываются исходя из того, что в насосных станциях уже установлены датчики. Для сети ZJ рассмотрены варианты установки датчиков в количестве от 0 до 10, для сети D-Town - от 0 до 20.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты расчета показателей эффективности алгоритмов для различных значений $\alpha_{\text{уд}}$ и $\alpha_{\text{потр}}$ - (0,95 и 0,95) и (0,90 и 0,70). Лучшие показатели точности выделены жирным шрифтом.

На рисунках 1 и 2 приведены графики значений функции F в зависимости от количества установленных датчиков S. Верхние группы графиков соответствуют значениям $\alpha_{\text{уд}} = 0{,}95;\ \alpha_{\text{потр}} = 0{,}95$, нижние – 0,9; 0,7.

Несмотря на то, что метод проб и ошибок обеспечивает высокие показатели точности, расчеты требуют значительных ресурсов, которые возрастают с увеличением количества узлов сети. Подходы на основе жадного алгоритма – наиболее быстры, но наименее точны.

Таблица 1 – Показатели эффективности алгоритмов (сеть ZJ).

Показатели	Алгоритмы						
	TE_nGW	SC1_GnW	SC2_nGW	SC3_GW	Gr1_GnW	Gr2_nGW	Gr3_GW
$\alpha_{уд} = 0{,}95;\ \alpha_{потр} = 0{,}95$							
$\bar{F}$	0,571	0,570	0,628	0,575	0,654	0,621	0,590
$\sum Iter$	1140	55	55	55	10	10	10
$1-\bar{\delta},\%$	100,0	**100,2**	90,0	99,5	85,6	91,4	96,8
max(δ),%	0,0	**1,0**	19,0	3,7	32,8	15,1	7,6
$\alpha_{уд} = 0{,}90;\ \alpha_{потр} = 0{,}70$							
$\bar{F}$	0,785	0,784	0,831	0,785	0,823	0,824	0,798
$\sum Iter$	1140	55	55	55	10	10	10
$1-\bar{\delta},\%$	100,0	**100,0**	94,1	**100,0**	95,1	95,0	98,3
max(δ),%	0,0	1,1	14,5	**0,8**	15,0	9,8	3,7

Таблица 2 – Показатели эффективности алгоритмов (сеть D-Town).

Показатели	Алгоритмы						
	TE_nGW	SC1_GnW	SC2_nGW	SC3_GW	Gr1_GnW	Gr2_nGW	Gr3_GW
$\alpha_{уд} = 0{,}95;\ \alpha_{потр} = 0{,}95$							
$\bar{F}$	0,535	0,560	0,624	0,561	0,691	0,638	0,591
$\sum Iter$	8140	210	210	210	20	20	20
$1-\bar{\delta},\%$	100,0	**95,3**	83,4	95,2	70,9	80,7	89,5
max(δ),%	0,0	11,5	27,5	**9,8**	59,7	30,3	17,4
$\alpha_{уд} = 0{,}90;\ \alpha_{потр} = 0{,}70$							
$\bar{F}$	0,786	0,797	0,836	0,799	0,850	0,846	0,800
$\sum Iter$	8140	210	210	210	20	20	20
$1-\bar{\delta},\%$	100,0	**98,6**	93,7	98,4	91,9	92,4	98,2
max(δ),%	0,0	**3,0**	11,6	3,6	16,9	13,1	4,2

Наилучшие результаты по точности, вслед за методом проб и ошибок, показал алгоритм на основе спектральной кластеризации Федлера с топологической и комбинированной характеристиками (показатели точности не ниже 95%, а в случаях с сетью ZJ – выше метода проб и ошибок), при этом количество итераций не зависит от числа узлов, а определяется лишь количеством устанавливаемых датчиков.

Таким образом, применение для решения задачи размещения алгоритмов на основе спектральной кластеризации позволяет получить квазиоптимальное решение за приемлемое время. Данный вывод подтвержден результатами экспериментов на двух сетях с различными параметрами. В дальнейшем планируется продолжить исследования с применением других известных методов спектральной кластеризации и бионических алгоритмов оптимизации.

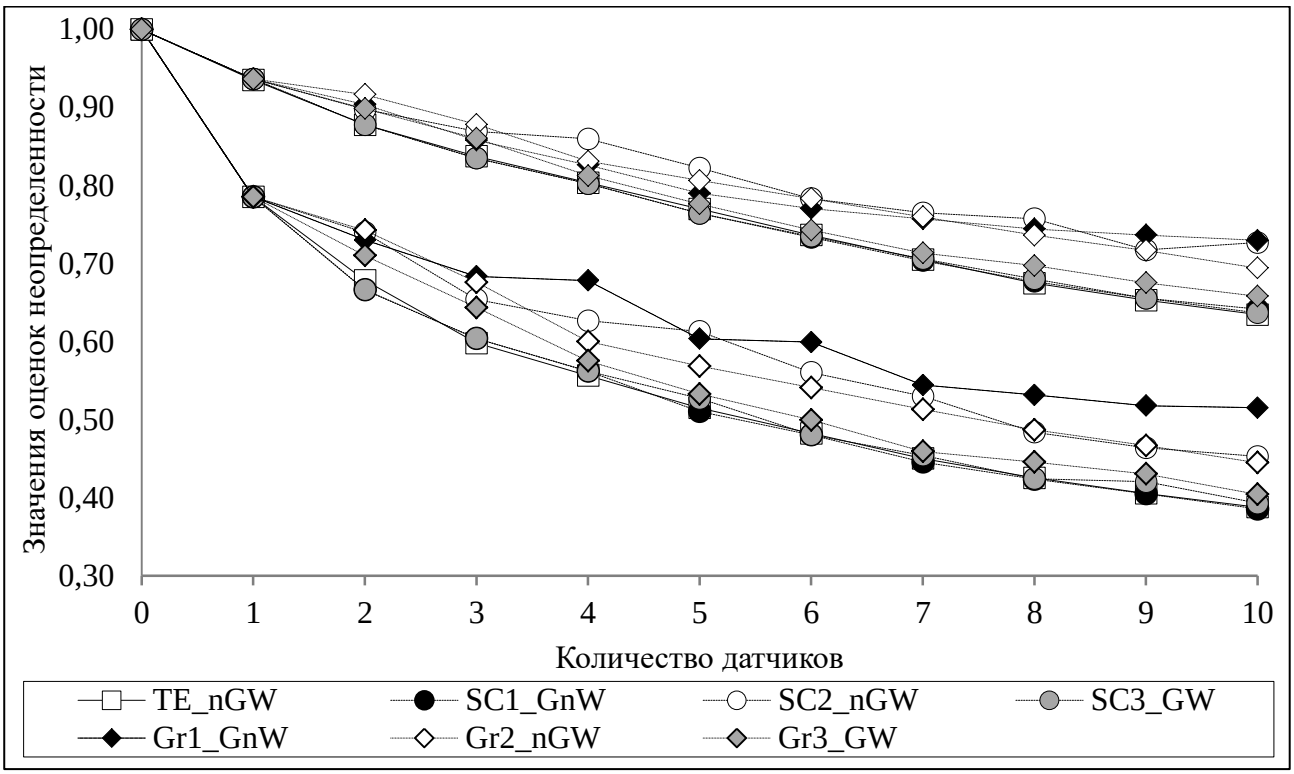


Рисунок 1 – Зависимость значения функции F от количества датчиков (ZJ)

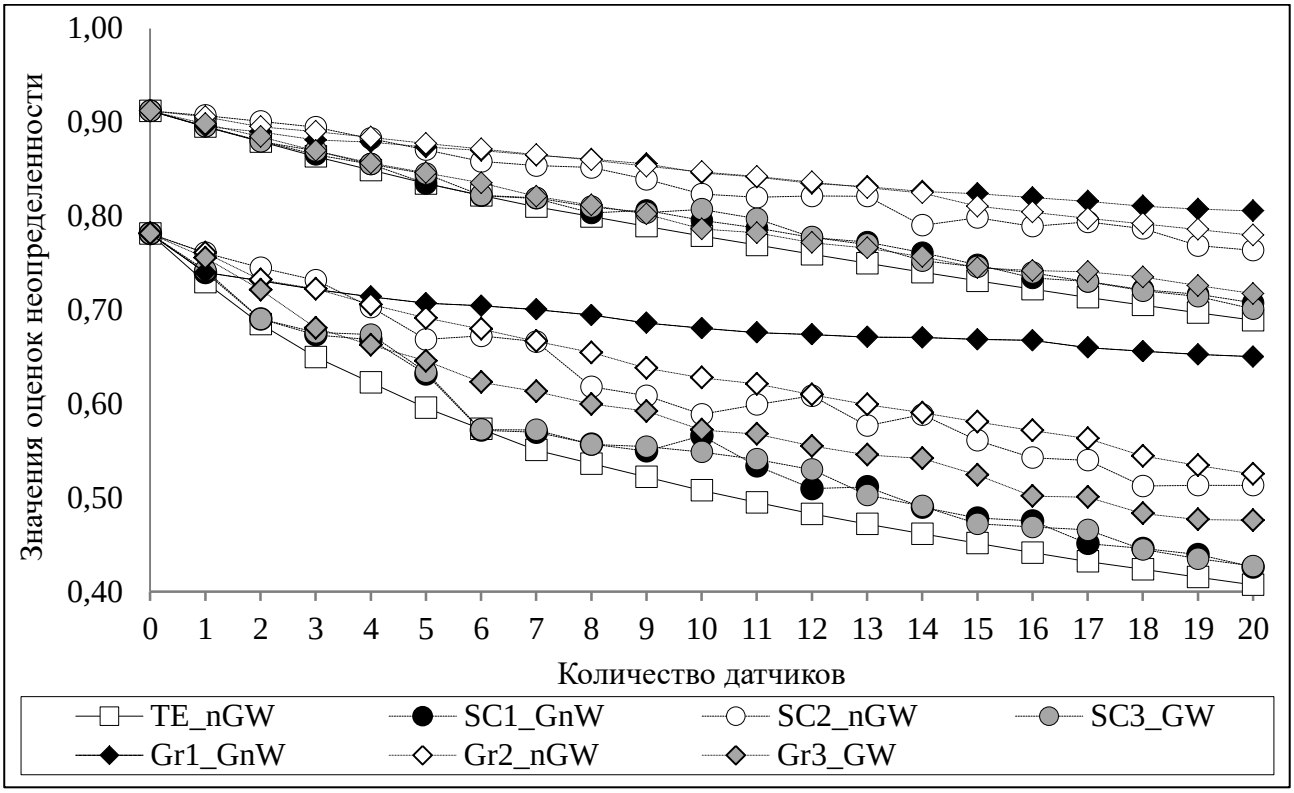


Рисунок 2 – Зависимость значения функции F от количества датчиков (D-Town)

Литература

1. G.I.Galimova, D.T.Yakupov. Statistical analysis of the urban water consumption for administrative-business sector//Amazonia Investiga.Vol 7,No 17 (2018): 414- 425.

2. Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В. Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем // Нелинейный мир. 2009. Т. 7. № 1. С. 66-76.

3. Сайфудинов И.Р., Мокшин В.В., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П. Модель оптимизации графового представления для выделения значимых структур на примере предобработки визуальных данных // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 5. С. 121-129.

4. A.Nardo, C.Giudicianni. Applications of graph spectral techniques to water distribution network management // Water, 2018, 10(45): 1-16.

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

Д.И. Абдуллин, Е.М. Кириллов, Р.Р. Баграмов

АДАПТИВНАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ ДВОИЧНОЙ АРИФМЕТИКЕ

(Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет им. А. Н. Туполева – КАИ)

Актуальность обучения двоичной арифметике обусловлена тем, что арифметические выражения составляют существенную часть образовательной программы по информатике, которую начинают изучать еще в старших классах средней школы. На вычисление арифметических выражений тратится существенная доля процессорного времени, поэтому при программировании правильный учет специфики машинной арифметики приобретает особое значение. Важную роль играет оптимизация вычислений. Вычислительные машины не воспринимают запись непосредственно на универсальном языке. Прежде чем начать решение задачи, необходимо осуществить перевод ее записи с алгоритмического языка на язык системы команд конкретной ЭВМ. Следовательно, несмотря на машинную независимость исходного описания задачи, на ее решение в конечном счете влияют все особенности машинной арифметики конкретной ЭВМ, в частности, особенности представления чисел.

Интеллектуальные обучающие системы (ИОС) реализуются на базе идей искусственного интеллекта. ИОС должны (в идеальном случае) осуществлять управление на всех этапах решения учебной задачи, начиная от ее постановки и поиска принципа решения и кончая оценкой оптимальности решения, с учетом особенностей деятельности обучаемых. Такие системы обеспечивают диалоговое взаимодействие, как правило, на языке, близком к естественному. При этом в ходе диалога могут обсуждаться не только правильность тех или иных действий, но и стратегия поиска решения, планирования действий, приемы контроля и т.д. В ИОС на основе модели обучаемого (уточняемой в ходе учебного процесса) осуществляется рефлексивное управление обучением. Многие ИОС могут совершенствовать стратегию обучения по мере накопления данных. Отличительным признаком ИОС является то, что они не содержат основных и вспомогательных обучающих воздействий в готовом виде, а генерирует их.

Первые разработки ИОС относятся к началу 70-х годов 20 века. Переход к исследованиям, направленным на разработку ИОС, был вызван разочарованием ряда разработчиков обучающих систем в традиционной технологии программированного обучения, одним из основных недостатков которого является недостаточно высокая индивидуализация реализуемого обучения [1,2]. Однако,

большинство разработанных ИОС являются предметно-ориентированными системами, что является существенным недостатком (требуются значительные ресурсы на их разработку) и основным препятствием для их широкого тиражирования (массового внедрения в учебный процесс).

Реализация рассматриваемых методов организации процесса обучения двоичной арифметике осуществлялась с использованием следующих прикладных программных комплексов:

- система электронного контроля знаний TestMaker;
- инструментальное средство МОНАП (Модель Обучения Навыкам Алгоритмической Природы) [3,4].

Для эффективной проверки знаний обучаемого могут применяться электронные тесты – наборы проверочных заданий из различного типа вопросов и ответов в выбранной предметной области. Система TestMaker позволяет создавать, редактировать различные по структуре и содержанию тесты с использованием таких типов вопросов как закрытый, многозначный и однозначный вопросы, выбор соответствия, простой и расширенный открытый вопросы, предназначенных для проверки теоретических знаний и анализа результатов тестирования с различными параметрами, например, ограничением по времени выполнения, последовательностью, сложностью вопросов. При создании адаптивной среды обучения двоичной арифметике был реализован контролирующий тест с использованием системы TestMaker (рис. 1).

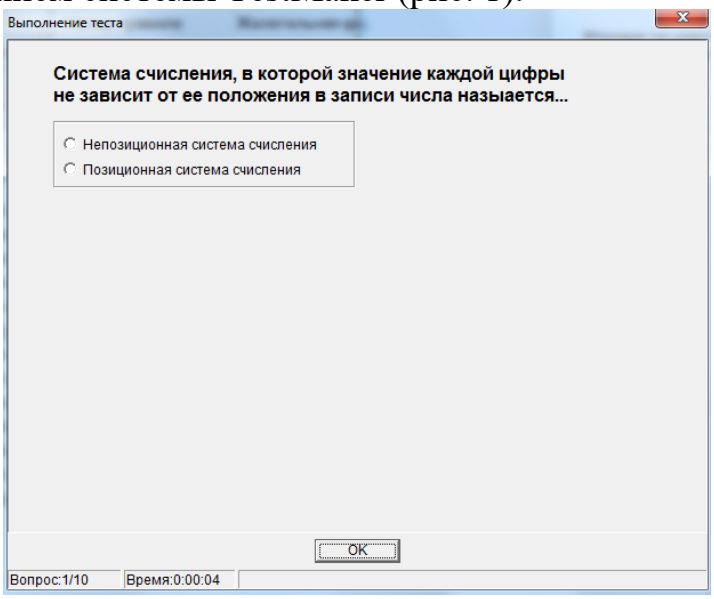


Рис. 1. Пример вопроса в контролирующем тесте

МОНАП (Модель Обучения Навыкам Алгоритмической Природы) – инструментальное средство для автоматизации проектирования интеллектуальной обучающей системы, в которой реализуются алгоритмы адаптивного управления процессом обучения в заданной предметной области[1,3,4].

Составными компонентами системы являются: среда преподавателя и среда обучаемого.

Структура среды преподавателя представлена основным навигационным меню, окном содержания выбранной вкладки, панелью инструментов. В системе реализовано 6 разделов для проектирования ИОС.

В «Среде преподавателя» осуществляется:

- Создание обучающей среды для данной предметной области и выбор параметров оптимального управления процессом обучения;
- Формирование набора правил по решению учебных задач (Рис. 2);
- Описание свойств учебных задач;
- Формирование банка учебных задач;
- Регистрация обучаемых;
- Моделирование процесса обучения для обоснованного выбора значений параметров модели обучения.

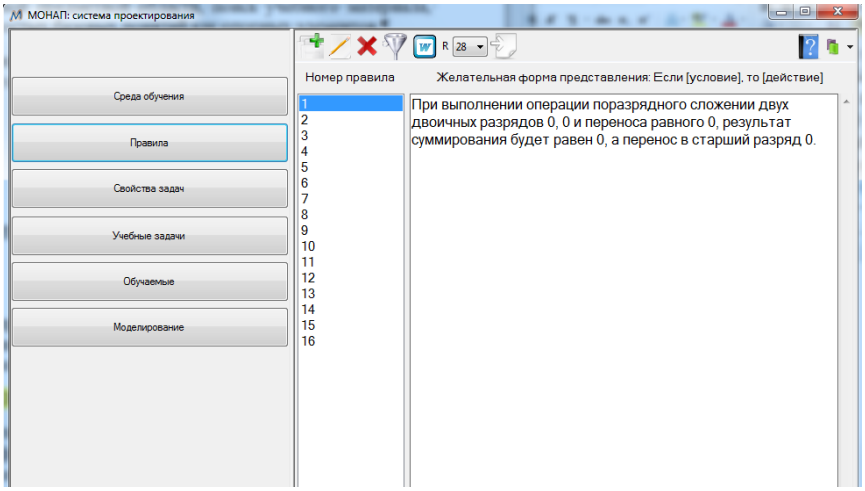


Рис. 2. Формирование набора правил по решению учебных задач

В «Среде обучаемого» осуществляется адаптивное управление обучаемым, заключающееся в выдаче ему на очередной шаг обучения учебной задачи оптимальной трудности и сложности. В модели управления процессом обучения реализован целый ряд механизмов учета предыстории обучения, что обеспечивает ее действительную адаптивность [4].

Спроектирована адаптивная среда обучения в области машинной арифметики; включающая в себя теоретический материал; тест, разработанный в программном комплексе TestMaker; интеллектуальную систему обучения, спроектированную инструментальными средствами МОНАП.

Работа выполнена под научным руководством доцента кафедры АСОИУ КНИТУ-КАИ Галеева Ильдара Хамитовича.

Литература

1. Галеев И.Х. Организация адаптивного обучения навыкам алгоритмической природы // Программные продукты и системы. - 1989. -N 3. - С.50-57.

2. Галеев И.Х. Модели и методы построения автоматизированных обучающих систем (обзор) // Информатика. Научно-технический сборник. Серия Кадровое обеспечение. Выпуск 1. - М.: ВМНУЦ ВТИ, 1990. - С.64-72.

3. Галеев И.Х. Свойства учебных задач при алгоритмизации в обучении // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2011. - V.14. - №2.

4. Галеев И.Х. Модель обучения в МОНАП-ПЛЮС // Искусственный интеллект – 96. КИИ-96. Сборник научных трудов пятой национальной конференции с международным участием. Т.I. – Казань, 1996. – С.17-25. - С.289-299. - ISSN 1436-4522.

С.Д. Асеева, Е.Н. Асеева, О.А. Авдеюк

АКТУАЛИЗАЦИЯ ГРАФИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ МОДЕЛИРОВАНИЮ ДЛЯ ПЕЧАТИ НА 3D-ПРИНТЕРЕ

(Волгоградский государственный технический университет)

При современном уровне развития вычислительной техники актуальным стоит вопрос использования 3D-принтера для создания наглядных 3D-моделей поверхностей. Раздел «Поверхности» начертательной геометрии является одним из наиболее сложных для восприятия студентами. Ими выполняются графические работы, заключающиеся в построении по заданному определителю поверхности (рис. 1,*а*), каркаса поверхности (рис. 1,*б*) и ее очерки (рис. 1,*в*).

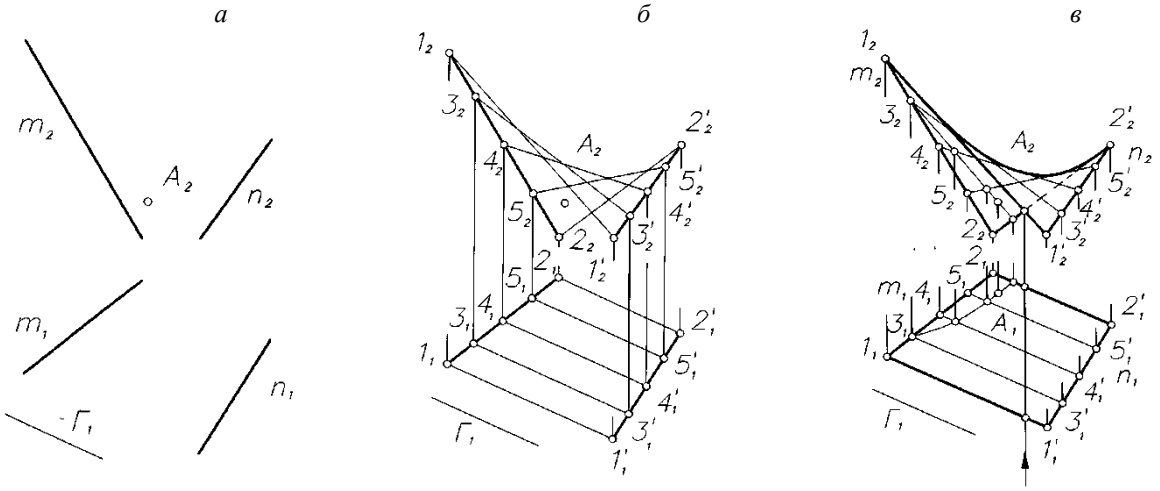


Рисунок 1 [1]

И даже после построения очерков наглядность изображения не позволяет студентам, на их уроне развития пространственного воображения, представить истинную форму поверхности. Для этого преподавателям необходимо владеть современными компетенциями: «Умение строить 3D модели» и «Использование 3D-печати для выполнения натурных моделей (при наличии соответствующего оборудования)». Возникает необходимость осваивать современные технологии профессионально-педагогической деятельности [2].

Рассмотрим создание твердотельной модели гиперболического параболоида для печати.

Кроме рассмотренного выше способа задания гиперболического параболоида двумя прямолинейными направляющими и плоскостью параллелизма эта поверхность может быть определена неплоским четырехугольником.

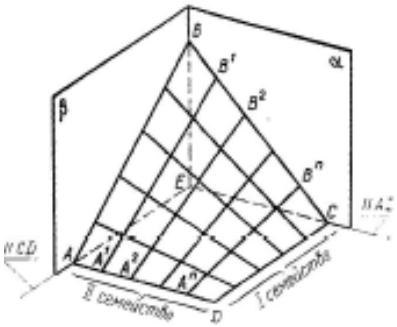


Рисунок 2

Пусть дан неплоский четырехугольник *ABCD* (рис. 2). Две противоположные стороны его, например *AB* и *CD*, можно принять в качестве направляющих, тогда две другие, *AB* и *BC*, определят положение плоскости параллелизма. На данном чертеже такой плоскостью является плоскость α [4].

Для того, чтобы построить гиперболического параболоида в SolidWorks необходимо достаточно малое количество действий.

Выбираем рабочую плоскость и создаём на ней эскиз. В этом эскизе создадим прямоугольник с произвольными размерами (рис. 3).

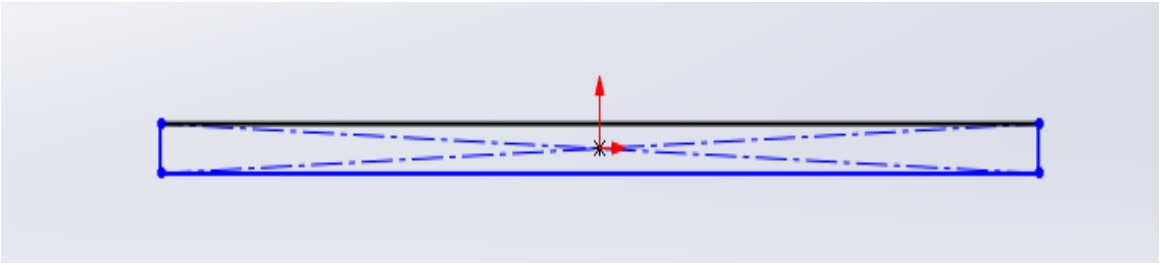


Рисунок 3

Далее, необходимо создать новую плоскость на некотором расстоянии от той, на которой расположен прямоугольник. На новой плоскости так же строим прямоугольник, но повернутый на 90˚ (рис. 4).

В качестве профилей для построения выбираем созданные ранее прямоугольники. При выборе профилей можно включить режим предварительного просмотра и сразу увидеть фигуру, которая будет создана (рис. 5). После завершения работы с инструментом «Бобышка/основание по сечениям» мы получим готовую фигуру (рис. 6).

После завершения работы с инструментом «Бобышка/основание по сечениям» мы получим готовую фигуру (Рисунок 7)

Далее, для печати по технологии послойного наплавления необходимо сохранить полученную модель в бинарный формат .stl и загрузить в программу для конвертирования твердотельной модели в послойную и генерации соответствующего g-кода.

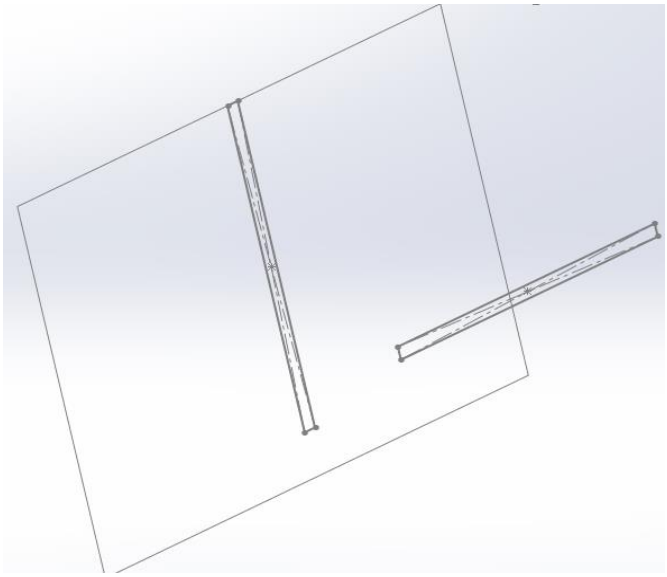


Рисунок 4

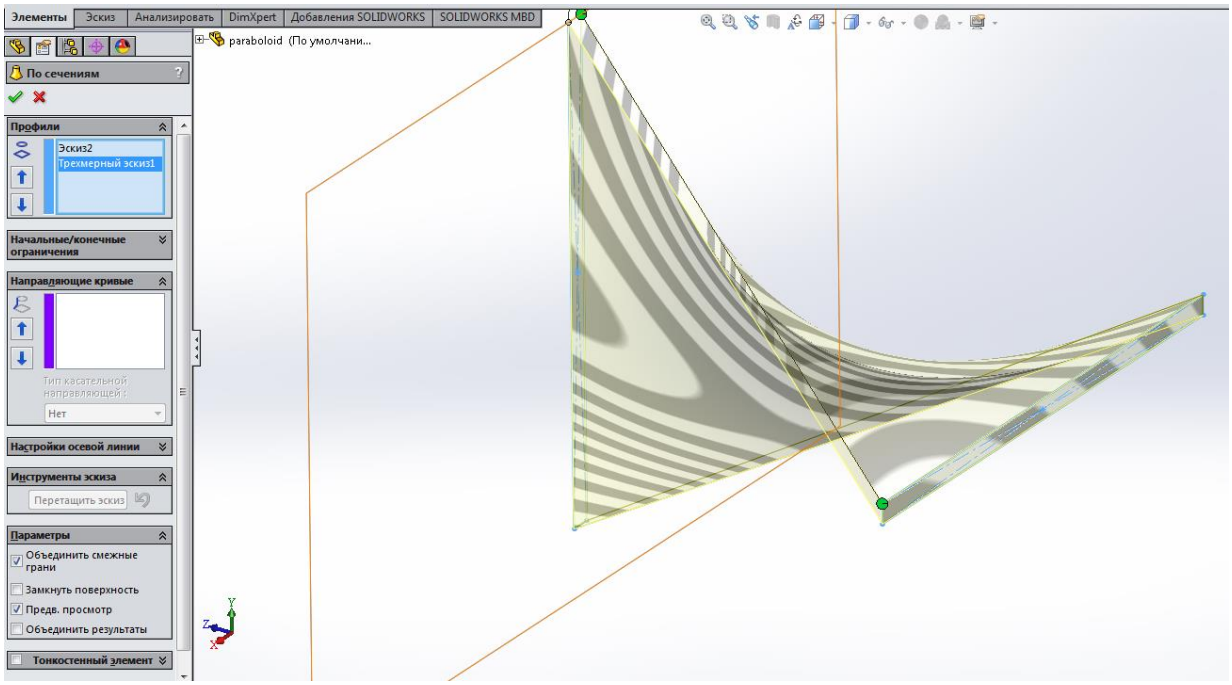


Рисунок 5

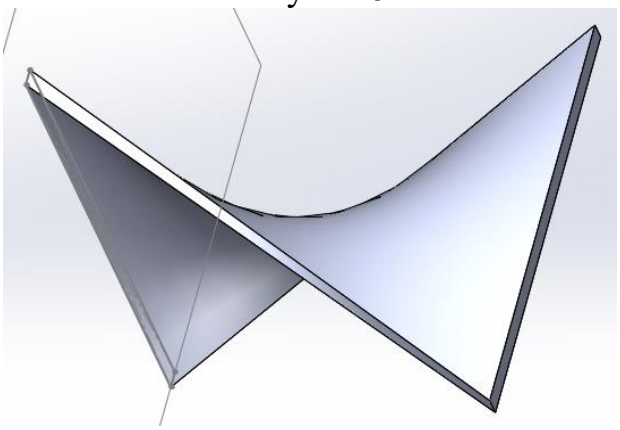


Рисунок 6

После подготовки модель отправляется на печать. На рисунке 7 представлена фотография готовой модели поверхности гиперболического параболоида.

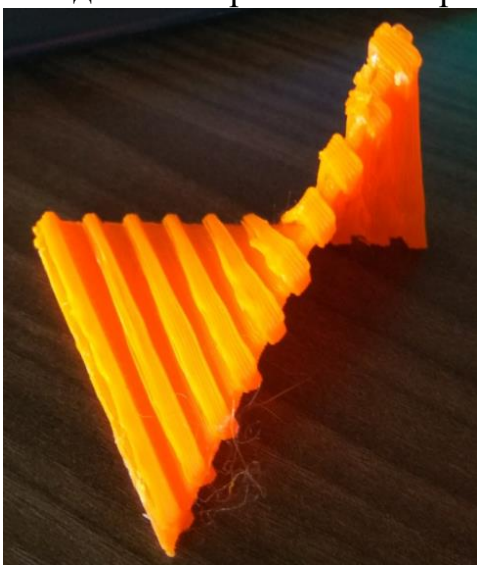


Рисунок 7

Построение двумерных чертежей поверхностей является обязательным при выполнения семестрового задания. Построение 3д модели и печать выполняется студентами в качестве в УИРС (учебно-исследовательской работы).

Таким образом, 3д моделирование способствует формированию и развитию логического типа пространственного мышления [3] студентов. Приобретение навыков подготовки моделей к печати дает возможность приобрести новые графические компетенции как преподавателем, так и студентам.

Литература

1. Асеева, Е. Н. Задание и конструирование поверхностей спецмашин на комплексном чертеже : учеб. пособие / Е. Н. Асеева, Г. В. Ханов; под ред. проф. Г. В. Ханова; ВолгГТУ. – Волгоград, 2008. 56 с.

2. Асеева Е. Н., Асеева С. Д., Марчук Д. В. Компетентностный подход к повышению эффективности работы преподавателя графических дисциплин // Молодой ученый. — 2018. — №46. — С. 269-271. — URL https://moluch.ru/archive/232/53952/ (дата обращения: 23.04.2019).

3. Алгоритмы и программные средства машинной графики для построения и визуализации твёрдотельных моделей [Электронный ресурс] / Е.Н. Асеева, О.А. Авдеюк, С.Д. Асеева, Д.Н. Авдеюк // Инженерный вестник Дона : электронный научный журнал. - 2019. - № 1. – 8 с. – Режим доступа: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5496.

4. Начертательная геометрия: учеб. для вузов / Н. Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев, Н.М. Лаврухина ; под. ред. Н.Н. Крылова. – 6 изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 240 с.

В.С. Бобров

РАЗРАБОТКА ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ ШАХМАТАМ

(Самарский государственный технический университет)

В наше время, как и всегда, актуален вопрос воспитания подрастающего поколения. Немаловажным направлением воспитательной деятельности педагогов является развитие логики ребенка. Без нее ребенок будет не в состоянии проанализировать весь поток информации, поступающий ему со всех сторон, и применить полученные знания. Одним из самых распространенных и эффективных способов развития логики ребенка является игра в шахматы. В данной статье пойдет речь о шахматном веб приложении «Школа развития интеллекта», которая будет обучать детей правилам игры и основным приемам шахматной тактики и стратегии.

Backend программы был реализован на языке программирования Java с использованием фреймворка spring, а frontend написан с использованием языка Java Script.

Функции, реализуемые веб-приложением:

— вход администратора по предопределенному логину и паролю, а пользователей – по логину и паролю, заданному администратором

— предоставление лекций с шахматной теорией

— предоставление тестов для закрепления изученного материала с автоматической проверкой результатов

— Предоставление шахматных задач различного уровня сложности а также возможность их добавления администратором непосредственно в приложении

Хранение логинов и паролей пользователей, а также шахматных задач в БД

Для подключения баз данных была использован PostgreSQL — свободная объектно-реляционная система управления базами данных.

Всего БД содержит 30 логинов и паролей пользователей и 50 задач различной сложности на мат в 1 ход с помощью ферзя, ладьи, слона, коня и пешки.

Также приложение содержит 3 лекции.

Лекция 1 описывает правила игры, знакомит ребенка с фигурами.

Лекция 2 рассказывает о шахматной нотации, учит ребенка ориентироваться в полях на доске и правильно записывать свои ходы.

Лекция 3 рассказывает о шахматных чемпионах предыдущих столетий и их достижений.

Приложение содержит инструмент проверки пройденного материала посредством прохождения пользователем заданий с закрытым типом ответа (тестовых вопросов). После прохождения теста приложение выдает пользователю его количество правильных ответов при нажатии кнопки «завершить тест»

Для создания абстрактной модели приложения использовался язык моделирования UML, являющийся наиболее простым и удобным для графического моделирования.

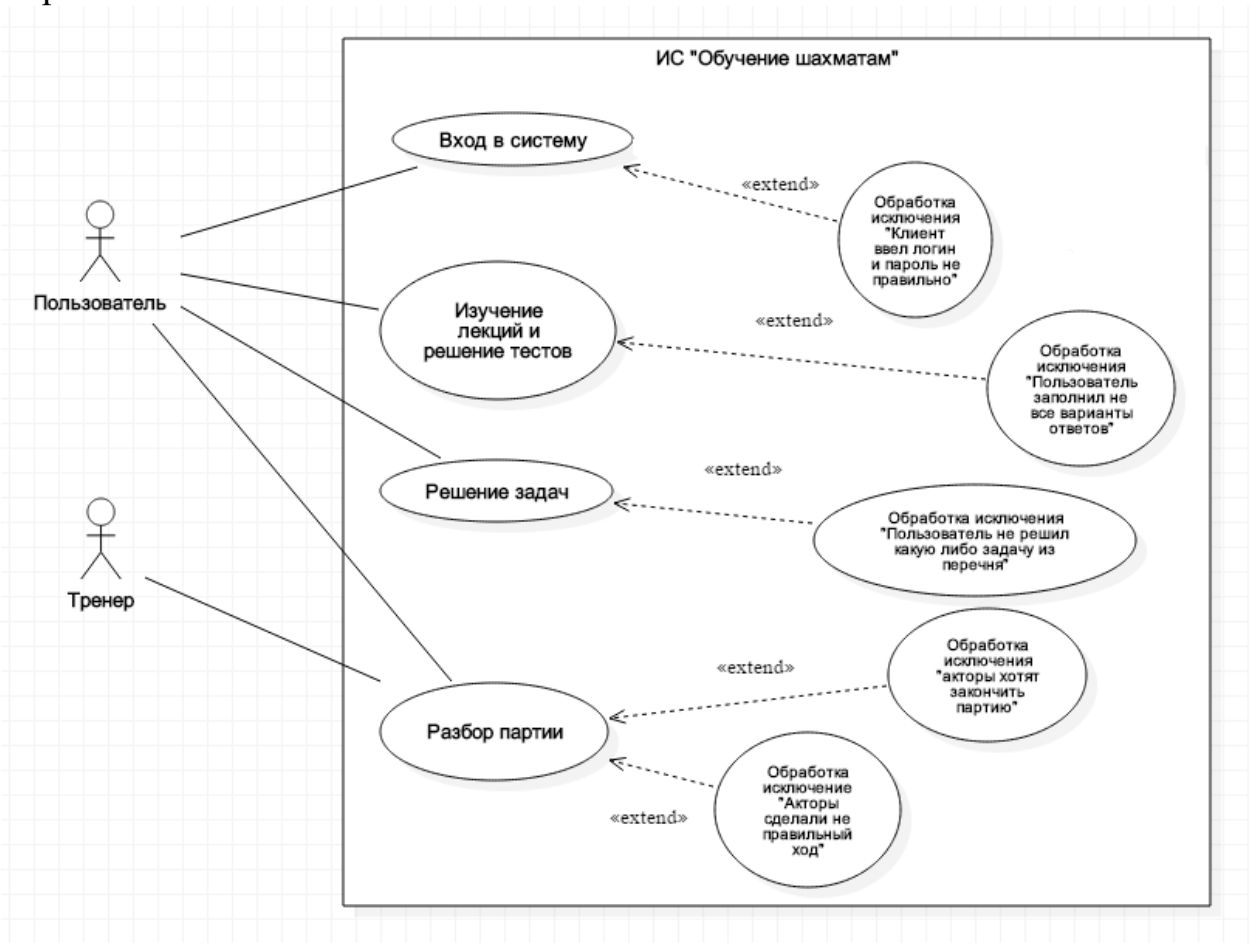


Диаграмма вариантов использования.

Диаграмма ВИ – исходная концептуальная модель системы (веб приложения) в процессе её проектирования и разработки [2].

Цели диаграммы ВИ:

• Определить общие границы и контекст моделируемой предметной области на начальных этапах проектирования системы.

• Сформулировать общие требования к функциональному поведению проектируемой системы.

• Разработать исходную концептуальную модель системы для её последующей детализации в форме логических и физических моделей.

Как видно из диаграммы, система содержит 2 актёров: пользователь и тренер. Пользователь имеет возможность пользоваться всеми функциями и привилегиями приложения (за исключением возможностей добавлять новых пользователей и новые задачи.) Тренер – это человек, который будет контролировать процесс и указывать на ошибки обучаемых во время обучения.

Вывод

В данной работе был описан функционал веб приложения «Школа развития интеллекта», позволяющее ребенку с нуля освоить игру в шахматы.

Литература

1. Методы и средства моделирования программного обеспечения [Конспект лекций] Автор: Пальмов С.В. (дата обращения: 19.05.2019);
2. StarUML [Электронный ресурс] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/StarUML (дата обращения 19.05.2019);
3. https://learn.javascript.ru/ [Электронный ресурс] (дата обращения 19.05.2019);
4. Бейли Л. Изучаем SQL / Л. Бейли — СПб.: Питер, 2012. — 592 с.

О.Г. Васюков

ОТ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ К РАЗРАБОТКЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

(Самарский государственный технический университет)

Считаю, что при проведении занятия: обязательно должна быть вступительная часть, это начало, на котором должно быть построены все занятия: лабораторные работы, любые виды практических занятий и лекции. Но это знают даже студенты 1 курса педагогического вуза. Всё дело в нюансах проведения успешного занятия. Под успешным я понимаю такое, после которого многие студенты, выходя из аудитории, говорят спасибо преподавателю. Это происходит в каждый раз, когда занятие проходит интересно, разнообразно, необычно, студенты довольны полученными на занятии новыми знаниями, довольны и собой, что смогли разобраться с трудной темой или тем, что основательно закрепили, полученные ранее знания и время прошло плодотворно. Скука - главный враг успешного обучения, всегда старайтесь заинтересовать студентов новой темой, максимально покажите актуальность нового материала, свяжите этот материал с компетенциями, которые предъявляет работодатель к будущему специалисту по этой профессии. Увы, многие преподаватели пренебрегают этим правилом проведения вступительной части занятия, недооценивая его важность или ссылаясь на нехватку времени. Например, преподаватель вычислительной математики может возразить: Как я их заинтересую, такой темой лекции как «Задача аппроксимации: постановка задачи, интерполяция и аппроксимация, метод наименьших квадратов, аппроксимация параметров функций различного типа»? Действительно, он может сказать, что знания по этой теме занятия потребуются студентам для решения специальных задач на старших курсах, ещё реже можно услышать более уточненную цель занятия: знания по этой теме занятия потребуются студентам для решения задач на третьем курсе по дисциплине «Надежность информационных систем». И я, пожалуй, с вероятностью 100 % могу сказать, что никто из преподавателей вычислительной математики не скажет так, как это хотелось бы услышать во вступительной части к занятию в идеале: «знания по этой теме занятия потребуются вам для решения задач определительных испытаний на третьем курсе по дисциплине

«Надежность информационных систем» при решении задач по теме: «Практические методы статистической оценки надежности». Занятие способствует развитию у студентов компетенции ОПК-2: Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. Вы можете спросить меня: «Почему вы даёте 100 %, что никто из преподавателей вычислительной математики не актуализирует занятие по вышеназванной теме таким образом»? Ответ прост, потому, что в рабочей программе дисциплины «Вычислительная математика» во втором разделе «Место дисциплины в структуре ОП (взаимосвязь с другими дисциплинами)» дисциплина «Надежность информационных систем» в столбце «Последующие дисциплины, базирующиеся на приобретенных компетенциях» вообще не указана. Другими словами, говоря о цели занятия нужно сказать студентам не только его цель и раскрыть актуальность, но и раскрыть более конкретно возможности применения полученных на занятии знаний в их ближайшей перспективе. Например, говоря о том, что Том Сойер из книги Марка Твена «Приключения Тома Сойера» был очень непослушным мальчиком это те слова, что скоро забудутся из-за очень обобщенной формулировки. Другое дело, если Вы, говоря об этом Томе Сойере, скажите, что он был настолько непослушным, что его пороли в день по 25 – 30 раз. Конечно, при составлении плана-конспекта проведения занятия или просто обдумывании плана проведения занятия преподавателю бывает некогда думать над тем, как и где студент сможет применить полученные им на занятии знания. Поэтому эта информация и указана в рабочих программах дисциплин. Важно, чтобы эта информация своевременно изменялась в соответствии с изменением содержания дисциплины на старшем курсе. Тематика специальных дисциплин должна подстраиваться под требования работодателя к набираемым кадрам, требования заказчиков к выпускаемым специалистам ВУЗов. А тематика общеобразовательных дисциплин, изучаемых на первом и втором курсах должна выстраиваться в первую очередь с учетом привития студентам необходимых знаний, умений и навыков для их дальнейшего применения при проведении практических занятий по специальным дисциплинам на старших курсах. Приведу пример. К специалистам по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12 марта 2015 года № 219, по дисциплине «Надежность информационных систем» предъявляется перечень планируемых результатов по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (далее – ОП). В этом перечне указано, что студент должен освоить компетенции ОПК-2, ПК-23 и ПК-24. В соответствии с компетенцией ОПК-2, содержание которой я указал выше преподаватели составляют перечень знаний, умений и навыков, которые должны приобрести студенты при освоении этой дисциплины. Это выходные данные после обучения этой дисциплины. Так это и делается в вузах. Я считаю, что необходимо каждому преподавателю ещё составить перечень **входных требований** к студентам по знани-

ям, умениям и навыкам для успешного освоения его дисциплины. Затем обсудить этот перечень требований на заседании кафедры, скорректировать его с учетом знаний всего профессорско-преподавательского состава кафедры и отправить на кафедры, занимающиеся подготовкой студентов по соответствующим общеобразовательным дисциплинам для корректировки ими своих рабочих программ для дальнейшей оптимизации учебного процесса в ВУЗе. Я работал во многих вузах и нигде это не проводилось. Может это считается обязанностью человека создающего образовательную программу? В любом случае считаю необходимым составлять перечень **входных требований** к студентам по знаниям, умениям и навыкам по некоторым дисциплинам и составлять этот перечень коллегиально. В противном случае происходит нарушение логической цепочки передачи знаний и привития умений и навыков студентам. То есть невозможно обучить студента по дисциплине «Надежность информационных систем», если он не знает таких вопросов и понятий как аппроксимация, метод наименьших квадратов; обработка экспериментальных и статистических данных и других, которые он должен изучить по дисциплине «Вычислительная математика».

Д.Д. Егорова

АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Международная комиссия по вопросам образования, науки и культуры при ООН (ЮНЕСКО) провозгласила ряд принципов современного образования, основными из которых являются повышение качества образования путем диверсификации его содержания и методов, а также содействие экспериментам, новаторству, публикациям и обмену данными и передовым опытом [1]. Организация объединяет, информирует и направляет мировое сообщество высшего образования в таких вопросах, как мобильность, признание квалификации, повышение качества образования и межуниверситетское сотрудничество. Некоторые из этих вопросов может решить внедрение онлайн-обучения в систему высшего образования. Новый образовательный стандарт 3++ предполагает использование электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. В первую очередь, дистанционная форма обучения должна предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных формах, что можно реализовать с помощью онлайн-обучения. Онлайн-обучение — это получение знаний и навыков при помощи компьютера или другого гаджета, подключенного к интернету. Это обучение в режиме “здесь и сейчас”, опосредованное соединением. Такой формат появился в сфере дистанционного обучения и стал его логическим продолжением с развитием интернета и цифровых

технологий. Это обуславливает актуальность необходимости использовании онлайн-обучения.

У онлайн-обучения существуют свои плюсы и минусы. К плюсам можно отнести:

– зачастую обучение можно проходить в индивидуальном темпе;

– независимость от географического и временного положения обучающегося и образовательного учреждения позволяет не ограничивать себя в образовательных потребностях;

– мобильность;

– студентам доступны актуальные знания от ведущих специалистов, обучение в различных престижных вузах нашей страны и за границей;

– использование в образовательном процессе новейших достижений информационных технологий;

– равные возможности получения образования независимо от места проживания, состояния здоровья, элитарности и материальной обеспеченности обучаемого;

– комфортные условия для творческого самовыражения обучаемого.

Таким образом, онлайн-обучение, обладая такими плюсами как эффективность, гибкость, модульность и параллельность, отвечает требованиям современной жизни.

Но помимо плюсов, существует и ряд минусов:

– отсутствие очного общения между обучающимся и преподавателем, перенос общения в интернет-среду;

– необходимость наличия самодисциплины, сознательности обучающегося;

– необходимость хорошей технической оснащенности;

– в онлайн-обучении превалирует письменная основа обучения, студент не всегда может научиться достаточно грамотно, изложить полученные знания в устной форме.

На сегодняшний день в России онлайн-обучение реализуется на нескольких платформах, таких как: «Лекториум», «Открытое образование», «Stepik» и т. д. На платформе «Лекториум» представлены различные курсы по разным направлениям. Каждый может подобрать курс для себя и по своим возможностям. Представлены курсы, подходящие под различные требования:

– обучение на курсе может быть, как по расписанию, так и со свободным графиком;

– некоторые курсы доступны даже для незарегистрированных пользователей, также есть платный и бесплатный доступ;

– следует учесть, что сертификация тоже может быть, как платной, так и бесплатной.

Первые онлайн-уроки появились на сайте в 2009 году, разработчиками являются группа энтузиастов. Следует отметить, что в «Лекториуме» большое количество бесплатных курсов со свободным графиком и бесплатной сертифи-

кацией. Но данная платформа предоставляет дополнительные образовательные курсы.

Платформа «Открытое образование» - современная образовательная платформа, предлагающая онлайн-курсы по базовым дисциплинам, изучаемым в российских университетах. Платформа создана Ассоциацией «Национальная платформа открытого образования», учрежденной ведущими университетами - МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбПУ, СПбГУ, НИТУ «МИСиС», НИУ ВШЭ, МФТИ, УрФУ и Университет ИТМО.

Все курсы, размещенные на платформе, доступны бесплатно и без формальных требований к базовому уровню образования. Для желающих зачесть пройденный онлайн-курс при освоении образовательной программы бакалавриата или специалитета в вузе предусмотрена уникальная для России возможность получения сертификатов. Получение сертификата возможно при условии прохождения контрольных мероприятий онлайн-курса с идентификацией личности обучающегося и контролем условий их прохождения [2]. В разработке платформы участвовали такие университеты, как МГТУ им. Баумана, МИИТ, ЛЭТИ, ТюмГУ. Платформа действует с 2015 года.

В сравнении с курсами других платформ онлайн-обучения, курсы национальной платформы имеют определенные особенности:

– все курсы разрабатываются в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов;

– все курсы соответствуют требованиям к результатам обучения образовательных программ, реализуемых в вузах;

– особое внимание уделяется эффективности и качеству онлайн-курсов, а также процедурам оценки результатов обучения.

Рассмотрим платформу онлайн-обучения *«Stepik»*. Данная платформа предлагает курсы по математике, информатике, гуманитарным и общественным наукам и т. д. Также представлены курсы на русском и английском языках. Разработчиками является группа энтузиастов, платформа запущена в работу с 2013 года. Программа многих курсах разработана на образовательных программах лучших вузов при участии преподавательского состава. Курсы имеют бесплатный доступ для зарегистрированных пользователей. Как и в «Лекториуме» курсы больше рассчитаны на получение дополнительных навыков и знаний, чем на прохождение программы своего вуза.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ рассматриваемых платформ.

Подводя итог, можно отметить, что внедрение онлайн-обучения — это перспективное направление в образовании. Это позволит улучшить качество образования, сделать его более доступным, мобильным. Прохождение некоторых дисциплин онлайн может позволить студенту в удобной для него форме получать знания. При реализации онлайн-обучения нужно решить вопрос с материальной составляющей обучения. Возможно, стоит рассмотреть вариант, когда Университет предоставляет свою помощь в решении этого вопроса, или со-

здает свою конкурентоспособную обучающую онлайн-платформу для студентов.

Таблица 1

Платформа / Критерии	Лекториум	Открытое образование	*Stepik*
Свободный график обучения	+	-	-
Бесплатный доступ к курсам	+	+	+
Бесплатная сертификация	+	-	+
Базовые дисциплины или курсы дополнительного образования	Дополнительные	Базовые	Дополнительные
Требования к базовому уровню образования	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют

Литература

1. Официальный сайт ООН ЮНЕСКО [Электронный ресурс]. URL: https://ru.unesco.org/themes/sistemy-obucheniya-na-protyazhenii-vsey-zhizni (Дата обращения 28.04.2019).

2. Официальный сайт «Открытое образование» [Электронный ресурс]. URL: http://npoed.ru/about (Дата обращения 28.04.2019).

А.Г. Карамзина, А.Р. Мустафина

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Информационные технологии широко проникли в нашу повседневную жизнь, поскольку они предоставляют возможность накопления и обработки различных видов информации во всех сферах жизнедеятельности.

В настоящее время деятельность научных школ в основном оценивается по публикационной активности, защите кандидатских, докторских диссертаций и выполнением различных проектов. Научная школа – объединение исследователей, выполняющее функции продуцирования и распространения новых знаний и обладающее способностью к самовоспроизводству [1]. Эффективность ее работы влияет на функционирование вуза, качество подготовки высококвалифицированных специалистов, поэтому эта задача является актуальной.

Для предоставления всей необходимой информации, способствующей развитию деятельности научной школы, а также для осуществления эффективности ее работы необходимо создание автоматизированной информационной системы оценки эффективности научной школы (ОЭНШ).

В качестве основного инструмента проектирования информационной системы выступает *SADT*-модель. Выделено четыре основных этапа процесса оценки деятельности научной школы: регистрация научной школы, регистрация научного исследования, оценка деятельности научной школы и формирование отчета. Декомпозиция контекстной диаграммы представлена на рисунке 1.

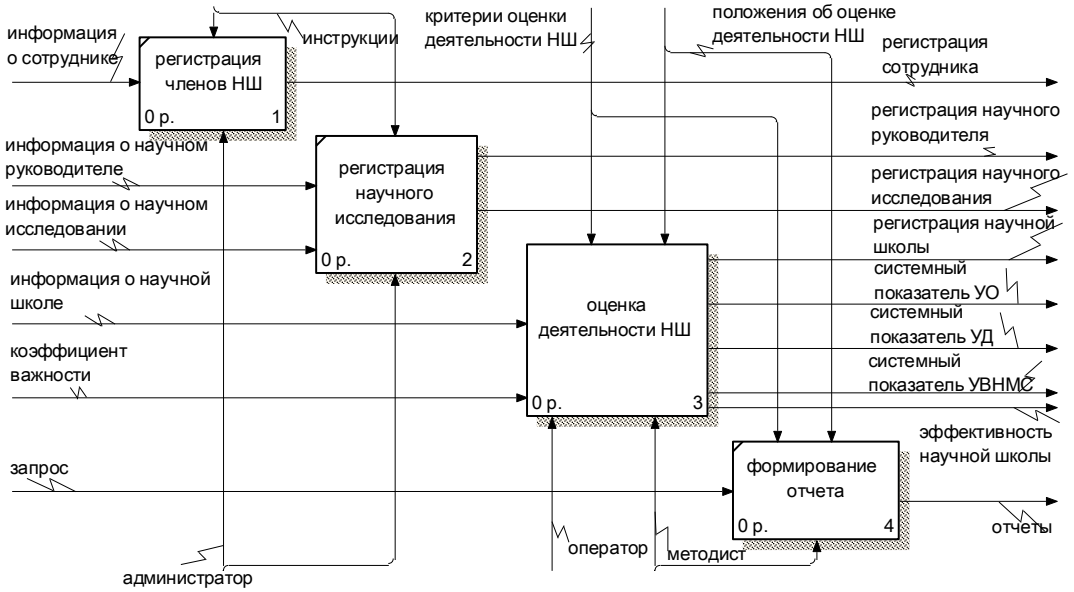


Рисунок 1 – Диаграмма нулевого уровня

Функция «Оценка деятельности научной школы» декомпозируется на три составляющие: регистрация научной школы, определение системных показателей, эффективность научной школы. Декомпозиция функции «Определение системных показателей» представлена на рисунке 2.

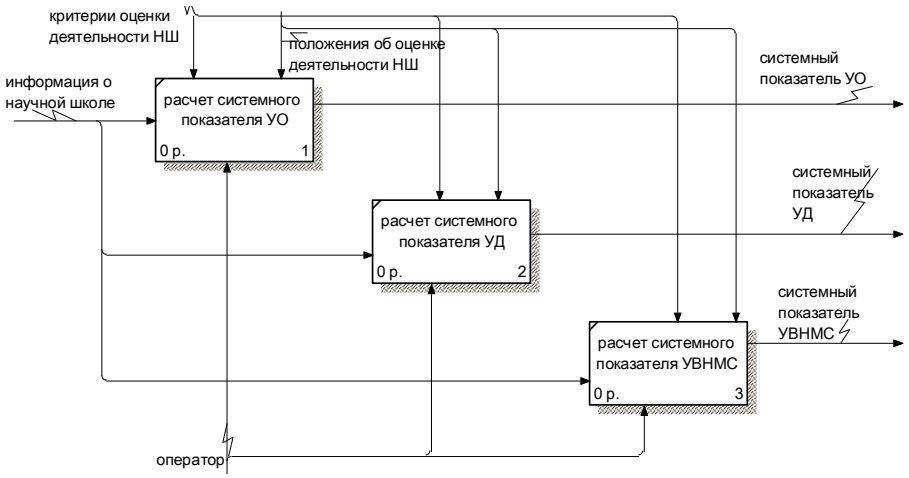


Рисунок 2 – Декомпозиция функции «Определение системных показателей»

Системный показатель УО – это системный показатель уровня обеспеченности; УД – уровня деятельности; УВНМС – уровня взаимоотношений с мировым научным сообществом.

Для анализа расходов, связанных с разработкой и функционированием информационной системы оценки эффективности научной школы была применена методика функционально-стоимостного анализа. Описание стоимостных характеристик бизнес-процессов разработки информационной системы позволяет оценить эффективность ее внедрения. При проведении стоимостного анализа были заданы единицы измерения времени (день) и денег (рубль).

Для рассматриваемого процесса определены следующие центры затрат: администрирование (сбор данных), использование ПО (различные программные продукты для работы), обслуживание оргтехники (затраты на обслуживание периферийных устройств), оплата труда сотрудников (затраты на заработную плату сотрудников, которая рассчитывается в зависимости от оклада сотрудника и премий). Описание центров затрат представлено на рисунке 3.

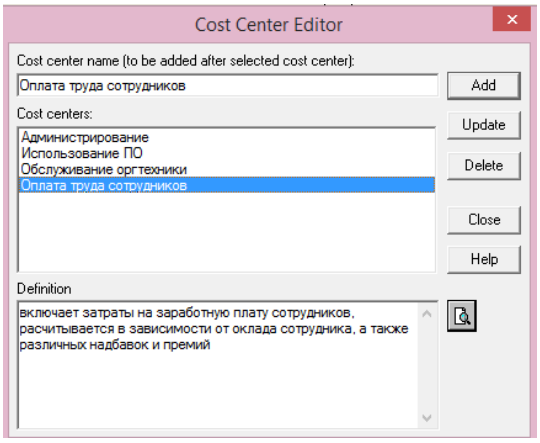


Рисунок 3 – Диалог *Cost Center Editor*

Задание стоимости работы расчета системного показателя УО приведено на рисунке 4.

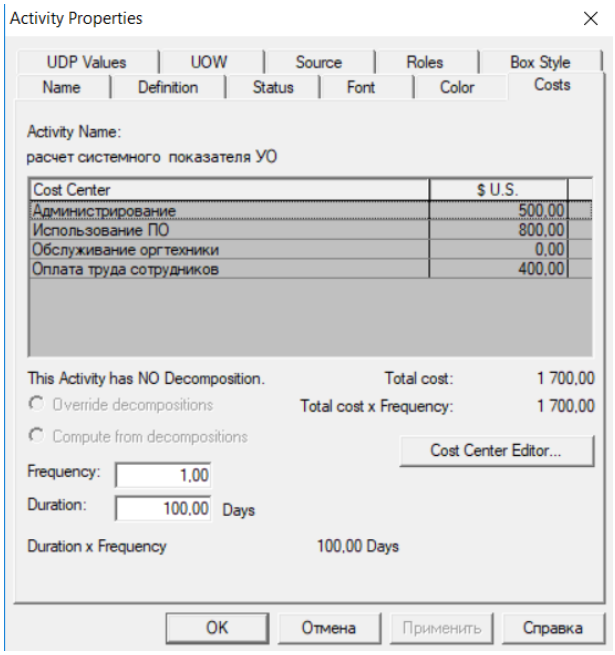


Рисунок 4 – Задание стоимости работы расчета системного показателя УО

Аналогично выполняется задание стоимости работы расчета системных показателей УД и УВНМС.

В каждой работе указывается частота проведения данной работы в рамках общего процесса, продолжительность, а также каждому центру затрат задается его стоимость [2].

Стоимость центров может быть и равна нулю, например, на расчет системного показателя УО не влияет обслуживание оргтехники (рисунок 4).

Задание стоимости работы регистрации НШ приведено на рисунке 5.

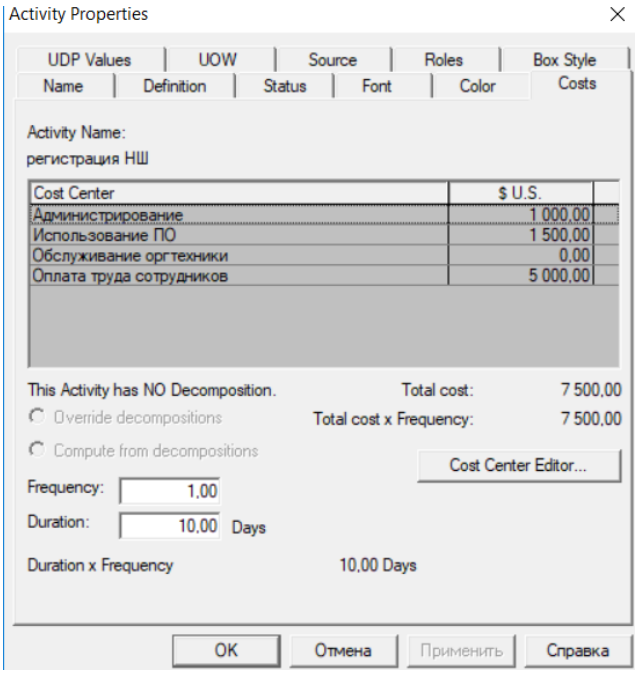


Рисунок 5 – Регистрация НШ

После задания стоимости всех работ выдается вычисление затрат родительской работы (рисунок 6).

Рассчитанные расходы оценки эффективности научной школы составляют 74100 рублей. Величины экономических характеристик усреднены. Это говорит о том, что на самом деле они варьируются как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения в зависимости от различных факторов.

Таким образом, функционально-стоимостной анализ позволил оценить предполагаемые затраты и эффективность внедрения информационной системы оценка деятельности научной школы.

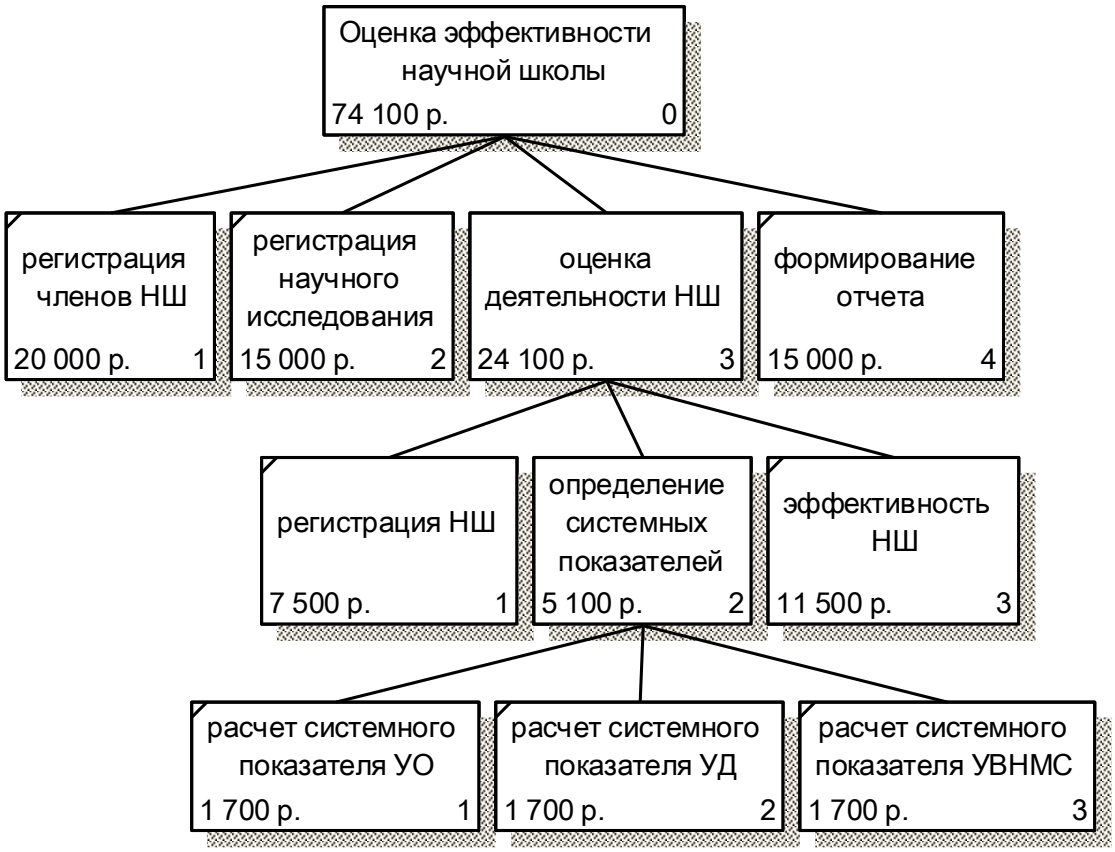


Рисунок 6 – Вычисление затрат родительской работы

Литература

1. Павельева Т. Ю. Научные школы в системе науки: философский анализ: автореф. дис. док. философ. наук. – М., 2012. – С. 35-36.

2. Применение нотации *IDEF0* при проектировании бизнес-процессов: лабораторный практикум/ Уфимск. гос. авиац. ун-т; сост. А.Г. Карамзина. – Уфа: РИК УГАТУ, 2019. – 64 с.

З.Ф. Камальдинова, В.А. Тишаков

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ТВОРЧЕСКИ ОДАРЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

(Самарский государственный технический университет)

В настоящий момент существует большое количество одаренных школьников, ведущих свои научно-технические разработки. Вместе с этим современные школьники все меньше времени проводят в библиотеках и читальных залах, где бы они имели возможность общения с преподавателями. Все чаще учащиеся используют Интернет для получения информации по различным темам [1].

Очевидно, что Интернет является самым востребованным источником информации для российской молодежи. К сожалению, при получении информации из глобальной сети возникают некоторые проблемы. Сеть Интернет может содержать ресурсы, компетентность которых вызывает сомнения. Информация может быть неточной, а иногда даже совсем неверной или непригодной для изучения.

В связи с этим было принято решение разработать виртуальную среду для творчески одаренной молодежи, в которой будут совмещаться традиционных способов обучения с современными средствами получения информации. Этим можно облегчить работу, как школьников, так и преподавателей. Для этого в Самарской области разработан механизм, который выявляет, поддерживает и развивает творчески одаренных детей в технических сферах деятельности. Создана уникальная информационная платформа поддержки мероприятий, реализуемых в рамках Концепции Единой системы мер [2].

Виртуальная среда для творчески одаренной молодежи – программно-аппаратный комплекс, позволяющий осуществить процесс дистанционного взаимодействия преподавателей и школьников посредством сети Интернет для создания научно-технических и исследовательских проектов.

Целью данной работы является разработка информационной технологии организации виртуальной среды для творчески одаренной молодежи.

Для достижения этой цели, будут решены следующие задачи:

1. Разработка технологии виртуальной среды для творчески одаренной молодежи.

2. Создание модели технологии виртуальной среды при помощи языка UML.

3. Реализация технологии виртуальной среды в виде web-сайта.

В настоящее время правительство Российской Федерации заинтересованно в развитии и поддержке талантливых детей и подростков. Стремительное развитие новых технологий влечет за собой потребность в людях, которые обладают нестандартным мышлением и готовых предложить и реализовать новые прорывные идеи в науке и технике.

В дальнейшем будем считать, что одаренный ребенок - это ребенок, выделяющийся значительными, отличительными достижениями (или имеющий внутренние предпосылки) в том или ином виде деятельности. Различают несколько видов одаренности [3]:

1. Практическая деятельность, то есть одаренность спортивная или организационная, а так же в различного рода ремеслах.

2. Познавательная деятельность. К этому виду относят разные виды интеллектуальной одаренности в зависимости от предметной области (гуманитарные и естественные науки, интеллектуальные игры и т.д.)

3. Коммуникативная деятельность, это лидерская и активная одаренность.

4. Художественно-эстетическая деятельность, то есть литературно-поэтическая, музыкальная, сценическая, хореографическая, изобразительная одаренность.

5. Духовно-ценностная деятельность. К данному виду относят одаренность, которая проявляется в создании новых духовных ценностей и служении людям.

Большинство психологов признают, что одаренность у детей - это всегда результат сложного взаимодействия наследственной составляющей (качества, заложенные природой) и практической деятельности [4]

Для формирования тематики исследовательских проектов в среде должны быть зарегистрированы практически все организации высшего образования области через сетевую схему. Администратор среды добавляет образовательную организацию. Он также обладает правами формирования подразделений и регистрацию подразделений. Администратор обладают правами регистрации двух категорий пользователей подразделения. Условная схема представлена на рисунке 1.

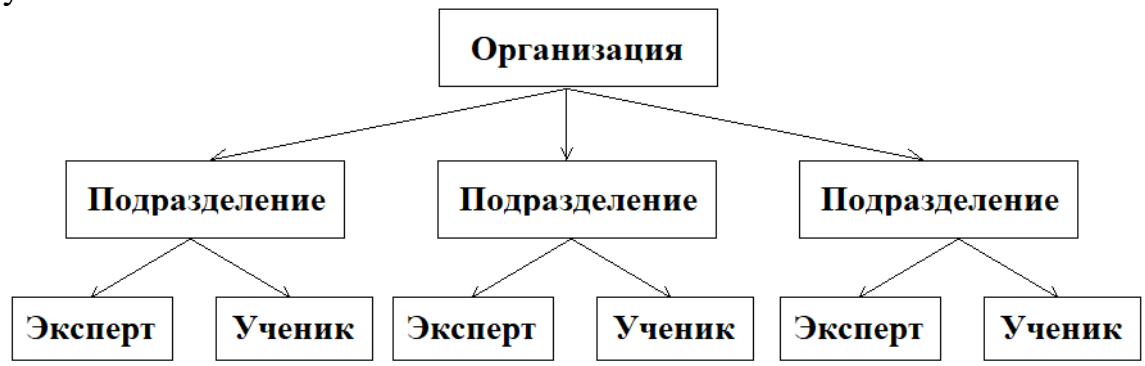


Рисунок 1 – Схема регистрации участников виртуальной среды

В университетах в качестве подразделений могут выступать кафедры или факультеты, в территориальных управлениях образовательные организации общего, среднего и дополнительного образования. В каждом отдельном подразделении могут быть представлены все роли или нет, так, например, на определенной кафедре могут быть зарегистрированы только эксперты, а в образовательной организации и эксперты, и школьники.

Таким образом, на платформе будет сформирован набор из лучших, наиболее творчески мотивированных участников: школьников из образовательных организаций, их учителей – научных руководителей, из числа профессорско-преподавательского состава вузов области.

Диаграмма деятельности показывает последовательность действий, необходимых для достижения цели [5]. Состояния на данной диаграмме соответствуют исполнению некоторой операции, а переход на следующее состояние будет выполнен только в случае завершении этой операции. Графически диаграмма представляет собой граф, в вершинах которого располагаются состояния действия, а дуги - это переходы от одного состояния к другому. Следовательно, диаграмма деятельности является частным случаем диаграммы состояний.

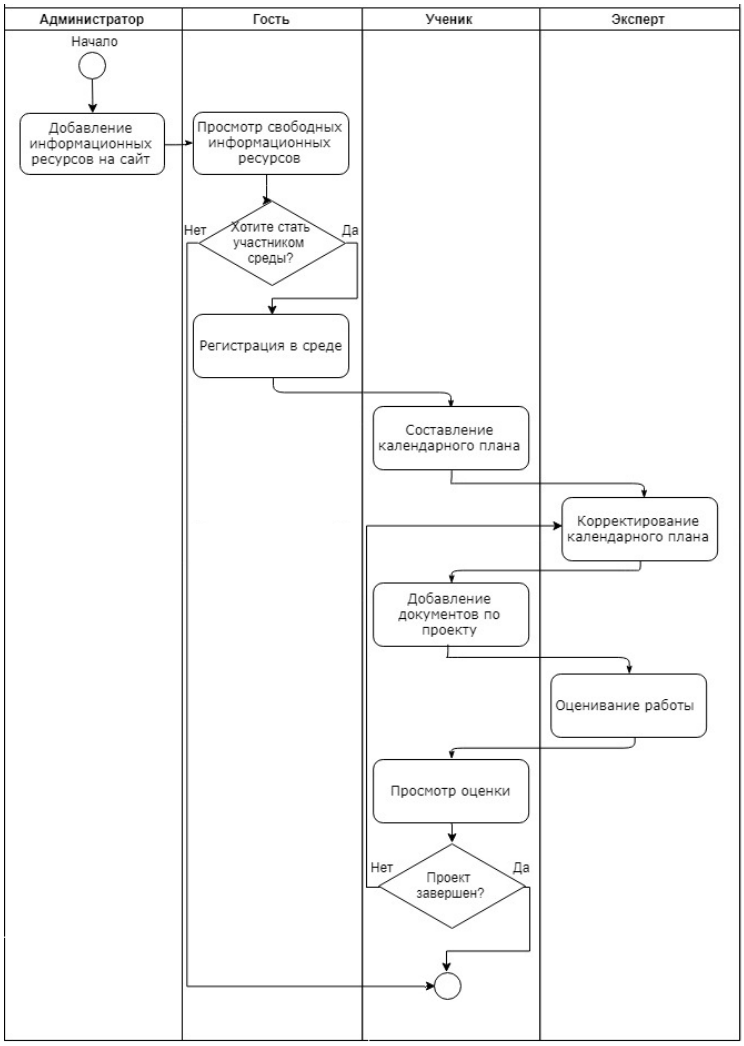


Рисунок 2 - Диаграмма деятельности

На рисунке 2 представлена диаграмма деятельности виртуальной среды для творчески одарённой молодежи. В верхней строке расположены четыре действующих лица системы, которые делят её на столбцы. На диаграмме изображены девять состояний действия, два условия, а выполняемые действия соединяются в конечном состоянии.

Итогом данной работы является модель виртуальной среды для творчески одаренной молодежи описанная при помощи языка UML и web-сайт, разработанный в системе управления содержимым сайта WordPress [6]. В настоящее время, ведется тестирование и доработка функционала системы.

Литература

1. Карманчиков А.И. Одаренность: диагностика и технологии развития мышления учащихся: Методическое пособие. - М: Педагогическая литература, 2008.

2. Камальдинова З.Ф., Пиявский С.А., Елунин М.Н. Технология взаимодействия ученых и творчески одаренных школьников в виртуальной научно-образовательной среде // Известия Самарского научного центра РАН, т. 20, № 6(2), с. 328-334.

3. Богоявленская Д.Б. Психология творческих способностей: Учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений. Москва: Издательский центр «Академия», 2002. 320 с.

4. Лейтес Н.С. О признаках детской одаренности // Вопросы психологии. - 2003. -№4. - с.13-18.

5. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон А. Язык UML. Руководство пользователя. Второе издание. ДМК, 2006, 496 с.

6. Бартлетт Д. WordPress для начинающих. - Москва: Издетельство «Э», 2017. -208 с.

А.Г. Карамзина, И.Н. Мерзико

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Развитие информационных технологий приводит к появлению новых различных приложений и инструментов, в том числе в области образования (электронные учебники и справочники, интерактивное видео, приложения для моделирования опытов и др.). Стало более доступным дистанционное обучение, возникло онлайн-обучение, с которым появилось большое количество образовательных интернет-платформ и различных инструментов для создания и организации обучения через интернет.

Для создания и редактирования материала курса предназначены специальные редакторы, конструкторы. Также существуют программы, которые выполняют функции как редактора, так и интернет-платформы.

Одним из известных конструкторов электронных курсов и тестов является *iSpring Suite*. Данное приложение является дополнительным пакетом к *Microsoft Power Point*. Можно выделить следующие особенности *iSpring Suite* [2]:

- возможность записи экрана;
- вставка диалогового тренажера;
- вставка интерактивностей;
- вставка объектов из библиотеки контента *iSpring*;
- готовый плеер для видеолекций;
- наличие готовых шаблонов для курсов дистанционного обучения.

Образовательные интернет-платформы представляют собой системы для опубликования курса и контроля за обучением. Существуют специальные приложения и интернет-платформы, ориентированные на определенный вид онлайн-обучения, например позволяющие проводить массовый открытый онлайн-курс (МООК) – образовательный курс, включающий тематически связанные видеолекции продолжительностью пять-девять минут, дополнительные учебные материалы, презентации, проверочные задания, обеспечивающий по-

стоянное общение всех участников учебного процесса в форумах на специализированной интернет-площадке открытого онлайн-образования, проведение итоговой аттестации.

Для контроля обучения используются другие типы систем, например, можно использовать *MOODLE*. Система *MOODLE* относится к классу *LMS* (*Learning Management System*) – систем управления обучением. В нашей стране подобное программное обеспечение чаще называют системами дистанционного обучения (СДО), так как именно при помощи подобных систем во многих вузах организовано дистанционное обучение [3].

В *LMS* реализованы различные роли пользователей: пользователь, автор и администратор, что наделяет каждого определёнными правами и возможностями. Пользователи могут проходить назначенные им курсы и материалы. Авторы наделены правом управлять курсами. А администратор может добавлять и удалять пользователей, объединять их в группы и присваивать роли [4].

Для организации онлайн-обучения необходимо разработать различные электронные образовательные ресурсы (ЭОР) – образовательный ресурс, представленный в электронно-цифровой форме и включающий в себя структуру, предметное содержание и метаданные о них [1].

Процесс создания электронного образовательного ресурса является многоэтапным, поэтому для выявления взаимосвязи функций в процессе разработки ЭОР было выполнено функциональное моделирование на основе структурного подхода.

Диаграмма нулевого уровня для процесса «Разработки электронного образовательного ресурса лекции» представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Диаграмма нулевого уровня для функции «Разработка ЭОР лекции»

Исходной информацией для разработки ЭОР является лекционный материал. В качестве управляющей информацией используется рабочая программа, инструкция по оформлению пояснительной записки (приказ

№2272-О по УГАТУ), инструкции по загрузке и созданию ЭОР. Механизмом реализации выступает преподаватель и инструменты, с помощью которых он создает электронный образовательный ресурс лекций (*iSpring Suite* и *MOODLE*). Так же механизмом реализации является администратор, который осуществляет работу с курсом в системе управления обучения *MOODLE*. В результате получается педагогический сценарий и ЭОР.

Декомпозиция функции «Разработка электронного образовательного ресурса лекции» представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Декомпозиция функции «Разработка ЭОР лекции»

Декомпозиция позволила выделить функции:

- разработка педагогического сценария;
- конструирование ЭОР в *iSpring Suite*;
- создание ЭОР средствами системы дистанционного обучения (СДО).

Разработка педагогического сценария ведется на основе лекционного материала. Педагогический сценарий содержит визитку ЭОР, учебно-методический план курса, сценарии видеолекций и скринкастов (видеозапись того, что происходит на экране компьютера со звуковыми или текстовыми комментариями), примерные тестовые задания, на основе которых создаются и редактируются материалы ЭОР с помощью редактора *iSpring Suit*. И в нем же собираются в один файл в формате *SCORM* (совместимые учебные курсы, готовые для публикации). Стандарт *SCORM* является международной основой обмена электронными курсами и отсутствие в системе его поддержки снижает мобильность и не позволяет создавать переносимые курсы [3].

Для создания качественных видеолекций и скринкастов написан их сценарии в виде раскадровки, оформляющейся в виде таблицы, первый столбец ко-

торой соответствует порядковому номеру сцены (законченной по смыслу короткой части лекции), второй – «видео» (кадр того, что происходит на экране), третий – «аудио» (закадровый текст, который читает преподаватель). Перед самой записью видеолекции или скринкаста необходимо провести проработку текста, а именно как произносить слова, где поставить ударение, выдержать паузу и др.

В учебно-методическом плане онлайн-курса отображена структура курса и его содержание. Опубликование курса производится с помощью системы управления обучением *MOODLE*.

В результате опубликовании курса в системе управления обучением *MOODLE* создается курс, наполняется его содержание, и настраивается балльно-рейтинговая система (БРС) для оценки знаний после обучения.

Обобщенная схема создания ЭОР лекции представлена на рисунке 3.

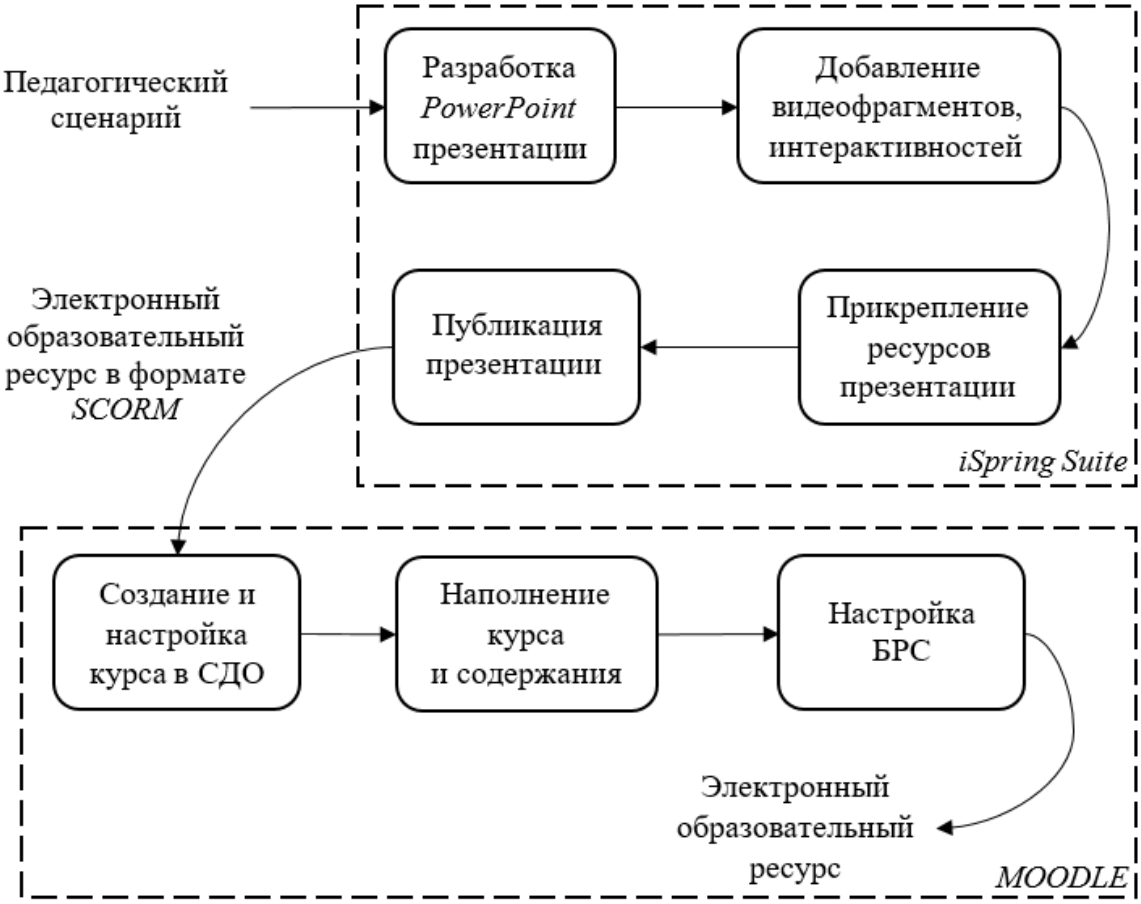


Рисунок 3 – Создание электронного образовательного ресурса

Разработка ЭОР заключается в создании образовательного контента, позволяющего студентам приобрести знания без аудиторных занятий, уменьшив при этом долю аудиторной нагрузки преподавателя. Кроме того, внедрение различных онлайн-курсов в образовательный процесс может способствовать формированию компетенций у студента в узконаправленных областях, при этом избегая создания малых неэффективных групп для обучения.

Литература

1. ГОСТ Р 52653-2006. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения. Введ. 2008-07-01. М.: Изд-во стандартов. 7 с.

2. Лопатина К. Е., Беленкова И. В. Использование элементов дистанционного обучения при изучении математики в школе // Молодой ученый. 2017. – №22. – С. 179-182. URL: https://moluch.ru/archive/156/44247/ (дата обращения: 13.05.2019)

3. Эшназарова М. Ю. Moodle – свободная система управления обучением // Образование и воспитание. 2015. – №3. – С. 41-44. URL: https://moluch.ru/th/4/archive/9/35/ (дата обращения: 13.05.2019)

4. Кадирова Л. А., Абдукодирова П. Т. Сравнительный анализ систем управления обучением // Молодой ученый. 2018. – №50. – С. 334-337. URL: https://moluch.ru/archive/236/54965/ (дата обращения: 13.05.2019)

Ю.В. Кузьмина, В.В. Ворошилов

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

(Архитектурно-строительная академия СамГТУ)

Для лучшего взаимодействия молодых людей с научным руководителем, а также для лучшего понимания самого себя необходимо осознание отдельных личностных психологических характеристик. Они помогут понять, какие качества необходимо развивать в себе для достижения наибольшего результата.

Психология человека одно из важнейших направлений в научной деятельности. Она изучает не только отдельные психические процессы и те своеобразные сочетания их, которые наблюдаются в сложной деятельности человека, но и психические свойства, характеризующие каждую человеческую личность. Одними из самых важных знаний для человека в наше время являются знания в сфере психологии.

В настоящее время улучшение качества образования в вузах является приоритетной задачей. Психологическое сопровождение студентов в период обучения, является ключевым фактором в повышении качества образования.

Однако 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 диагностики психологического состояния студентов.

Сегодня многие организации, проводящие психологические мониторинги групп лиц, используют для анализа и хранения полученной информации либо бумажные носители, либо стандартные средства для статистического анализа, что затрудняет проведение достаточно масштабных исследований [1]. Именно

поэтому создание информационной системы отображения компонентов психологического профиля - очень важное направление в данной сфере.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что тема формирования психологического профиля молодых исследователей является актуальной.

Цель данного исследования – повышение эффективности оценки формирования психологического профиля посредством разработки информационной системы. Основным ее назначением является определение уровня психологических характеристик - объектов исследования.

В качестве метода для определения значений психологических характеристик в системе используется метод психологического тестирования. Психологическое тестирование — процесс, направленный на измерение индивидуальных качеств и свойств респондента, посредством ответа респондентом на вопросы психологического теста.

Психологический тест — стандартизированное задание, по результатам выполнения которого судят о психофизиологических и личностных характеристиках, знаниях, умениях и навыках испытуемого [2].

Характеристиками, которые составляют основное описание личности, являются лидерство, мотивация и социальный фактор.

Рассмотрим немного подробнее каждую характеристику.

Лидерство – это способность оказывать влияние на отдельные личности и группы, направляя их усилия на достижение тех или иных целей.

Мотивация - это внутреннее состояние человека, неразрывно связанное с потребностями, которое активизирует, стимулирует и направляет его действия к поставленной цели. Все мотивы могут быть подразделены на две большие категории. Одни из них связаны с содержанием самой учебной деятельности и процессом ее выполнения; другие – с более широкими отношениями студента с окружающей средой.

Социальный фактор - это наиболее общий тип социальных отношений, определяемый интересами и потребностями человека в некоторой социальной общности.

Именно перечисленные характеристики являются компонентами психологического профиля молодых исследователей, выявляемых информационной системой.

Предполагаемая диаграмма вариантов использования разрабатываемой системы представлена на рисунке 1. Диаграмма вариантов использования описывает функциональное назначение системы. Она является исходным концептуальным представлением системы [3].

Система содержит актантов Тестируемый и Администратор. Тестируемому доступны функции: прохождение теста, просмотр результатов тестирования, просмотр отчетов. Тестируемый – это главный актант системы. Он проходит тестирование и просматривает статистику по психологическому профилю и по уровню в группе пользователей. Администратору доступны функции ведения справочников пользователей, тестов и факультетов.



Рисунок 1 - Диаграмма вариантов использования для разрабатываемой системы

Для расчета уровня психологических характеристик предполагается использовать формулу 1:

$F_{хар}=\sum_{i=1}^{N} V_i * W_j$,

Где N - количество вопросов, V_i – вес вопроса (его важность в тесте), Wj – вес ответа, j – номер ответа на вопрос i.

Как видно из формулы, уровень психологической характеристики рассчитывается путем суммирования произведений веса вопросов и веса ответа.

Таким образом, после прохождения всех тестов, пользователь будет иметь полную картину по психологическим характеристикам.

Литература

1. Гордеев С. Ю., Никифорова Т. В., Статья «Информационная система формирования данных для моделирования развития научных способностей творчески одаренной молодежи» в сборнике научных трудов конференции ПИТ 2017: URL: http://www.ssau.ru/pagefiles/pit_2017_sbornik.pdf (дата обращения 3.12.2018)

2. Википедия. Психологический тест: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F (дата обращения: 12.12.2018).

3. Дерябкин, В. П. Проектирование информационных систем по методологии UML [Текст]: метод. Указания к учебно-лабораторному практикуму / В. П. Дерябкин, В. В. Козлов; Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. - Самара, 2008.

В.А. Леман, Е.А. Яковлева

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ В РАМКАХ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

(Самарский государственный технический университет)

На качество подготовки специалистов большое влияние оказывает мониторинг успеваемости студентов в вузе в течение каждого семестра. Информационная система взаимодействия студентов и преподавателей в рамках учебного процесса подразумевает собой данный мониторинг.

Основное назначение системы − дать деканатам и кафедрам инструмент для контроля текущей успеваемости студентов и предоставления данных для возможности оптимизации хода учебного процесса в семестре. На основе предоставляемых данных можно оценить динамику освоения учебных дисциплин студентами образовательного учреждения и, соответственно, прогнозировать возможные «проблемы» при проведении контроля успеваемости в семестрах.

Для описания функционального назначения системы используется диаграмма вариантов использования, которая является исходным концептуальным представлением системы. Диаграмма вариантов использования строится с целью:

- определить общие границы и контекст моделируемой предметной области;
- сформировать общие требования к функциональному поведению и интерфейсу системы;
- подготовить исходную документацию для взаимодействия пользователей системы.

Диаграмма вариантов использования информационной системы представлена на рисунке 1. Система содержит четыре актанта (актера): Проректора, Декан, Преподаватель кафедры, Сервер Автоматизированной системы управления (АСУ) вуза. Перечисленных актантов обобщает Пользователь, который может заходить в систему, не авторизуясь, и просматривать журнал аттестации. Декан может вносить изменения в движение студента своего факультета, а преподаватель кафедры – проставлять аттестацию по предметам кафедры в журнал аттестации. Проректор обладает правами и на внесение изменений в движение студента, и на проставление аттестации студенту по предметам. Сервер АСУ вуза обеспечивает ввод данных для формирования отчетов по статистике количества студентов на выбранную дату и отчетов об успеваемости по факультетам, кафедрам, группам, студентам.

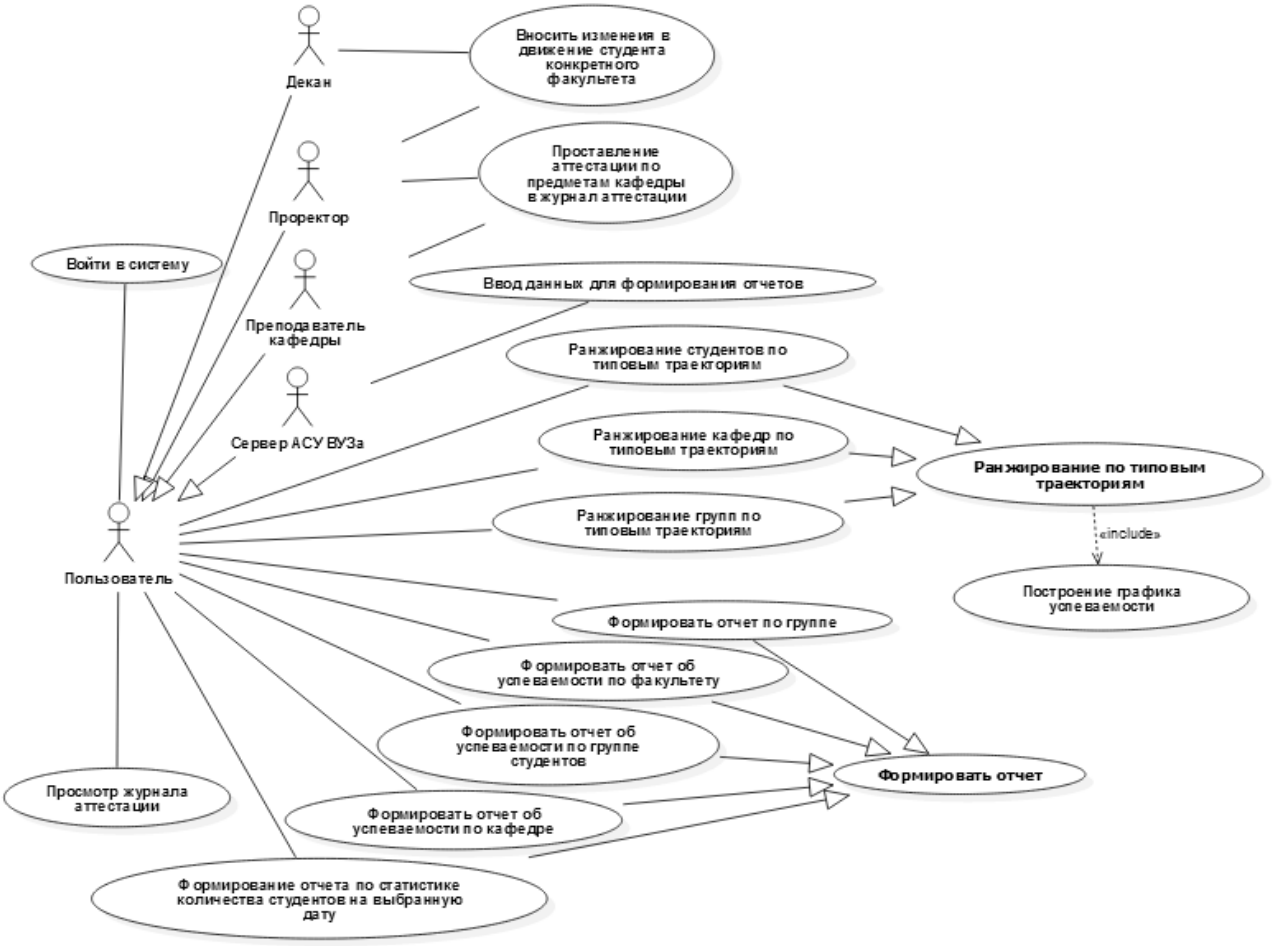


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Мониторинг результатов образовательной деятельности рассматривается как система мер по непрерывному отслеживанию качества предметных результатов освоения учебных планов. В процессе мониторинга выявляются тенденции в развитии системы образования, соотнесенные во времени, а также последствия принимаемых решений. Благодаря информационной системе мониторинга взаимодействия студентов и преподавателей можно отслеживать успеваемость студентов, и на этой основе оценить уровень освоения учебных дисциплин студентами образовательного учреждения.

Литература

1. Технико-экономическое обоснование создания автоматизированных систем и программных продуктов. Метод. Указ. / Сост. В.П. Куренкова – Самара, СГАУ, 2006. - 47 с.

2. Дерябкин, В.П. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления: курс лекций [Текст] // Самара: СГАУ, 2001. – 120 с.

3. Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. Язык UML. Руководство пользователя: Перевод с английского. – Питер, 2006.

4. Козлов В.В. Мониторинг учебной деятельности студента по дисциплине [Текст] / Козлов В.В. // В сборнике: Естественнонаучное образование в вузе: проблемы и перспективы: сборник II Всероссийской научно-методической конференции (13-14 ноября 2008г.). Самарск. Гос. Арх.-строит. Ун-т. – Самара, 2008 – 140с.

5. Козлов В.В. Рейтинговая модель на основе непрерывного мониторинга успеваемости [Текст] / Козлов В.В. // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 69-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2011 года. Под редакцией д.т.н., профессора Чумаченко Н.Г.Самара: СГАСУ, 2012. - 148с.

Л.Б. Лозовская, О.А. Морозов

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

(Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

Согласно Федеральным образовательным стандартам высшего профессионального образования, при разработке и реализации программы бакалавриата необходимо ориентироваться на конкретные виды профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник, исходя из потребностей экономики, научно-исследовательских и материально-технических ресурсов организации. Бакалавры инженерно-технических специальностей готовятся к таким видам деятельности, как проектно-конструкторская, производственно-технологическая, научно-исследовательская, инновационная и другие. Соответственно, изучение и использование информационных технологий в области планируемой профессиональной деятельности студентами инженерных направлений подготовки является неотъемлемой частью образования.

Объектами профессиональной деятельности выпускников по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» физического факультета ННГУ являются информационные процессы, технологии и системы, компьютерные сети, их программное и техническое обеспечение, способы и методы проектирования, отладки и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях науки, техники и производства. Современные образовательные программы высшего профессионального образования ориентированы на формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Задачами обучения является формирование у студентов соответствующих компетенций использования различных информационных технологий, а их индикаторами служат теоретические и инженерные знания, умения работать с компьютерными программами и техническими сред-

ствами, навыки применения на практике широкого спектра программных и технических средств, различных подходов к проектированию и анализу систем, их разработки, грамотного использования средств инструментальной поддержки, а также методов моделирования информационных процессов в различных сферах [1, 2].

Изучение современных информационных технологий, формирование навыков рационального применения цифровых ресурсов, различных компьютерных программам и технических средств наиболее эффективно решается в рамках проектных методов обучения. Элементы проектной технологии обучения в ВУЗе наиболее часто используются в ходе выполнения курсовой и выпускной квалификационной работы, а также при прохождении учебно-исследовательской и производственной практик [2, 3]. Выполнение проекта можно рассматривать как применение комплекса технических, программных, информационных и учебно-методических средств, обеспечивающих практическое закрепление теоретического материала, освоение основ современных информационных технологий, а также как подготовка к изучению материала, необходимого на следующих этапах обучения [4, 5].

В структуру многих дисциплин естественно-научного и инженерного направлений обычно входят лабораторные практикумы, целью которых являются приобретение навыков научно-исследовательской деятельности, использования средств электрических измерений и приборов, включая автоматизированные и микропроцессорные устройства, навыки проектирования различных электронных устройств и изучение их взаимодействия с персональным компьютером через различные программно-аппаратные интерфейсы, освоение современных методов программирования и др. Предварительное знакомство студентов с основами микропроцессорной техники и некоторыми интерфейсами, способами сопряжения с внешними исполнительными устройствами, методами программирования компьютерных интерфейсов и микропроцессорных устройств, по нашему мнению, значительно повышает уровень мотивации студентов, обеспечивает практическое закрепление изучаемого материала, позволяет эффективно использовать выделенные рабочим учебным планом часы учебной нагрузки и в целом способствует повышению качества обучения.

Проектный подход реализует межпредметные связи дисциплин, необходимые для успешного освоения содержания учебных курсов. Примерная структура связей учебного проекта, реализуемого на 3 курсе направления подготовки «Информационные системы и технологии» физического факультета ННГУ, с другими дисциплинами представлена на рис. 1. Базовыми дисциплинами, на владении основным учебным материалом которых основано выполнение студентами учебного проекта, являются «Основы теории управления», «Радиотехника и электроника» и «Информационные технологии». В свою очередь, они являются пропедевтическими для освоения таких дисциплин как «Цифровая электроника», «Технологии программирования», «Инструментальные средства информационных систем», «Микропроцессорные системы» и других, изучаемых на старших курсах.

Для выполнения проекта учебная группа в зависимости от количества студентов делится на 2 - 3 подгруппы, каждой подгруппе формулируется проектное задание на разработку управляющей микропроцессорной системы для конкретного технического устройства [4, 5]. В качестве таких устройств для использования в учебных проектах разработан набор относительно простых технических макетов, включающих в свой состав исполнительные механизмы, датчики и устройства создания внешних воздействий. Набор доступных макетов устройств регулярно пополняется, что делает возможным исключить (минимизировать) дублирование выполняемых работ в соседние один – два учебных года. В частности, разработаны действующие макеты следующих устройств: регулятор температуры с управляемым источником питания, регулятор температуры с управляемым вентилятором, светодиодный регулятор освещенности экрана, регулятор скорости вращения электродвигателя с переменной нагрузкой, система стабилизации вертикальной устойчивости.

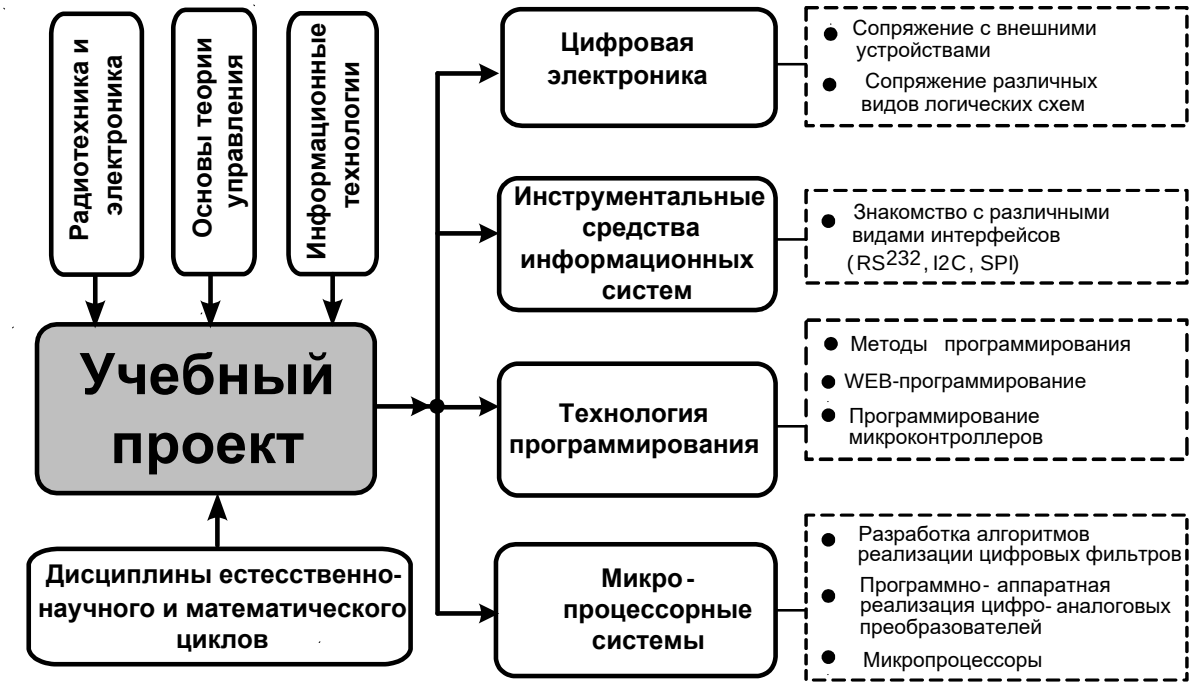


Рис. 1. Междисциплинарный учебный проект

Выполнение проектного задания включает следующие этапы: получение задания, составление плана работы и организации деятельности студентов, изучение соответствующей литературы, разработка структурной схемы устройства управления; проведение схемотехнического моделирования (используются соответствующие программные пакеты схемотехнического моделирования, например MicroCap); разработка и изготовление (включая монтаж электронных компонентов) печатной платы; отладка аналоговой и цифровой частей схемы; разработка и отладка программы для микроконтроллера; проведение испытаний. Этапы выполнения учебного проекта согласованы между собой, в частности, этап схемотехнического моделирования позволяет свести к минимуму ошибки, выявляемые на этапе отладки аналоговой и цифровой частей разраба-

тываемого устройства, что является немаловажным фактором, т.к. в режиме ограниченного времени на выполнение этапа разработки и монтажа печатной платы регулирующего устройства позволяет избежать необходимости ее повторного проектирования и изготовления. В рамках междисциплинарного учебного проекта широко используются цифровые образовательные ресурсы: мультимедийные лекции, образовательные интернет-ресурсы, программы компьютерного моделирования, интерактивная среда для программирования, численных расчетов и визуализации результатов MatLab, среда разработки программ C/C++/C#, программы схемотехнического моделирования SimOne, MicroCap, Multisim и другие.

Использование проектных заданий с использованием современных компьютерных технологий и метода междисциплинарных проектов позволяет дифференцированно организовать самостоятельную познавательную и практическую деятельность студентов, что повышает их учебную мотивацию, ответственность за результат, дает прочные знания при изучении текущих дисциплин, а также является эффективным методом обучения с точки зрения формирования у студентов компетентностей, актуальных для дальнейшей профессиональной деятельности [2, 5]. При выполнении учебного проекта интегрируются знания физико-математического, естественно-научного и технического циклов дисциплин, применение знаний на практике приводит к их осознанности, повторению и углублению. Полученные знания и сформированные практические умения отражают готовность выпускников к дальнейшей проектно-технологической, проектно-конструкторской, научно-исследовательской профессиональной деятельности. Применение информационных технологий как неотъемлемого компонента современного целостного образовательного процесса повышает интенсивность учебной деятельности студентов, делают обучение более успешным и личностно значимым.

Литература

1. Гвоздева Т.В., Баллод Б.А. Проектирование информационных систем: учебное пособие – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 509 с.

2. Швец И.М. Проектный метод: особенности и проблемы использования в высшей школе // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2014, №3(4). – С. 235-240.

3. Минеев С.А. Проектный подход в производственной практике: робототехника // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. №3(4), 2014. – С. 138-141.

4. Морозов О.А., Лозовская Л.Б. , Новиков В.А., Сдобняков В.В. Применение информационных технологий в курсах цифровой электроники физического факультета // Вестник Нижегородского университета. Серия: Социальные науки. 2015, №4. – С. 189-194.

5. Кузьмина И.В., Лозовская Л.Б., Морозов О.А., Новиков В.А. Опыт применения проектного метода обучения в практических занятиях курса «Ос-

новы теории управления» // Вестник Нижегородского университета. Серия: Социальные науки. 2016, №3. – С. 163-168.

6. Елисеева С.В., Злобина С.Н. Цифровые образовательные ресурсы как составляющая инновационной образовательной среды современного вуза // Вестник Брянского государственного университета, 2010, №1. – С. 56-60.

Д.В. Мандрова[1], А.В. Иващенко[1], М.В. Симонова[2]

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ОСНОВЕ БАЗ ЗНАНИЙ

([1]Самарский государственный технический университет,
[2]Самарский государственный экономический университет)

С переходом системы высшего образования на новую модель обучения появилось несколько новых задач, одной из которых является необходимость определения оптимальных персонифицированных траекторий обучения и личного развития каждого обучающегося. Выбор индивидуального пути реализации личностного потенциала каждого специалиста – это сложный процесс как для обучающегося, так и для преподавателей. Современные информационные технологии [1 – 5] позволяют найти новые пути решения этой проблемы.

Получив базовые знания в школе и бакалавриате университета, специалист вступает на путь непрерывного дополнительного образования, позволяющий ему адаптироваться к меняющимся условиям, осваивать наиболее востребованные профессии и активно использовать современные цифровые технологии. Для этого ему должен быть предложен инструмент составления, мониторинга и коррекции образовательной траектории, а также интеллектуальная система поддержи принятия решений, учитывающая его индивидуальные особенности и помогающая сформировать образовательные программы для развития в выбранном профессиональном обществе.

Траектория должна формироваться с учётом степени усвоения образовательного материала; скорости продвижения учащегося в обучении; индивидуальных особенностей учащегося (характер, темперамент и др.), интересов и целей. Целью применения информационных технологий является создание условий для самостоятельного выбора обучающимися образовательной траектории на основе их индивидуальных особенностей.

Для реализации поставленной задачи предлагается разработать интеллектуальную систему поддержки принятия решений, формирующую и отслеживающую индивидуальную траекторию развития человека в профессиональном сообществе. Для реализации этого решения предлагается использовать следующие существующие технологии:

1. Базы знаний (онтологии), позволяющие формализовать особенности восприятия человека и его ориентацию в профессиональном сообществе, целевые направления профессионального развития персонала в компаниях региона, а

также особенности применения образовательных программ для эффективного освоения требуемых знаний и навыков.

2. Модель виртуального посреднического оператора в сети Интернет, позволяющая организовать информационное взаимодействие участников образовательного процесса и HR специалистов в цифровом профессиональном пространстве.
3. Технологии обработки больших данных (Big Data), позволяющие отслеживать множество событий, характеризующих профессиональное развитие членов цифрового профессионального пространства и проводить их обобщение, кластеризацию и статистический анализ для поддержки принятия решений в режиме реального времени.

В рамках практической реализации планируется создание прототипа для планирования образовательных траекторий профессионалов в соответствии со стратегией развития региона. Функциональность прототипа включает разработку онтологии профессионального сообщества региона, разработку средства конструирования индивидуальных образовательных траекторий на основе предложенной модели, разработку средства отслеживания и анализа событий по данным кадрового портала и интерактивного средства визуализации образовательной траектории с возможностью корректировки и дополнения.

Основная идея программы состоит в том, что индивидуализация процесса обучения – это формирование «персональной судьбы» обучающегося, который опираясь на осознанную оценку своих возможностей, потребностей и целей, выстраивает свою образовательную траекторию. В программе реализованы три группы пользователей: обучающие, сотрудники и руководитель образовательной программы.

Студент составляет траекторию обучения по результатам входного тестирования. Данные, введенные пользователями, проверяются и сохраняются в базе. На все вопросы должен быть выбран хотя бы один ответ. Результаты тестирования (варианты образовательных траекторий) выводятся студенту на экран по окончанию.

В результате внедрения программы для образовательных учреждений будет создана эффективная система взаимодействия с другими образовательными организациями, а также образовательная среда, позволяющая формировать индивидуальные образовательные траектории.

Обучающийся получит возможность определить свои потребности, возможности и профориентацию на раннем этапе обучения; научится выстраивать образовательную траекторию, которая способствует успешному обучению и большей вероятности в достижении своих целей.

Родители учащихся получат профессионально-педагогическую помощь и поддержку в сопровождении своего ребенка; смогут видеть результаты выбора ребенка, что позволит им в дальнейшем, с учетом его индивидуальности, поддерживать его и направлять.

Само государство получит ценный ресурс развития общества - личность, способную жить и работать в современном быстроменяющемся мире.

В случае положительной оценки возможностей прототипа и его апробации на реальных данных предлагается сформировать проект полнофункционального программного комплекса для HR организаций, крупных предприятий, образовательных центров и университетов и органов государственной власти регионального уровня.

Литература

1. Сысоев П.В. Обучение по индивидуальной траектории. // Язык и культура. 2013. No4 (24). стр. 121-131.
2. Рыбина Г.В. Обучающие интегрированные экспертные системы: некоторые итоги и перспективы. // Искуственный интелект и принятие решений, No 1, 2008. стр. 22-46.
3. Соколов Н.К. Синтез оптимальных траекторий обучения // НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ. 2012.
4. Юрков Н.К. Интеллектуальные компьютерные обучающие системы. Пенза: ПГУ, 2010. 304 стр.
5. Ivaschenko A.V., Simonova M.V., Sitnikov P.V., Shornikova O.V Big Data analysis for HR management at production enterprises // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. VOLUME LVII - GCPMED 2018. Future Academy. 2019. – pp. 463 – 471

В.А. Осипов

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОНТРАСТНОСТИ ВЕБ СТРАНИЦ

(Самарский университет)

Аннотация: В данной статье рассматривается алгоритм преобразования контрастности для пользователей с нарушениями зрения. Определены основные принципы, которым должна соответствовать веб-страница с учетом разных правил, утвержденных документом Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0), целью которого является формирование единых стандартов доступности веб-контента, отвечающего потребностям отдельных людей, организаций и правительств. Исследование показало, что применение алгоритма позволит упростить работу в интернете людям со слабым зрением и дальтонизмом.

Ключевые слова: веб-доступность, контрастность, алгоритм, веб-контент, интерфейс.

Чтобы веб-страница соответствовала положениям WCAG 2.0, она должна удовлетворять всем следующим требованиям:

– Соответствие (и его уровень) WCAG 2.0 определяется только для веб-страниц целиком. Соответствия нельзя достичь, если какая-либо часть страницы исключена из оценки.

- Если веб-страница является одной из серии страниц, представляющих некий процесс (например, последовательность шагов, которые необходимо выполнить для совершения какого-то действия), все веб-страницы этого процесса соответствуют WCAG 2.0 на указанном или более высоком уровне.
- Только поддерживающие доступность способы использования технологий предполагают выполнение критериев. Любая информация или функциональность, которая представлена в виде, не поддерживающим доступность, предоставляется также и в поддерживающем доступность виде [3].

Информация и компоненты пользовательского интерфейса должны быть представлены только в том виде, который могут воспринимать пользователи.

Одно из основных положений документа WCAG 2.0 – настройка контрастности для визуального представления текста и изображений. Текст должен иметь коэффициент контрастности не менее 4,5:1, за исключением следующих ситуаций (уровень AA):

- *крупный текст*: крупномасштабные текст и изображения должны иметь контрастность не менее 3:1;
- *случайный*: для текста или изображений, которые являются частью неактивного компонента пользовательского интерфейса, не требуется контрастность;
- *логотипы*: текст, являющийся частью логотипа или названия бренда, не требует минимального контраста [1].

Цель данного правила – обеспечить достаточный контраст между текстом и фоном, чтобы его могли прочитать люди с умеренно слабым зрением (которые не используют вспомогательные технологии, усиливающие контраст). Для людей без недостатков цвета оттенок и насыщенность имеют минимальное влияние или не влияют на разборчивость, оцениваемую по результатам чтения. Недостаток цвета может несколько повлиять на контраст яркости. Поэтому в рекомендации контраст рассчитывается таким образом, чтобы цвет не являлся ключевым фактором, чтобы люди с дефицитом цветового зрения также имели адекватный контраст между текстом и фоном [2].

Если фон имеет сплошной цвет (весь черный или весь белый), можно сохранить относительную яркость текста, убедившись, что каждая из букв текста имеет контрастность 4,5:1 с фоном.

Если фон или буквы различаются по относительной яркости (или имеют узор), то фон вокруг букв должен быть выбран или затенен так, чтобы буквы сохраняли контрастность 4,5:1 с фоном позади них, даже если они не имеют такого контраста.

Если страница на одном краю очень светлая, а на другом - очень темная, то по всей странице не может быть цвета, который соответствовал бы принципам контрастности на обоих краях. Один из способов решения этой проблемы – изменение яркости букв, чтобы каждая буква всегда соответствовала коэффи-

циенту контрастности для фона, который находится непосредственно за буквой.

Коэффициент контрастности иногда может поддерживаться путем изменения относительной яркости букв по мере изменения относительной яркости фона на странице [2].

Алгоритм подбора контрастности:

1. Измерить относительную яркость каждой буквы (если они не все одинаковы), используя формулу:
   L = 0,2126 * R + 0,7152 * G + 0,0722 * B, где
   если R_{sRGB} <= 0,03928, то R = R_{sRGB} / 12,92, в противном случае R = ((R_{sRGB} + 0,055) / 1,055) ^ 2,4;
   если G_{sRGB} <= 0,03928, то G = G_{sRGB} / 12,92, в противном случае G = ((G_{sRGB} + 0,055) /1,055) ^ 2,4;
   если B_{sRGB} <= 0,03928, то B = B_{sRGB} / 12,92, иначе B = ((B_{sRGB} + 0,055) / 1,055) ^ 2,4, где
   R_{sRGB} = R8бит / 255, G_{sRGB} = G8бит / 255, B_{sRGB} = B8бит / 255.
2. Измерить относительную яркость пикселей фона рядом с буквой, используя ту же формулу (1).
3. Рассчитать коэффициент контрастности по следующей формуле:
   (L1 + 0,05) / (L2 + 0,05), где
   L1 – относительная яркость более светлых цветов переднего плана или фона;
   L2 – относительная яркость более темных цветов переднего плана или фона.
4. Убедиться, что коэффициент контрастности равен или превышает 4,5:1.

Литература

1 Caldwell B., Cooper M., Reid L. G., Vanderheiden G., Chisholm W., Slatin J., White J. Руководство по обеспечению доступности веб-контента (WCAG) 2.0 / W3C: сервер Консорциума Всемирной паутины. URL: https://www.w3.org/Translations/WCAG20-ru (дата обращения: 15.04.2019).

2 G18: Ensuring that a contrast ratio of at least 4.5:1 exists between text (and images of text) and background behind the text. URL: https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/G18.html (дата обращения: 19.04.2019).

С.А. Пиявский

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТНОЙ СИСТЕМЫ РАБОТЫ С ТВОРЧЕСКИ ОДАРЕННОЙ МОЛОДЕЖЬЮ «ВЗЛЕТ – ПОЛЕТ – ОРБИТА»

(Самарский филиал Московского городского педагогического университета)

В нашей стране всегда уделялось значительное внимание творческой молодежи в сфере науки и техники, что проявлялось в увеличении направляемых ресурсов и огромном числе разнообразнейших мероприятий и инициатив. Такое несистемное разнообразие, при всей его красоте в отчетах, не очень эффективно. Для того, чтобы, не в ущерб разнообразию, системно упорядочить эту деятельность и благодаря этому существенно повысить ее эффективность, в Самарской области с 2015 года начала действовать и планомерно наращиваться Единая система мер (ЕСМ), построенная на существенном использовании инфокоммуникационных технологий. Ее принципиальные особенности:

1. Творчески одаренные школьники, студенты, молодые ученые и специалисты, приживающие в Самарской области, выявленные по результатам конкурсной оценки их творческой деятельности, включаются в **Губернаторский реестр** творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий для систематической, в течение ряда лет, индивидуальной поддержки, направленной как на целенаправленное наиболее эффективное развитие их способностей, так и их активное включение в работу по наиболее перспективным направлениям науки, техники и технологий на предприятиях и в организациях Самарской области.
2. Основой развития членов Губернаторского реестра является индивидуальное творческое сотрудничество как с непосредственным **научным руководителем** (школьника – учитель, студента – преподаватель вуза, молодого специалиста – наставник), так и с непосредственным **научным консультантом** более высокой страты (школьника – преподаватель вуза студента – преподаватель вуза, опытный специалист предприятия, молодого специалиста – член руководства предприятия). Так устанавливается действующий на личностном уровне прямой канал «производство – вуз – школа» и в таких «треугольниках» и разновозрастных коллективах возникает синергический эффект, позволяющий комплексно решать стоящие перед системой задачи.
3. Такая сложная территориально распределенная система с вертикальными и горизонтальными межотраслевыми, междисциплинарными и личностными связями функционирует на основе **специальной организационно-технической инфокоммуникационной системы**, которая обеспечивает, кроме обеспечения комфортного взаимодействия участников независимо от территориального и отраслевого факторов и оперативного мониторинга, ряд наукоемких функций, связанных с оценкой и измерением различ-

ные компонент творческих способностей, формированием индивидуальных методических рекомендаций всем участникам системы по наиболее эффективному содержанию их развивающей деятельности, количественной оценкой результативности всей системы.

4. Ключевой составной частью этой системы является **Губернский конкурс достижений творчески одаренной молодежи** в сфере науки техники и технологий, систематизирующий наиболее крупные конкурсные мероприятия для творчески одаренной молодежи всех возрастов на единой методической основе, позволяющей объективно измерять динамику творческого развития молодых исследователей и проектировать на основе этих данных оптимальные траектории их развития.

Результаты функционирования ЕСМ за четыре учебных года существования таковы. В первые два года они **были блестящими** (за что и получили высокую оценку на федеральном уровне), в третьем году свидетельствовали **о стагнации**, в четвертом (текущем) учебном году, с позиций планируемого развития ЕСМ и ее концепции, **должны быть признаны провальными**. В этом последнем году подсистема ВЗЛЕТ буксует на прежнем уровне (что никак не порочит самоотверженно занимающуюся этой системой межвузовскую кафедру СамГТУ), подсистема ПОЛЕТ, активно функционировавшая в предыдущие два года, и подсистема ОРБИТА, активно начатая в предыдущем году при поддержке областного министерства промышленности и технологий, просто умерли, не начавшись.

Главная причина такого спада – спад активности возглавляющего ЕСМ Координационного совета по работе с одаренной молодежью в сфере науки и техники при Администрации Губернатора Самарской области, который на полтора года лишился своего председателя и его заместителя. Это не позволило, при всех усилиях руководства Единой системы мер и поддерживающих ее руководителей разного уровня, преодолеть неизбежные для новаторских программ инерционные процессы и решить вопросы стабильного финансирования системы.

Второй по важности причиной является моральное устаревание информационной платформы ЕСМ, которая на начальной стадии функционирования ЕСМ была разработана в экспериментальном, поисковом порядке, а затем была собрана из существенно модифицируемых в процессе функционирования ЕСМ модулей информационной системы факультета информационных систем и технологий (ФИСТ) Самарского государственного архитектурно-строительного университета, разработанных до его включения с состав Самарского технического университета. Масштабы ФИСТ в 50 раз меньше масштабов ЕСМ, что привело к замедленности реакций системы, затруднило работу пользователей, привело к увеличению доли ручного труда при вводе данных и использовании результирующей информации.

В настоящее время, благодаря общему настрою в стране и в нашей губернии на качественный прорыв на основе новых технологий и в связи с тем, что Координационный совет обрел новое авторитетное руководство, созрели все

условия для того, чтобы, избавившись от этих недостатков, реализовать богатейшие возможности, подготовленные предыдущими годами функционирования Единой системы мер. Для этого необходимо:

1. Обеспечить авторитетность управления ЕСМ на стратегическом уровне и устойчивость ее финансирования.
2. Разработать и ввести в эксплуатацию обновленную инфокоммуникационную платформу ЕСМ (**ИИС** - интеллектуальную информационную систему) с более широким набором функций, отвечающим полноценной реализации Концепции ЕСМ. Это, кроме того, облегчит полноценное использование ЕСМ «на местах», что существенно уменьшит трудоемкость управления системой, позволит реорганизовать и значительно удешевить его.
3. Сформировать в ЕСМ, наряду с тремя возрастными подсистемами ВЗЛЕТ, ПОЛЕТ, ОРБИТА, две новые функциональные подсистемы ТРУД и , КРЕАТИВ:

- **ТРУД** - сфера трудовой деятельности, имеющая основополагающее значение как задающий фактор всего проекта, (акторы - министерства промышленности и технологий, экономического развития, труда и занятости, образования и науки, союз работодателей, СНЦ РАН, все вузы и другие заинтересованные организации)
- **КРЕАТИВ** - системно-математическое и психолого-педагогическое обеспечение, без которого невозможно осмысленно формировать и реализовывать траектории оптимального долговременного развития молодых талантов (акторы - СГУ, СГСПУ, СФ МГПУ, ИПУСС РАН и др.)

4. Сформировать немногочисленный оплачиваемый **Рабочий орган** ЕСМ и рабочей группы Координационного совета (далее – Рабочий орган) в составе четырех секций:

- планирования, организации управления и оценки эффективности ЕСМ
- научного, методического, учебного и технического обеспечения ЕСМ
- мониторинга профессионального становления участников ЕСМ в инновационной среде Самарской области
- популяризации достижений участников ЕСМ в сфере науки и техники

Новые особенности ЕСМ на планируемом этапе ее развития:

1. Осуществится синтез подсистем ВЗЛЕТ, ПОЛЕТ, ОРБИТА в единый сквозной канал развития **специальных исследовательских компетенций** участников Губернаторского реестра в процессе их системно направляемой творческой деятельности (модуль научных исследований);
2. Будет реализован сквозной канал **профессионального становления** участников ЕСМ в инновационной среде Самарской области (модули универсальных творческих компетенций, междисциплинарной эрудиции, карьеры, включая последовательность занимаемых трудовых позиций)
3. Будет организован сквозной канал **личностного роста** участников ЕСМ (психологический и гуманитарный модули);

4. Произойдет синтез большинства областных конкурсных мероприятий высокого уровня в сквозной канал объективной оценки на единой методической основе многоаспектного творческого рейтинга результатов деятельности участников Губернаторского реестра и определения рекомендуемого уровня их индивидуальной поддержки в соответствии с творческим рейтингом;
5. На основе синтеза этих каналов для большинства достойных этого членов ЕСМ будут с их участием, а также участием их руководителей, консультантов и координаторов факультетов или школ разработаны ежегодно корректируемые **долгосрочные планы индивидуального творческого развития**;
6. Различные меры поддержки, выделяемые в настоящее время по конкурсным мероприятиям в форме стипендий Губернатора и известных деятелей, грантов Губернатора, призов и выплат конкурсов «Молодой ученый», «Выплат молодым конструкторам» и т.п. приобретут содержательный вещественный характер (оплата участия в иногородних конференциях, стажировок, публикаций, необходимых для исследования материалов, оборудования, права на индивидуальный план и/или график обучения и т.п.) и будут выделяться в соответствии с творческим рейтингом и индивидуальным планом творческого развития. Возможно, эти меры будут иметь вид **денежного сертификата на определенную сумму на определенный вид мер поддержки**, а недостающие деньги пусть добавляет вуз, спонсор, родители, сам зарабатывает, но в том, что сертификат использован по назначению, получивший его должен отчитаться.
7. Будет создана материальная и электронная **Галерея творческих достижений молодежи Самарской области в сфере науки, техники и технологий**, отражающая результативность деятельности ЕСМ в двух планах: создаваемых артефактов в сфере науки, техники и технологий с оценкой их значимости – и творческой карьеры членов ЕСМ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, научный проект № 18-08-00858 А, 09.02.2018

В.М. Радомский, А.В. Самокиш

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(Самарский государственный технический университет)

В 2000 г. получено свидетельство об официальной регистрации программы-прототипа Информационной системы поддержки творческой деятельности (программа для ЭВМ № 2000610352), которая разработана и внедрена в учебный процесс кафедры Информационных Развивающих Образовательных Си-

стем и Технологий (ИРОСТ) Самарского государственного технического университета.

Информационная система поддержки творческой деятельности основана на информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), осуществляет поиск новых идей при решении творческих задач лицом, принимающим решение.

Ключевые слова: *критерии, стратегия выбора, принятие решений, функционально-ресурсный анализ, генератор творческих идей, морфологический анализ.*

Новизна Информационной системы 2018 года в следующем:

- Введены «Комплексные приемы», направленные на получение новых идей.
- Программа системы написана на языке C#.
- В блок «Функционально-ресурсный анализ» введена вторая Главная функция, приблизившая анализ к желаемому (реальному) виду. Так, например, при усовершенствовании объекта «Прожектор» первая Главная функция – освещать объект. Вторая (введенная в систему функция) – следить за движущимся объектом. Очевидно, без второй функции анализ неверен.
-Изменен Блок «Генератор творческих идей». В первоначальных вариантах системы приемы для разрешения технических противоречий выбирались по ассоциациям. В системе 2018 года изобретателю на выбор предлагается 20-30 патентов – аналогов и прототип, - проверенных и отработанных задач, которые направлены на получение искомого результата.

Функционально-ресурсный анализ и Блок «Генератор творческих идей» созданы на основе разработанного метода принятия решений в условиях многокритериальных оценок. В функционально-ресурсном анализе (далее ФРА) объект рассматривается как сложная иерархическая структура – совокупность элементов, между которыми существуют четкая структура – совокупность элементов, между которыми существуют многоуровневые связи. В свою очередь каждый элемент может являться структурой, содержащей элементы более низкого уровня. В ФРА использованы следующие понятия:

Критерий. Это количественная или качественная характеристика, описывающая один из аспектов эффективности решения с учетом стратегии выбора.

Стратегия выбора. Учитывается степень важности каждого критерия (важнейший, обычный, несущественный и т.д.), а также направление изменения критерия - (min – на минимум, max – на максимум). Набор критериев охватывает все аспекты эффективности решения.

Ресурсный анализ. Является продолжением функционального анализа. Под ресурсным анализом принято понимать такие характеристики, как стоимость, вес, надежность и др.

Покажем на конкретном примере, как получают новые решения, идеи, используя Информационную систему поддержки творческой деятельности.

В качестве примера рассмотрим вопрос усовершенствования заварочного чайника.

Первый блок - Функционально-ресурсный анализ (ФРА). В этом блоке использует не одну характеристику, а неограниченное число показателей эффективности для оценки и выбора варианта. Таким образом, осуществлен переход от однокритериального анализа к многокритериальному ФРА. Это позволяет осуществить «многоэкранное» видение проблемы, решать проблемы - находить «узкие» места в организационных структурах, технологиях, устройствах с учетом реальных условий, и не вводить ограничения с целью представления задачи в однокритериальном виде.

В ФРА объект рассматривается как сложная иерархическая структура - совокупность элементов, между которыми существуют многоуровневые связи. В свою очередь, каждый элемент может являться структурой, содержащей элементы более низкого уровня.

В процессе работы с ФРА вводятся и корректируются структура объекта исследования, внешние функции объекта, внутренние функции, обеспечивающие работоспособность объекта, ресурсные характеристики, критерии, экспертная информация о степени влияния внутренних функций на внешние, сравнительная значимость и направленность ресурсных характеристик, критериев, внешних и внутренних функций.

На основе перечисленной информации рассчитывается уровень совершенства объекта в целом и отдельно, по функциям, с учетом критериев и ресурсов; выдается рекомендации о необходимости и направлениях совершенствования элементов объекта. Кроме того, определяется набор показателей эффективности и ресурсных характеристик, на улучшение которых должна быть направлена разработка. Для удобства пользователя все режимы работы ИКТ перечислены в меню:

1 - формулировка новой задачи,
2 - вызов задачи из банка,
3 - просмотр и редактирование,
4 - решение задачи,
5 - просмотр решения,
6 - запись задачи в банк,
7 - конец работы.

Выбор конкретного решения осуществляется путем передвижения светящейся рамки. Движение рамки обеспечивается нажатием клавиш «стрелка вниз» и «стрелка вверх» (при достижении конца меню рамка возвращается к началу). В момент, когда рамка заняла нужную позицию, необходимо нажать клавишу «Ввод». Аналогично осуществляется выбор режима и в других местах диалога, а также при выборе (или записи) задачи из Каталога задач.

Работа пользователя осуществляется в форме диалога с ПЭВМ. Вопросы задаются в понятной для него форме. Пользователь вводит символьную или количественную информацию с того места экрана дисплея, где автоматически устанавливается курсор. Длина слов ограничивается специальными полями, которые программа вычерчивает на экране. Для контроля ввода используется также звуковой сигнал.

Описанный подход похож на традиционную постановку задачи ФСА, но имеет существенные отличия:

- в ФРА рассчитывается относительная функциональная нагрузка каждого элемента системы и эффективность как результат свертки функций и ресурсных характеристик;

- в ФРА не ставятся задачи творческого и последующих этапов; эти задачи решаются в других блоках ИКТ;

- диалог с компьютером, имитационное моделирование и простота в работе с блоком ФРА (мощный математический аппарат «спрятан» в ПЭВМ) - необходимые условия применения блока для инжиниринговых целей, при повышении эффективности изделий на всех этапах жизненного цикла: от проектирования, изготовления, эксплуатации, хранения, продажи до утилизации;

- в процессе освоения ФРА пользователи могут формулировать интуитивное решение. Затем анализировать расчетное, сравнивать с интуитивным и затем корректировать принимаемое решение.

Рассмотрим функциональный и ресурсный анализ изобретения «Заварочный чайник» (рисунок 1 и 2).

Элементами чайника являются: крышка, боковая поверхность, носик, ручка и донышко.

Согласно показателям эффективности, «узким местом» данного изобретения является боковая поверхность.

Генератор творческих идей (ГТИ)

В течение ряда лет студенты Самарского государственного технического университета изучали компьютерную технологию технического творчества (КТТТ) для получения новых идей, создания блоков патентов. Наступило время усовершенствования компьютерной программы, и авторы статьи создали программный комплекс на C#.

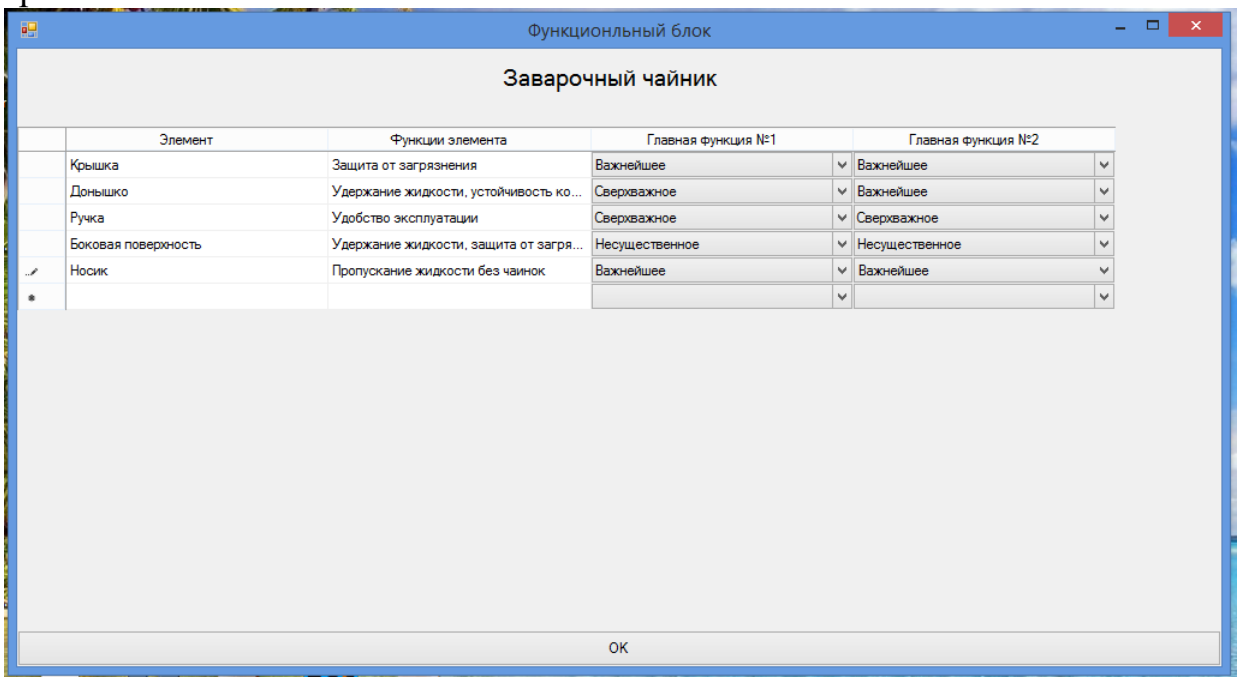


Рисунок 1- Функциональный анализ

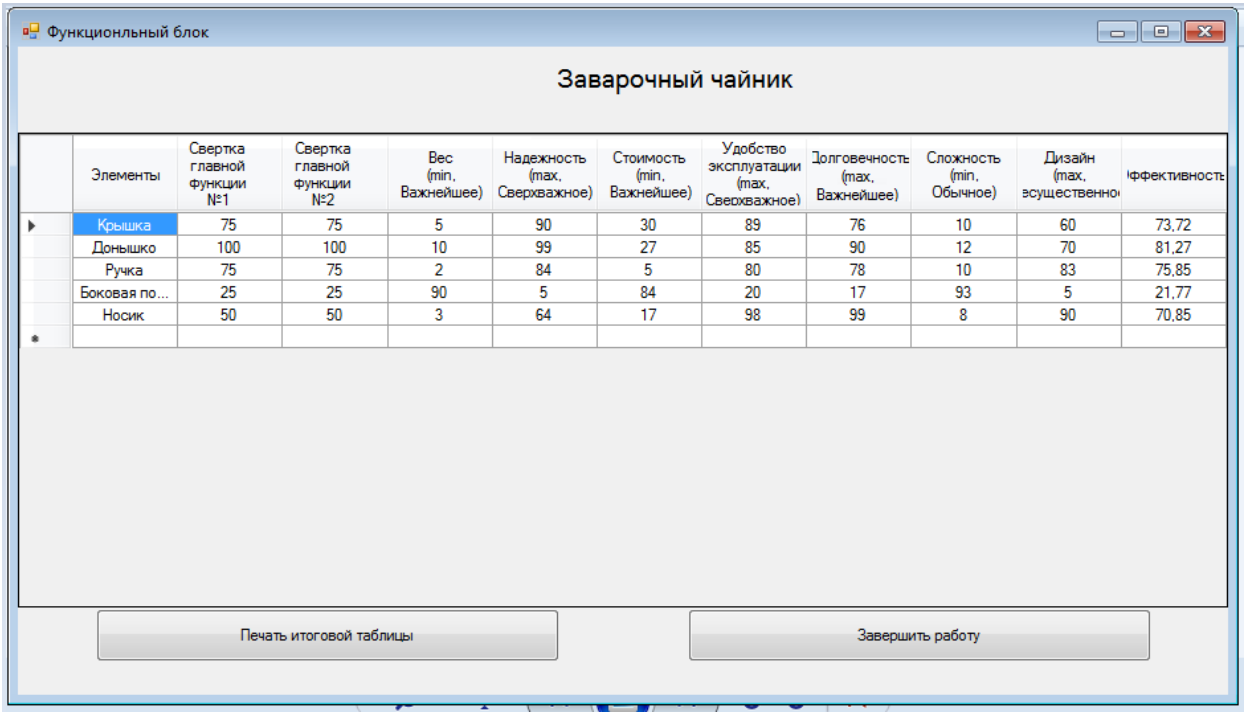


Рисунок 2 – Ресурсный анализ

Если в КТТТ в генераторе творческих идей новые идеи получали по схеме: «Прием для разрешения технического противоречия - идеи, выбранные по ассоциациям», то во вновь созданном генераторе творческих идей разрешение технических противоречий (ТП) предложено выбор эвристических приемов производить не по ассоциациям, а по более совершенной схеме: «Приемы - Действия». Входящие в техническое противоречие характеристики, получены в результате многолетнего опыта работы с КТТТ. При этом указанные характеристики не должны существенно измениться при устранении ТП». А разрешение технических противоречий может производиться во времени, структуре или в воздействиях.

Разрешение технических противоречий производиться во времени по схеме: система имеет определенное свойство до момента времени «Т», по истечении времени «Т», - свойство меняется.

Разрешение технических противоречий в структуре системы производиться по следующей схеме: одна часть системы имеет одно свойство, другая - другое.

Разрешение технических противоречий производиться в воздействиях по схеме: при одном воздействии система имеет одно свойство, при другом воздействии - другое.

В программном комплексе приемами для разрешения ТП можно пользоваться следующим образом. Первоначально пользователь знакомится с базой данных решенных задач. Выбирает из выпадающего списка «Характеристики», которые не должны существенно с помощью другого выпадающего списка, определяет характеристику, которая не должны существенно измениться при устранении ТП.

Таким образом, банки идей и патентов на основе ИКТ – это комплекс оригинальных методик, специализированных баз данных и программ на ПЭВМ, которые охватывают все основные этапы деятельности патентных служб, конструкторов, технологов, проектировщиков и управленческого персонала. Банк идей у патентов с ИКТ - гарантия создания конкурентоспособных изделий, защищенных блоком патентов.

Машины рождаются симметричными. Это их традиционная форма. Поэтому многие задачи, трудные по отношению к симметричным объектам, легко решаются нарушением симметрии.

В заварочном чайнике нарушается симметрия за счёт выполнения кармана («ловушки») сбоку чайника, при этом не должна существенно изменяться стоимость (рисунок 3).

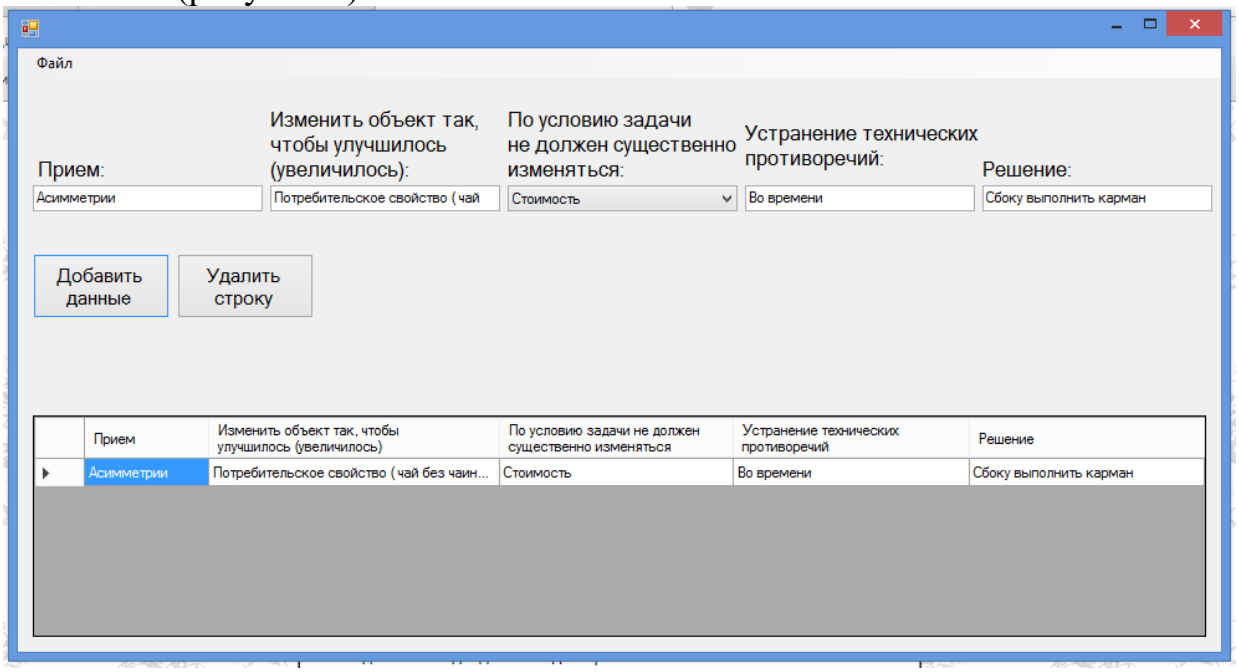


Рисунок 3 – Генератор творческих идей

Нарушив симметрию чайника, произойдёт улучшение потребительских свойств данного изобретения.

Многокритериальный выбор первоочередных идей

Творческие идеи, полученные с использованием приемов, комплексных приемов, различных физических, химических и других эффектов и явлений, а также «подсказки» (прототипы и аналоги, подобранные по критерию «степень близости» в творческом пространстве), направлены на устранение «узких мест» в исследуемом объекте.

Прежде чем приступить к выбору первоочередных идей и их технической реализация, пользователь должен трансформировать «подсказки» ИКТ в набор вариантов конкретных идей. В этом ему оказывают помощь методы, развивающие творческое воображение. Например, принцип «дробление» - разделить объект на независимые части; выполнить объект разборным; увеличить степень дробления объекта - дает общие рекомендации. Необходимо пользователю за-

писать, что именно изменить в объекте, чтобы устранить «узкое место» в объекте исследования.

Единственный критерий, конечно, не может полностью характеризовать эффективность решения. Для этого служит набор критериев, охватывающий все аспекты эффективности. Следует отметить, что в набор могут входить критерии различной значимости - в этом случае ИКТ их относит к группам важностей, обычных и несущественных (возможно и большее число градаций). Набор критериев, разделенных по группам важности, называют политикой выбора.

Рекомендуется при формировании набора критериев для объекта, исследуемого средствами ИКТ, формировать критерии, представляющие группу показателей качества:

- показатели назначения: максимальный угол наклона экскаватора, производительность и др.;
- конструктивные показатели: компактность, простота и удобство монтажа;
- показатели надежности: безопасность, ремонтопригодность, долговечность, сохраняемость;
- показатели экономного использования материалов и энергии: материалоемкость, транспортабельность, энергопотребление, энерговооруженность, эффективность использования энергии;
- эргономические показатели: звуковое давление, удобство обслуживания;
- эстетические показатели: современность технического решения, показатели качества отделки;
- показатели технологичности: затраты труда (трудоемкость), затраты средств на изготовление (себестоимость изготовления), трудоемкость монтажа, затраты энергии при изготовлении;
- показатели стандартизации и унификации: коэффициент применяемости, коэффициент межпроектной унификации;
- патентно-правовые показатели: патентная чистота, патентная защита (число а.с., патентов);
- показатель безопасности: безопасность (в баллах);
- экономические показатели: цена.

К указанным выше критериям можно добавить таблицу технических характеристик для формирования ТП, также следующие:

- степень дефицитности используемых материалов;
- степень беспокойства (технолога, конструктора, отдела технического контроля, потребителя и др.);
- степень полезности;
- степень ручного труда;
- перспективность;
- простота утилизации;
- точность (погрешность);
- процент отходов.

Применительно к зданиям, сооружениям:

- степень адаптивности (взаимная увязка частей сооружения и деталей);
- степень «гибкости» проекта (с учетом перспектив);
- удельные капитальные вложения на единицу площади;
- срок окупаемости, затраты;
- соответствие сооружения физиологическим антропометрическим параметрам человека;
- степень соответствия лучшим аналогам и прототипам;
- степень выполнения требований: к внешним формам, структурной стабильности, инженерным сетям, звуко-теплоизоляции, благоустройству территории, функциям, стоимости, идеальному конечному результату, степени разрешения сформулированных противоречий и др.

Набор критериев обязательно должен обладать полнотой, т. е. отражать все аспекты эффективности объекта исследования, в противном случае можно «доказать» эффективность любого решения.

Любая задача для решения по Блоку Поддержки Принятия Решения имеет экранное представление в виде двумерных таблиц данных. Каждая строка представляет собой вариант решения, а в столбцах указываются разнокачественные оценки вариантов (строк). По этим качественным оценкам (одной или совокупности нескольких) выбирается оптимальный вариант решения задачи из ряда строк таблицы. Строки и столбцы таблицы формируются самим пользователем, исходя из условий постановки задачи.

При постановке задачи указывается направление изменения показателя эффективности: минимизация или максимизация и определяется степень их важности (важнейшие, обычные, несущественные). В процессе работы с задачей имеются следующие возможности: введение новых вариантов решений, новых показателей эффективности, их замена, удаление, изменение значимости показателей эффективности, просмотр задачи на дисплее, запоминание задачи на магнитном носителе. Для проведения более полного анализа необходимо выбрать не только самые важные показатели.

По завершении постановки задачи запускается программа обработки табличных данных, в результате чего строки таблицы переставляются в порядке уменьшения комплексной эффективности соответствующих вариантов решений. Оптимальный вариант выводится в первой строке таблицы. Комплексная эффективность указывается в последнем столбце таблицы.

На этом этапе технической реализации новой идеи ИКТ выполняет отбор определенного числа наиболее перспективных вариантов решения (технического устройства, прибора, процесса организационного и иного характера) на основе информации о его возможных компонентах.

Предусмотрено создание банка задач, модификация ранее подготовленной задачи, оформление результатов в виде печатного документа, полностью диалоговый характер работы в дружественной для пользователя обстановке.

В процессе подготовки задачи должны быть выделены предполагаемые компоненты решения их возможные реализации, а также те критерии, по кото-

рым будет оцениваться формируемое решение (и сравниваться между собой его различные варианты), и качественнее оценки влияния той или иной реализации компонента на выбранные критерии (положительное влияние или отрицательное).

Например, для здания возможные компоненты резания (оси морфологической таблицы) могут быть представлены в следующем виде:

- варианты планировок помещений с различными схемами распределения потоков;

- варианты внешних форм (здание Е-образное в плане, здание замкнутого контура с внутренним двориком, двухэтажный блок и др.) ;

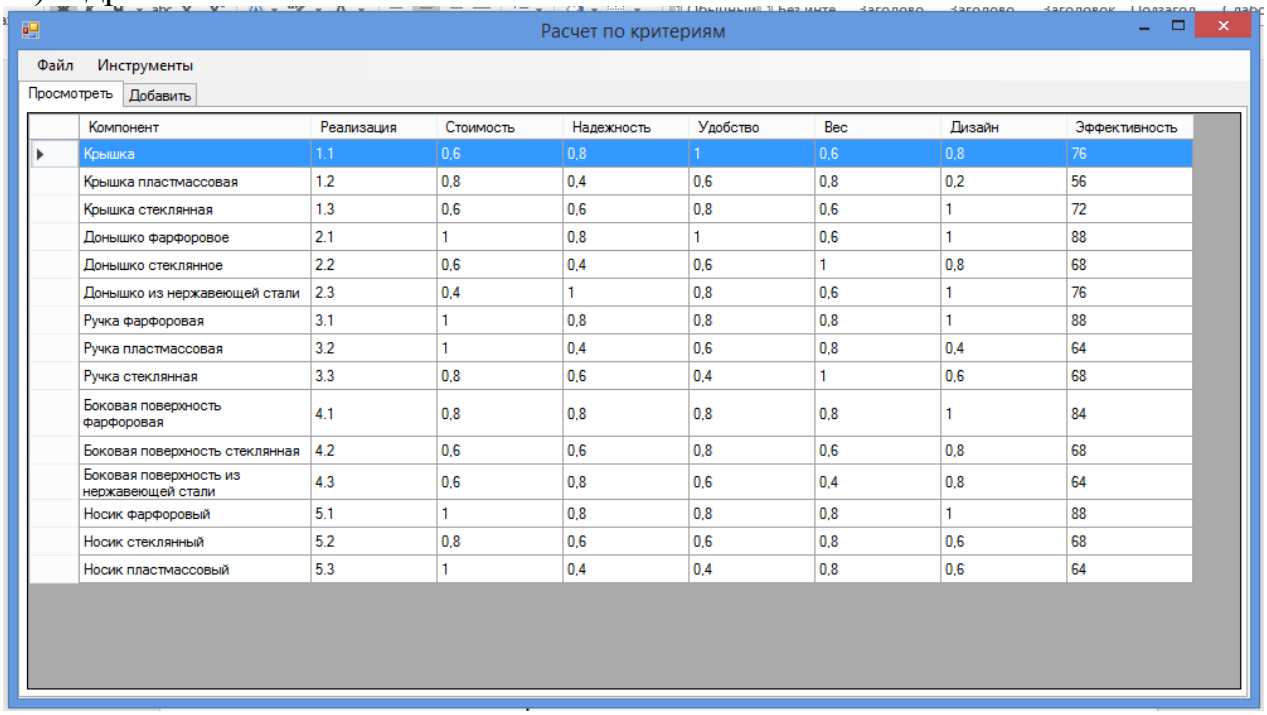
- варианты несущих элементов (стальной каркас, бетонный деревянный и т.п.);

- варианты инженерных сетей (водяное отопление от котельной на мазуте, калориферное отопление от газовой котельной, местные электронагреватели и др.);

-варианты используемых материалов, которые могут обеспечить заданную степень изоляции;

- варианты благоустройства территории, плана земляных работ под фундамент и конструкции фундамента;

- вариант, позволяющие сохранить стоимость в заданных пределах (+20 %) и др.



Компонент	Реализация	Стоимость	Надежность	Удобство	Вес	Дизайн	Эффективность
Крышка	1.1	0,6	0,8	1	0,6	0,8	76
Крышка пластмассовая	1.2	0,8	0,4	0,6	0,8	0,2	56
Крышка стеклянная	1.3	0,6	0,6	0,8	0,6	1	72
Донышко фарфоровое	2.1	1	0,8	1	0,6	1	88
Донышко стеклянное	2.2	0,6	0,4	0,6	1	0,8	68
Донышко из нержавеющей стали	2.3	0,4	1	0,8	0,6	1	76
Ручка фарфоровая	3.1	1	0,8	0,8	0,8	1	88
Ручка пластмассовая	3.2	1	0,4	0,6	0,8	0,4	64
Ручка стеклянная	3.3	0,8	0,6	0,4	1	0,6	68
Боковая поверхность фарфоровая	4.1	0,8	0,8	0,8	0,8	1	84
Боковая поверхность стеклянная	4.2	0,6	0,6	0,8	0,6	0,8	68
Боковая поверхность из нержавеющей стали	4.3	0,6	0,8	0,6	0,4	0,8	64
Носик фарфоровый	5.1	1	0,8	0,8	0,8	1	88
Носик стеклянный	5.2	0,8	0,6	0,6	0,8	0,6	68
Носик пластмассовый	5.3	1	0,4	0,4	0,8	0,6	64

Рисунок 4 – Многокритериальный морфологический анализ

На этапе оценки конкурентоспособности разработки происходит расчет рейтинга разработанного решения на фоне известных прототипа и аналогов. Кроме того, может быть рассчитана договорная цена разработки, у которой устранено «узкое» место.

Полученное решение должно обладать высоким уровнем качества, так как продукция, выпускаемая на основе разработки, должна быть конкурентоспособной на рынке.

Очевидно, что на стадии проектирования можно говорить лишь о высшем уровне качества продукции, так как закладывать в проект решения, находящиеся на грани нецелесообразности их реализации (что соответствует допустимому уровню качества), было бы неэффективно. Что же касается достаточного уровня качества в сопоставлении с внешним уровнем, то современная теория принятия решений доказывает, что правильно организованная процедура выбора экстремальных свойств приводит к тому, что они выбираются на уровне общественной потребности, т.е. достаточный уровень качества соответствует высшему.

На Фиг. 1. представлен заварочный чайник, включающий элементы:

1 – крышка;

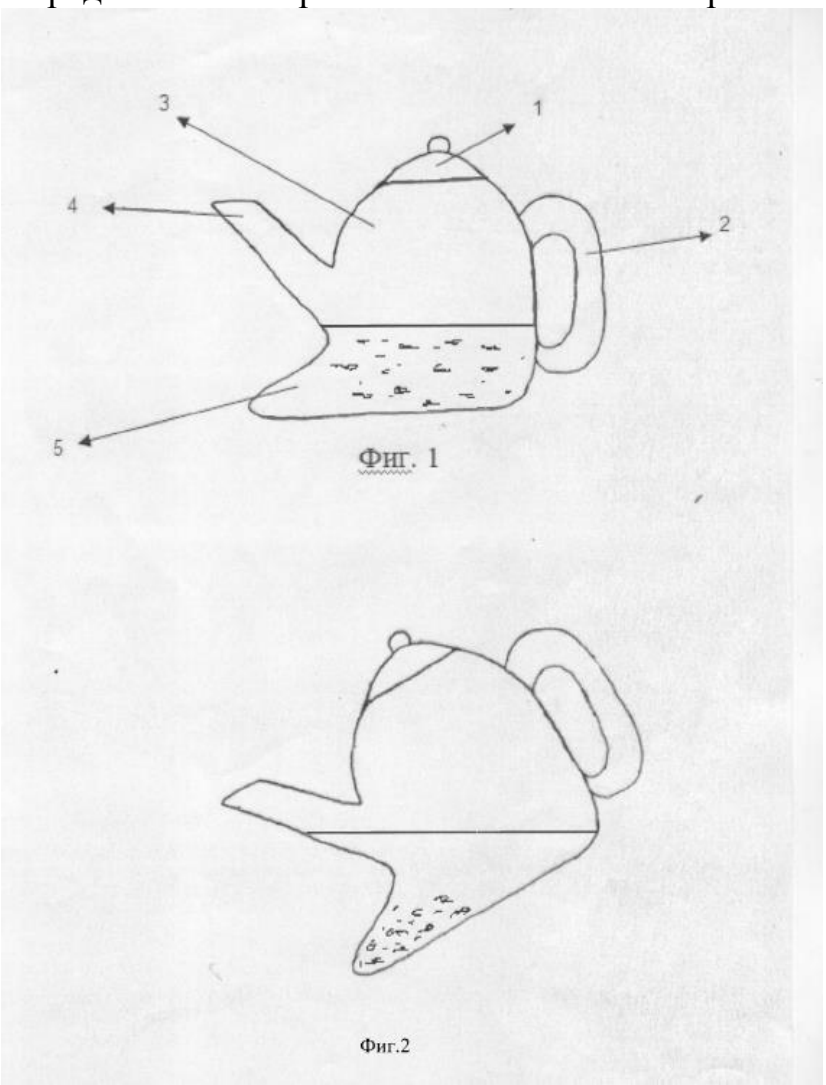
2 – ручка;

3 – корпус;

4 – «носик»;

5– «ловушка» чаинок.

На Фиг 2. представлен заварочный чайник в момент разлива заварки.



Фиг. 1

Фиг.2

Литература

1. Пиявский С.А. , Радомский В.М. Индивидуализация обучения компьютерной технологии// Индивидуализация обучения компьютерной технологии в ведущих вузах страны. – Ленинград, 1999.

В.М. Сапельников, А.Р. Скрыпин, Б.С. Советкали, И.Р. Шамилов

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНИК-ТРЕНАЖЕР ПО КУРСУ «БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И УСТРОЙСТВА ЦИФРОВОЙ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ»

(Уфимский государственный нефтяной технический университет)

В докладе рассмотрено применение информационных технологий в процессе обучения студентов дисциплине «Электротехника, электроника и схемотехника» на примере электронного учебного тренажера «Цифровая электроника». Целью работы являлась разработка учебного тренажера для обучения и проверки уровня знаний студентов. Разработана программа – тренажер по дисциплине «Электротехника, электроника и схемотехника», база данных по учебному материалу, базы данных для самоконтроля и контрольного тестирования, приведена методика функционирования разработанного учебного тренажера.

База данных программы создана в MS Access пакета Office 2007. Приложение электронного учебного тренажера написано на языке C++ с использованием среды разработки Embarcadero XE7, графическая часть выполнена в программах Corel Draw 12, MS Visio 2007.

После запуска программа автоматически вызывает окно с выбором режима доступа. Существует два режима доступа: администратор, студент. Далее после выбора пользователя запускается окно выбора режима обучения: проверить себя, пройти тестирование, теория (рис. 1).

Программа охватывает разделы: системы счисления, логические элементы, триггеры, регистры, счетчики и сумматоры.

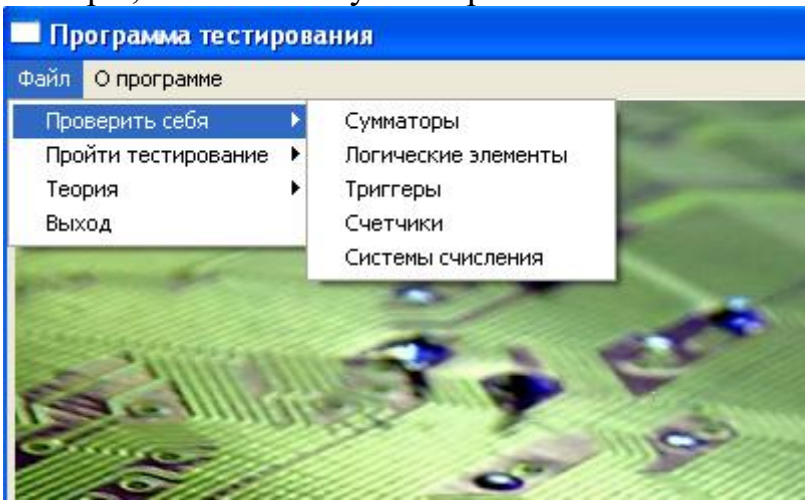


Рис. 1. Выбор режима обучения

В режиме «Проверить себя» студенту предлагается заполнить таблицу переключений для конкретного устройства. Программа анализирует введенные значения и выдает результат. Студент может видеть допущенные ошибки (рис.2) и запомнить правильные ответы. Переход к следующему разделу осуществляется нажатием кнопки «Следующие задание». Возврат к предыдущему заданию осуществляется нажатием кнопки «Предыдущее задание».

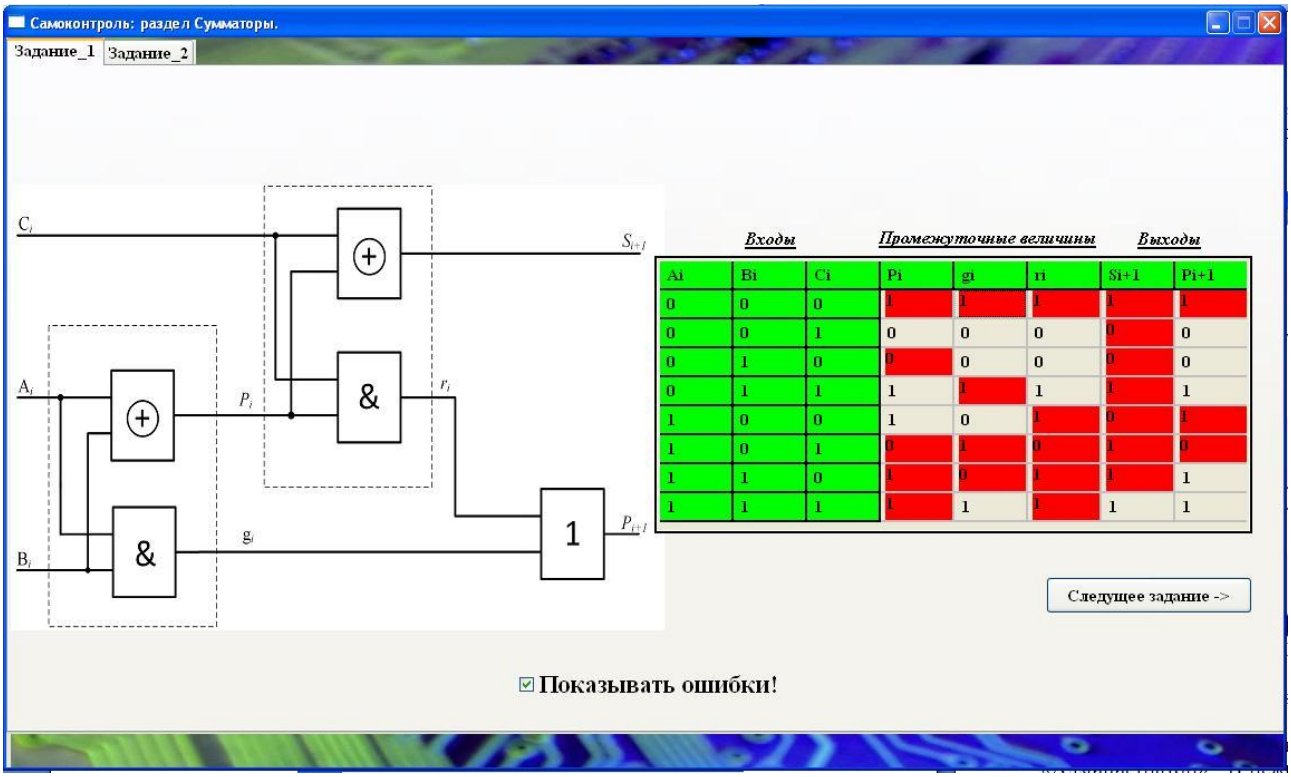


Рис. 2. Режим «Проверить себя», раздел «Сумматоры»

Для прохождения контрольного тестирования необходимо создать текстовый документ со списком студентов, в последующем указать месторасположение данного файла в пункте «Настройки» режима «Администратор». В режиме «Пройти тестирование» студенту предлагается заполнить таблицы переключения для всех заданий выбранного раздела. Программа анализирует введенные значения и записывает результат пройденного теста в текстовый документ по нажатию на кнопку «Завершить тестирование» (рис. 3).

Рассмотрим принцип работы тренажера на примере логических элементов.

В данном разделе тренажера будут предложены разные уровни обучения и контроля полученных знаний. После активизации темы «Логические элементы» на экране появится подменю программы. В нем предложены следующие уровни обучения и контроля: проверить себя, пройти тестирование, теория.

На начальном этапе обучения необходимо вызвать «Проверить себя». Обучающемуся предлагается заполнить таблицу истинности, используя булево выражение. Программа проанализирует введенное значение и сразу выдаст результат после нажатия кнопки «Показывать ошибки». Неправильно введенные

значения обозначаются красным цветом. После окончания работы с заданием можно перейти к следующему заданию. По данной теме предлагается выполнить 7 заданий.

При выборе раздела «Пройти тестирование» будет предложено заполнить таблицу истинности для самопроверки уровня полученных знаний.

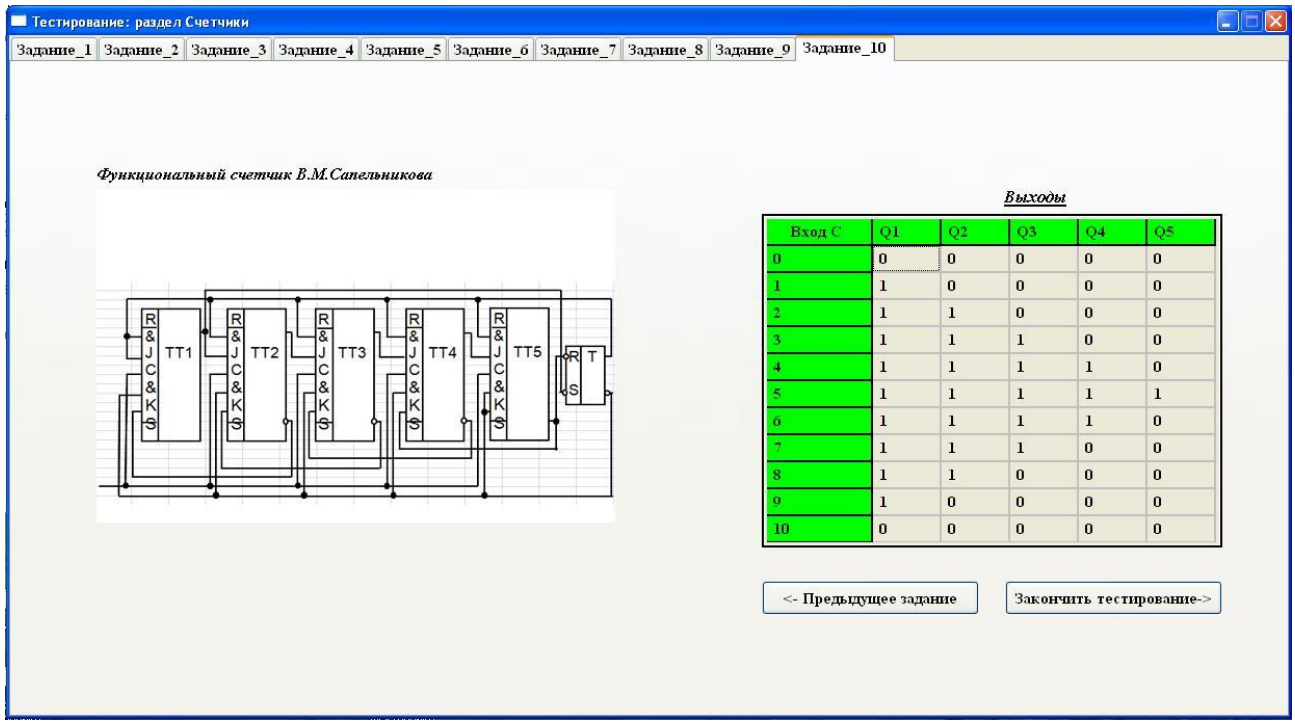


Рис. 3. Режим «Пройти тестирование», раздел «Счетчики»

Контролирующий режим позволяет проверить уровень полученных знаний в процентах. Обучающийся также заполняет таблицу истинности. Переход от задания к заданию осуществляет самостоятельно. Программа проанализирует введенные значения и выдаст результат в виде текстового файла процента правильных ответов.

Программа усовершенствуется, пополняется перечень тем.

Программное обеспечение рассчитано на работу в операционных системах Windows XP/ 7/ 8. Для выполнения программы следует запускать файл Тест.exe.

Заказы на электронный учебник-тренажер можно направлять по адресу: 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, УГНТУ, кафедра ЭЭП.

Литература

1. Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2013. – 790 с.

2. Сапельников, В.М. Счетчик Сапельников – Муфтахова. / В.М. Сапельников. // Схемотехника. – 2006. - № 9. 28-30.

3. Сапельников, В.М., Галиев, А.Л., Коловертнов, Г.Ю. Базовые элементы и устройства цифровой и вычислительной техники /Изд-е Башкирск. ун-та. – Уфа, 2001. 160 с.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015618332.

5. Functional digital-to-analog converters – new opportunities of instrument making / Sapelnikov V.M., Maksutov A.D., Khakimov R.A., Kolovertnov G.Ju. В сборнике: 10th IMEKO TC7 Symposium on Advances of Measurement Science 2004. 10. 2004. P. 205-212.

Е.П. Семенова

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Подписание Болонского соглашения между странами о сотрудничестве в плане подготовки конкурентоспособных специалистов сделало особенно актуальной задачу использования новых систем и видов обучения. Особый интерес для практики высшей школы сегодня представляет модульно-блочное обучение.

Модуль включает в себя структурную единицу содержания обучения, в состав которой, кроме информационной части, обязательно входит контрольный блок. Конструирование модуля предполагает: постановку учебной цели, отбор содержания обучения, контроль над достигнутым уровнем обучения. Проектирование модулей на основе интеллектуально-профессионального подхода способствует проведению комплексного контроля, где наряду с образовательным результатом, фиксируется определенный уровень профессионального развития обучаемых. [3]

По мнению В.И. Андреева, учебный модуль - «это относительно самостоятельный блок учебной информации, включающий в себя цели и учебную задачу, методические рекомендации, ориентировочную основу действий и средства контроля (самоконтроля) успешности выполнения учебной деятельности».

Таким образом, неотъемлемой составляющей модульной технологии являются системы рейтинговых оценок.

Современные исследователи предлагают следующие подходы к определению понятия «рейтинговая система».

По определению Г.П. Савельевой, рейтинг - это оценка, определение класса или разряда, некоторая численная характеристика какого-либо качественного понятия. В.Н. Рыжов понимает рейтинг как уровень, положение, ранг обучающегося, который он имеет по результатам обучения и контроля знаний.

Рейтинг студента - это интегральная оценка результатов всех видов учебной деятельности студента в высшем учебном заведении. С.В. Филипьева определяет рейтинговую оценку, как сумму баллов, полученную обучающимися за качество выполнения всех контролирующих заданий по конкретной дисциплине, определяющую уровень обученности обучающегося по определенной дисциплине через организованный контроль.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что показателем качества учебных достижений студентов является рейтинговая оценка, выраженная в баллах. Для повышения объективности при оценивании качества знаний обучающихся рекомендуется использовать 100 - бальную шкалу. Таким образом, балльная оценка выступает числовой составляющей рассчитываемого рейтинга обучающегося.

Внедрение рейтинговых технологий в учебный процесс высших учебных заведений является инновационным направлением в современном образовании. Главные задачи рейтинговой системы заключаются в повышении:

- мотивации студентов к освоению образовательных программ путем более высокой дифференциации оценки их учебной работы;
- уровня организации образовательного процесса в высшей школе.

В соответствии с рекомендациями Минобрнауки России при расчете рейтинга студентов целесообразно опираться на структурные элементы учебной дисциплины, которые определены понятием модуля. Также при модульном подходе изучение каждого модуля дисциплины завершается контролем формирования компетенций путем выставления балльных оценок. Следовательно, рейтинговая система сочетается с модульной. В результате можно говорить о модульно-рейтинговой технологии организации учебного процесса.[1]

В настоящее время в связи с решением задач профессионального образования использование модульно-рейтинговой технологии при организации учебного процесса в высшей школе приобретает важное значение. Эта технология позволяет реализовать организацию ритмичной и продуктивной учебной деятельности обучающегося, активизировать самостоятельную работу и самообразование; разрабатывать эффективные системы контроля и оценки успешности продвижения обучающихся в образовательном пространстве. При этом важно отметить, что непрерывный контроль знаний студентов способствует формированию объективной мотивации эффективной учебной деятельности.

При реализации модульно-рейтинговой технологии рекомендуется учитывать следующее:

Модульные программы обучения формируются как совокупность модулей. При определении общей оценки по курсу результаты рейтинга входят в нее с соответствующими весовыми коэффициентами, устанавливаемыми авторами-преподавателями курса.[2]

В модульном обучении оценивается в баллах каждое задание, устанавливаются его рейтинг и сроки выполнения (своевременное выполнение задания тоже оценивается соответствующим количеством баллов) т.е. основной прин-

цип рейтингового контроля - это контроль и оценка качества знаний и умений с учетом систематичности работы обучающихся.

После окончания обучения на основе модульных оценок определяется общая оценка, которая учитывается при определении результатов итогового контроля по предмету.

Обучающиеся могут повысить модульные оценки только в период между сессиями. На экзамене обучающийся может получить дополнительные баллы. Возможность определения уровня подготовки обучаемых подкрепляется разработкой в контролирующей части модуля вопросов, заданий, упражнений с определенным уровнем сложности.

Следует отметить, что в модульном обучении, в отличие от традиционной формы обучения, основной акцент делается на текущий и промежуточный контроль. Каждый из выше названных видов контроля может быть реализован с помощью различных форм.

Опыт подготовки специалистов по направлению Приборостроение показал, что рационально модуль в течение одного семестра подразделить на три учебных блока, каждый из которых заканчивается текущей балльно-рейтинговой аттестацией. Продолжительность блока при 18-ти недельном семестре составляет 6 недель. Следовательно, контрольные мероприятия рекомендуется проводить на 6-ой, 12-ой и 18-ой неделях. На модуль в целом с учетом экзамена (зачета) в одном семестре отводится 100 баллов. Веса блоков в модуле определяются по методике, предложенной кафедрой, ведущей модуль. Обучающийся, набравший в течение семестра по трем блокам 51 балл, считается освоившим пороговый уровень освоения модуля и может быть допущен к экзамену(зачету). Курсовой проект/работа оценивается также по 100 балльной системе с последующим переходом к традиционной оценке. Традиционная оценка присваивается по следующей схеме: менее 51 балла - неудовлетворительно/не зачтено; 52-70 баллов – удовлетворительно/зачтено; 71-85 баллов – хорошо/зачтено; 86-100 баллов –отлично/зачтено.

Литература

1. Столяров А.В. Анализ применения модульной технологии обучения в процессе подготовки специалиста в вузе / А.В. Столяров // Вестник Тамбовского государственного пед-го ун-та. - 2010. Выпуск 12 (92). Серия: Педагогика, С.61 - 65.

2. Юцявичене П.А. Основы модульного обучения / П.А. Юцявичене. – Вильнюс: ИПК нар. хозяйства, 1989. - 67с.

3. Е.П.Семенова Новые технологии разработки рабочих программ учебных дисциплин по ООП Приборостроение ФГОС // Сборник научных трудов по итогам конференции «Педагогика и психология: тенденции и перспективы развития» г.Волгоград-2015.-выпуск II – С.210-211.

М.Р. Сибгатуллин

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЫПУСКНЫМИ РАБОТАМИ СТУДЕНТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Данная работа посвящена разработке информационного системы поддержки для комфортного управления выпускными работами. Целью работы является создание легко масштабируемой системы, способной хранить и отображать выпускные квалификационные работы. Разработка велась на языках JavaScript, HTML и CSS, так же использовался MVC Framework написанный нами на Php7.

Разрабатываемый нами веб-сервис имеет клиент-серверную архитектуру.

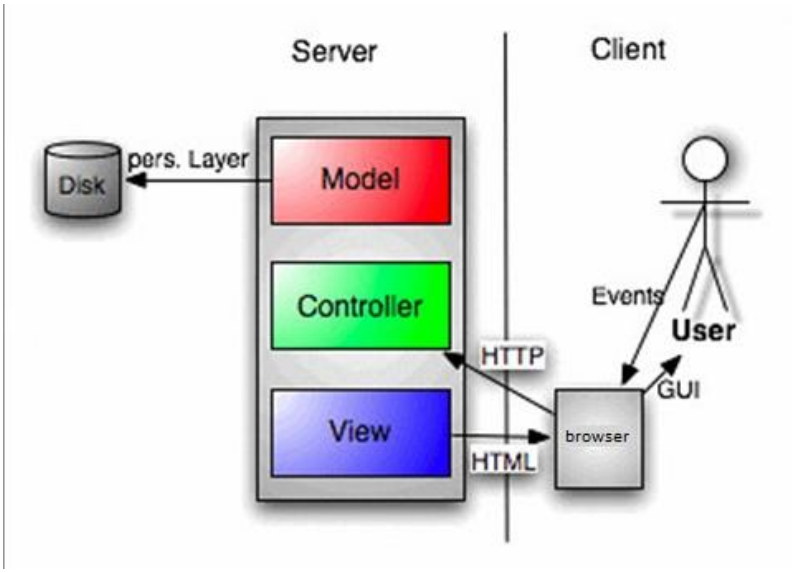


Рис. 1

1. Клиентская часть.

На стороне клиента необходимо:

1. Выводить шаблоны с оформлением.
2. Заполнять шаблоны содержимым.
3. Отправлять запросы на сервер.
4. Хранение локальных данных.
5. Маршрутизация.
6. Подключаться к веб сокету и обрабатывать его события.

Для клиентской части мы использовали HTML, CSS, а также JavaScript. С данной стороны работает интернет браузер, который отправляет http запросы на веб-сервер, в ответ получает HTML и дополнительные активы (CSS, JavaScript).

А браузер в свою очередь формирует веб-страницу на основе полученных данных.

2. Серверная часть.

На серверной стороне необходимо:

1. Маршрутизация.
2. Хранение домашней страницу с файлами стилей.
3. Работа с базой данных и проверка на корректность.
4. Хранение всей базы данных.

В серверной части были задействованы PHP, веб-сервер apache и база данных MySQL.

Данный веб-сайт был реализован на MVC Framework написанном нами на языке Php7.

Model-View-Controller (MVC, «Модель-Представление-Контроллер», «Модель-Вид-Контроллер») — принцип разделения данных из приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных составляющих: модель, представление и контроллер — так, что изменение каждого компонента может осуществляться независимо от других.

Модель (Model) передает данные и откликается на команды контроллера, изменяя начальное состояние.

Представление (View) предоставляет ответ за представление данных модели пользователю, реагируя на изменения модели.

Контроллер (Controller) интерпретирует действия пользователя, извещая модель о необходимости изменений.

На наш взгляд любой фреймворк должен:

- позволять быстро создать веб-сервис с самого начала
- иметь в себе ряд уже реализованных базовых технических решений и инструментов
- содержать разделенный frontend и backend
- отвечать современным требования по коду, технологиям, применяемым техническим решениям и т.п.
- содержать уже в базовой комплектации демо-приложение, на основе которого можно вести свою разработку
- модульность и расширяемость
- иметь в наличие документацию

\Используемый фреймворк соответствует большинству вышестоящих пунктов. Принцип работы MVC фреймворка можно увидеть ниже.

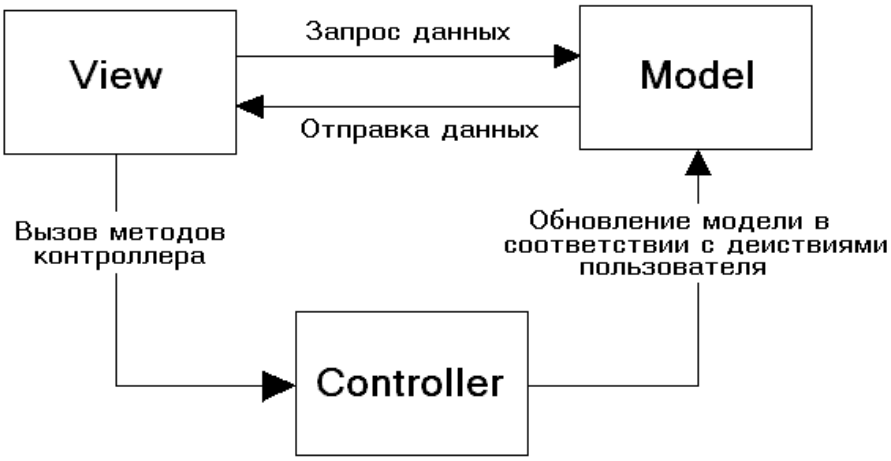


Рис. 2

Наша Модель (Model) предоставляет нам данные и методы работы с ними, именно через Model мы обращаемся к нашей базе данных и идет проверка на корректность. Так же она не имеет никакой зависимости от Controller или View, а просто предоставляет нам доступ к данным и управлению ими.

Представление (View) же предоставляет красивую оболочку пользователю нашего сайта. Отвечает за получения данных из Model и отправляет их пользователю.

Контроллер (Controller) обеспечивает связь между пользователем и системой. Контролирует эту самую связь и использует Model и View для реализации необходимого действия.

Литература

1. PHP 7. В подлиннике Игорь Симдянов, Дмитрий Котеров 2016.
2. PHP документация https://php.net/
3. Илья Кантор «Современный учебник JavaScript» https://javascript.info/
4. Алан Бьюли «Изучаем SQL» (2007)
5. HTML и CSS документация https://htmlbook.ru/

Е.А. Хакимова, О.Г. Старцева

ПОДХОД К ФОРМУЛИРОВАНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ

(БГПУ им. М. Акмуллы)

В 2019 году все ВУЗы переходят на новые федеральные государственные образовательные стандарты 3++, которые подразумевают самостоятельное определение перечня профессиональных компетенций на основе утвержденных профессиональных стандартов и требований работодателей. В рамках этого инновационного подхода для направления подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, реализуемого в БГПУ им.М.Акмуллы, при разработке

новых учебных планов на основе ФГОС [5] для формулирования профессиональных компетенций использовались профессиональные стандарты «Специалист по информационным системам» [3], «Программист» [1], «Разработчик Web и мультимедийных приложений» [2].

Ранее компетенции имели определение, регламентируемое образовательным стандартом и не учитывали отдельные моменты, ведь каждый вуз и каждый преподаватель выбирает свои средства и методы обучения будущих специалистов. Имея жестко сформулированную компетенцию, было достаточно тяжело связать ее с трудовыми действиями в той или иной профессии. Новый подход дает возможности формулирования и дальнейшего формирования компетенций, полностью соответствующих трудовым действиям и функциям будущих профессионалов, что позволяет подготовить «идеального» специалиста.

Рассмотрим подход к определению профессиональных компетенций на примере блока дисциплин, связанных с компьютерной графикой, дизайном, медиатехнологиями.

Для специалистов в области разработки информационных систем и технологий очень важно предоставлять каждому заказчику программный продукт с понятным и вызывающим только положительные эмоции интерфейсом. Единственный способ добиться этого подготовить пользовательский интерфейс, который будет не только эргономичным, но и грамотно сбалансирован в цветовом, световом и «фигурном» контексте. По мимо этого, важен и контент, разработка и редактирование которого зачастую также ложиться на плечи разработчика. И здесь возникает необходимость научить будущих профессионалов создавать не просто видео, анимационные ролики или выполнять обработку изображений с использованием базовых инструментов прикладных программ, но и подготавливать проекты, организовывать взаимодействие с заказчиками и работу над самими проектами, уметь планировать их выполнение и пр.

В прежнем ФГОС направления 09.03.02 [4], профессиональные компетенции, формируемые на дисциплинах связанных с разработкой пользовательских интерфейсов, мультимедиа технологиями, дизайном и пр., звучали следующим образом:

– способность разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные) (ПК-12);

– готовность проводить подготовку документации по менеджменту качества информационных технологий (ПК-17);

– способность проводить сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования (ПК-23);

– способность оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях (ПК-27);

– способность поддерживать работоспособность информационных систем и технологий в заданных функциональных характеристиках и соответствии критериям качества (ПК-32);

– готовность адаптировать приложения к изменяющимся условиям функционирования (ПК-34).

Описанные выше компетенции имели общие определения и формулировки для всех профильных дисциплин, что затрудняло проверку их сформированности в рамках определенной дисциплины и создавало размытые границы. В среднем на дисциплину приходилось около одиннадцати компетенций, что вызывало трудности в проверке их сформированности у студентов. Отведенного на освоение дисциплины времени иногда оказывалось не достаточно. Возникал вопрос в необходимости проверять сформированность одной и той же компетенции на разных дисциплинах. Ответом было сократить компетенции до двух или трех и сосредоточиться на тех, которые можно проверить только на одной конкретной дисциплине.

Из профессионального стандарта «Специалист по информационным системам» [3] за основу взята обобщенная трудовая функции (ОТФ) «Выполнение работ по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы», которая включает следующие трудовые функции: «Определение первоначальных требований заказчика к ИС и возможности их реализации в типовой ИС на этапе предконтрактных работ», «Выявление требований к типовой ИС», «Разработка прототипов ИС на базе типовой ИС», «Создание пользовательской документации к модифицированным элементам типовой ИС», «Обучение пользователей ИС» и другие.

В профессиональном стандарте «Программист» [1] интересна ОТФ «Интеграция программных модулей и компонент и проверка работоспособности выпусков программного продукта», включающая трудовую функцию: «Разработка процедур интеграции программных модулей» и конкретное трудовое действие – «Разработка и документирование программных интерфейсов».

В профессиональном стандарте «Разработчик Web и мультимедийных приложений» [3] была выбрана ОТФ «Выполнение работ по созданию (модификации) и сопровождению информационных ресурсов», соответствующая 5 уровню квалификации. Данная ОТФ включает такие трудовые функции как «Проектирование разделов информационных ресурсов (ИР)», «Установка и настройка прикладного программного обеспечения и модулей», «Разработка процедур интеграции программных модулей» и другие.

На основе анализа выбранных трудовых функций нами была сформулирована профессиональная компетенция «Способность выполнять элементы графического дизайна интерфейсов информационных систем и визуализации данных», которая включает следующее (взято из профессиональных стандартов):

Знать:

–лучшие практики в области графического дизайна и визуализации;

–устройство и функционирование информационных ресурсов;

–современные принципы построения интерфейсов пользователя;

–современные методики тестирования эргономики пользовательских интерфейсов и информационных ресурсов;

–основные требования, предъявляемые к дизайну графических интерфейсов, способам передачи информации в текстовом, графическом, звуковом, видео- и других мультимедийных форматах в зависимости от категории пользователя с учетом возраста и особенностей ограниченных возможностей пользователей.

Уметь:

–применять программные средства проектирования интерфейса;

–осуществлять процесс проектирования интерфейса с учетом существующих правил для предметной области проекта;

–применять инструменты для оценки эффективности и удобности созданного интерфейса, применять полученные данные для оптимизации интерфейса;

–проводить презентации.

Владеть:

–инструментальными средствами разработки информационных ресурсов;

–навыками создания прототипа информационного ресурса;

–методами разработки интерфейса пользователя для ИР с использованием стандартов в области веб-разработки.

Как можно заметить, компетенция, сформированная на основе профессионального стандарта, позволяет оценить именно те знания, умения и навыки, которые будут необходимы специалисту в области графического дизайна и визуализации интерфейсов и создания медиапроектов.

Следует отметить, что каждая дисциплина не ограничивается формированием лишь одной компетенции. В процессе их освоения также формируются и другие компетенции, связанные с разработкой информационных ресурсов, установкой программного обеспечения и пр. Например, наш учебный план содержит следующие профессиональные компетенции (сформулированные аналогичным образом):

ПК-4 Способность организовывать и проводить НИР/ОКР в предметной области для формирования требований и разработки концепции информационной системы или ее части;

ПК-5 Способность разрабатывать прототип ИС на базе типовой ИС и интегрировать ее с существующими ИС заказчика;

ПК-10 Способность управлять данными и информационными ресурсами.

Таким образом, на основе использованного подхода были сформулированы профессиональные компетенции, позволяющие в полной мере оценить их сформированность в рамках технических дисциплин, связанных с графическим дизайном, визуализацией информации и актуализировать их, связав с трудовыми функциями из профессиональных стандартов.

Литература

1. Профессиональный стандарт «Программист» [Электронный ресурс]**:** ПС 06.001 (ред. 12.12.2016г.) – Введ. 2013–18–11.: Режим доступа: Система Гарант

2. Профессиональный стандарт «Разработчик Web и мультимедийных приложений» [Электронный ресурс]**:** ПС 06.035 – Введ. 2017–18–01.: Режим доступа: Система Гарант.

3. Профессиональный стандарт «Специалист по информационным системам» [Электронный ресурс]: ПС 06.017 – Введ. 2014–18–11.: Режим доступа: Система Гарант.

4. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии [Электронный ресурс]: Приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 219 (Рег. Минюсте России 30.03.2015 N 36623).: Режим доступа - http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4/9

5. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии [Электронный ресурс]: Приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 N 926 (Рег. в Минюсте России 12.10.2017 N 48535) .: Режим доступа - http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24/9

Г.А. Шигапова

ГАДЖЕТЫ В ИЗУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

(Казанский авиационно-технический колледж имени П.В. Дементьева)

Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него информационных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуют глобальные информационное пространство. Неотъемлемой и важной частью информатизации общества является информатизация образования. При этом одно из направлений современного этапа информатизации образования связано с использование мобильных технологий для обучения различным предметам [1, 2].

Мобильный телефон – это незаменимый атрибут в жизни любого современного человека. На сегодняшний день подростки не расстаются с этим модным гаджетом. Они используют его не только в качестве средства для осуществления коммуникации с друзьями, близкими людьми, но и в других целях. У современных детей совершенно иной образ жизни. Каждая минута используется ими максимально полезно, ведь вокруг так много новой информации, так много ребятам нужно сделать и многое приходиться делать на ходу. Поэтому мобильный телефон можно считать средством не только для общения, но и для обучения.

Мобильные компьютерные технологии расширяют перечень интерактивного учебного оборудования, реализуют модель интерактивной мультимедийной доски в «миниатюре». Это означает, что данное направление информатизации образования дополняют друг – друга, их совместная разработка способна обогатить как теорию мобильного обучения, так и теорию использования в образовательно процессе интерактивных мультимедийных средств. Существуют множества методов обучения иностранному языку, предполагающих использования интерактивных и компьютерных технологий. Эти технологии обеспечивают высокую информативную ёмкость материала, стимулирование познавательной активности студентов, повышения наглядности на паре, интенсивности его проведения.

Каждый педагог творец своего дела. Каждый раз он придумывает интересные методы, находит полезную информацию, для того чтобы у него урок был насыщенным и полезным для обучающихся. Творчество педагога это, конечно же, поиски оптимальных путей повышения качества образования. А как же найти технологию, которая отвечала бы всем требованиям современного образования? В своей статье решила найти ответы на данные вопросы. Я работаю преподавателем английского языка. И ежегодно к нам поступают подростки с низким уровнем базовой подготовки, познавательной активности, навыками учебной деятельности, отрицательной мотивацией к изучению иностранного языка. Изучение английского языка с помощью мобильных устройств – интересный, легкодоступный и сравнительно новый способ изучения иностранному языку, который набирает популярность [1].

На сегодняшний день практически невозможно представить себе эффективное обучение иностранным языкам без применения инфокоммуникационных технологий (ИКТ). Применение ИКТ на уроках иностранного языка происходит в основном по следующим ключевым направлениям [3]: использование готовых мультимедийных программ как часть учебно-методического комплекса по английскому языку и в качестве самостоятельного средства обучения; демонстрация различных видео- и аудио материалов обучающего характера; использование мобильных приложений для изучения иностранного языка, что дает учащимся больше возможностей для постоянного доступа к учебным материалам.

Живя в современном информационном пространстве, необходимо принимать во внимание, что мобильные устройства представляют собой перспективную площадку для развития нового направления в изучении иностранного языка. В настоящий момент в мире насчитывается около 1,5 миллиарда мобильных телефонов, это в 3 раза больше чем традиционных компьютеров.

В связи с этим, у меня появилась стимулирующая идея заинтересовать студентов к изучению конкретно моей дисциплины. Я начала рассматривать различные мобильные приложения для изучения английского языка и проанализировать возможности их использования учащимися.

Нужно понимать, что мобильные приложения имеют не только свои преимущества, но и недостатки.

Объединим преимущества в несколько групп:

1. Психологический аспект. Основное преимущество изучения английского языка с помощью мобильных приложений, индивидуализация процесса обучения. Самостоятельное изучение иностранного языка дает возможность опираться на сильные стороны студента и максимально совершенствовать слаборазвитые процессы.

2. Методический аспект. Мобильные приложения мотивируют учащихся на изучение английского языка. Для того, чтобы образовательный процесс был интересным и занимательным, разработчики мобильных программ используют такую форму деятельности, как игры. А так же, мобильные приложения настроены на выявления наклонностей и способностей учеников, слабых мест в изученном материале.

3. Технический аспект. Многие телефоны имеют возможность воспроизводить слова, фразы и целые аутентичные тексты. Более того учащиеся могут записать собственную речь, прослушать и сравнить с произношением носителя языка.

Но не нужно забывать, что в процессе работы над проблемой использования мобильных устройств, мы можем иметь и некоторые недостатки: 1. Студент должен овладеть достаточными знаниями по информатике, чтобы не испытывать трудности в процессе обучения. 2. Отсутствие живого диалога и прямого контакта между преподавателем и студентом. 3. Из-за зависимости от многих сторонних факторов, таких как плохие технические характеристики устройства, электромагнитные помехи [3, 4] возможна плохая скорость передачи данных или нарушение функционирование устройства.

Для эксперимента автором проведен традиционный урок в одной группе и не традиционный урок с использованием мобильных приложений в другой. В ходе контрольного этапа работы мною были проведены уроки для двух групп по темам «Мой друг» и «Множественное число существительных». Результат показал, что применения мобильных устройств в рамках учебно-воспитательного процесса позволило повысить активность познавательной деятельности студентов и их уровень усвоения излагаемого материала, а так же развить и укрепить мотивацию изучению иностранного языка. Материал на уроке с применением мобильного приложения усваивался лучше, студенты проявляли особую заинтересованность в изучении темы, лучше решали поставленные перед ними задачи.

Хотелось бы также отметить, что частое обращение к нетрадиционным урокам с применением мобильных устройств нерационально, так как данная форма учебного процесса способна послужить причиной утраты стабильного интереса учащихся к уроку иностранного языка. Кроме того, занятия с применением мобильных приложений содействуют поддержанию работоспособности каждого ученика и снятию усталости. Полученные данные в ходе работы позволяют сделать вывод о необходимости дальнейшего рассмотрения проблемы эффективного использования мобильных приложений, как средства изучения английского языка.

Литература

1. Самохина Н.В. Использование мобильных технологий при обучении английскому языку: развитие традиций и поиск новых методических моделей // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6-3. – С. 591-595.

2. Рець М. С. Современный урок иностранного языка в условиях реализации ФГОС // Молодой ученый. – 2016. – №17.1. – С. 46-50. – URL https://moluch.ru/archive/121/33516/ (дата обращения: 11.05.2019).

3. Пугачева А. А. Комплексное применение игровых и ИКТ-технологий при обучении иностранному языку воспитанников Филиала Нахимовского военно-морского училища (Севастопольского президентского кадетского училища) // Молодой ученый. – 2018. – №24. – С. 320-322. – URL https://moluch.ru/archive/210/51388/ (дата обращения: 11.05.2019).

4. 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.

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.

ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТРАНСГУМАНИЗМ

А.Н. Атяскина

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ОСНОВНЫХ КОНЦЕПТОВ РОМАНТИЧЕСКОЙ МЫСЛИ В XX ВЕКЕ

(Самарский университет)

Деятельность философии в лимитах проблемного поля её мировоззренческих координат в XX веке основывается на экзистенциальной и аксиологической интенциональности, которая гарантирует её актуальность и значимость. Опыт классической философии наглядно свидетельствует, что кризисные тенденции в культуре и историческом пространстве способствуют переоценке традиционных ценностных нормативов, приводя индивида в противоречивый конфликт между собой и действительностью.

Доклад посвящен исследованию динамики основных тенденций и предпосылок к формированию романтического сознания у индивида и его актуализации в культуре.

Кризисный характер прежних представлений об основаниях философии, который был связан с тем, что классические философско-мировоззренческие концепции, утверждающие принципиальную познаваемость мира, осуществление которой возможно только благодаря рациональной рефлексии, провозглашающие культ разума и просветительские идеи прогресса, оказались замкнутыми сами в себе и претендовали на абсолютную истину, приведя к постепенному разочарованию в противоречивых идеалах эпохи Просвещения [5,41 с.]Поиск альтернативных мировоззренческих концепций привел к формированию моделей с иррационалистической интенциональностью, построенных на критике рационалистических абстракций. Феномен романтизма представляет собой одну из форму идеализма, реализуемого в рамках определенных мировоззренческих лимитов, претендующего на создание целостного мировоззрения, рассматриваемого в качестве общекультурного направления. В рамках романтизма картина мира предстает как целостность, состоящая из фрагментов [10, 100 с.]. Бытие, понятое в качестве фрагмента, рассматривается в работах многих романтических авторов, в результате жизнь человека становится книгой, где каждое бытие фрагментарно. Однако сам для себя человек является непознаваемой вселенной, фрагментом, в котором заключена вечность с ее прошлым и будущим. Противоречия между реальным и идеальным миром переводятся в глубины сознания, становясь романтическим конфликтом.

В философии и культуре XX века, исходя из опыта «европейского нигилизма» и «смерти бога», мы наблюдаем предпосылки: 1) к разрыву традиционного восприятия действительности онтологического порядка; 2) к восприятию изменчивости культуры и человека. В XX веке противопоставление индивидуального всеобщему [9, 19 с.] находит свое выражение в тематизации проблемы Другого и дихотомии «свой/чужой» [9, 125 с.], в связи с нацеленностью философии на поиск способа выражения единичности и инаковости, и с изменением понимания рациональности и субъекта. При формировании подобных границ неизбежно возникает оппозиция «внутреннего» и «внешнего» пространства, «потустороннего» и «посюстороннего», но уже не в качестве религиозно-мистического аспекта, а как построение границ, которые можно переступать [6, 159 с.]. Дихотомия «свой/чужой» переплетается с такими основными бинарными оппозициями романтизма как порядок и хаос, ночное и дневное познание. Данный конфликт в романтизме разрешается посредством эстетизации действительности и понимания романтика в качестве творца. «Чужесть» интерпретируется как тотальная альтернатива привычному, «посюстороннему» и «дневному», позволяя создавать новые смыслы. Главной угрозой готовности Я к любой изменчивости становится отчуждение и тревога, чувство ностальгии по стремлению Я принадлежать чему-то. Данная проблематика рассматривалась во многих теориях–катастрофах как в религиозных, как и в социологических аспектах [14]. Важным в этих концепциях является указание на значимость искусства, принявшего на себя некоторые функции религии и, по сути, ставшим для нас «новой единственной религией после вести о смерти Бога» [12, 53 с.]. Сформировавшейся еще в конце XVIII века романтический конфликт идеала и действительности разрешается с помощью аксиологических ценностей, выступающих как средство восстановления «распадающейся тотальности жизни эстетическим модерном» [14, 14 с.]. Данный конфликт в романтизме связан с попытками прийти к новому мировоззрению и идеалам, с помощью ухода в мир альтернативного («ночного», эстетического) познания.

В XX веке мы уже говорим об «эстетизации реальности», во многом связанной с потерей метафизического бытия, понятого лишь в качестве интерпретации. Все, включая саму реальность, воспринимется как средство для эстетического переживания, ибо наши интерпретации по-разному определяют саму объективность. Помимо эстетизации действительности, актуальной проблемой становится тема человеческого существования. Главным тезисом становится предположение что окружающий мир – это мир человека, а он сам активно вовлечен в процесс создания идей и ценностей своего существования. Человек снова становится подлинным субъектом и несет ответственность за свою жизнь [15]. В ситуации выбора, человек заключен в ловушку собственной свободы, в которой все доступные ему позиции могут быть истинными и ложными для его индивидуального опыта. В связи с этим человек обречен постоянно принимать решения и нести ответственность за свою жизнь, конфликтуя при этом и с самой действительностью и со своей ценностной системой, и именно поэтому человек «обречен быть свободным» [11, 256 с.]. Здесь появляется феномен чело-

веческой воли, как единственного фактора на который может рассчитывать человек. Воля в качестве аксиологической категории появляется уже в романтизме, в качестве противопоставления и протеста против рационализации жизни. В экзистенциальной философии воля сохраняет свои атрибутивные свойства, но меняет коннотативное значение. Основные романтические антитезы, реализуемые в философских и художественных текстах, актуализируются за счет конфликтообразующих оппозициях «жизни» и «смерти», включая в себя экзистенциальную проблематику и эскапическую интенцию. Основополагающим элементом романтического творчества является создание обобщающих мифосимволов, построения собственной мифологии и упор в таинственно-мистические аспекты бытия [13, 241 с.]. Американская литература занимает особое место в романтической традиции не только за счет свойственных романтизму бинарных оппозициях «жизни» и «смерти», «дня» и «ночи», поту- и посюстороннего, актуализированных в творчестве американских авторов, но и благодаря созданию особого жанра «horror». Основным жанровым атрибутом, создающим интенциональность всего творчества авторов становится создание некого виртуального мира, заключающего в себе «ужас души» [1, 279 с.]. Разделяя бытие на ужасное действительное и ужасное идеальное, человек осознает, что эскапизм, ставший панацеей от проблемы несоответствия действительности и воображаемого, не способен разрешить данный конфликт. Не бытие мыслится через атрибуты смерти и принятие собственной конечности, а смерть становится главной альтернативой хаоса бытия. Писателями - романтиками были озвучены основные для американской литературы элементы «страшных рассказов», а именно трагичность одиночества и метампсихоз, что и является свидетельством ощущения смертельного ужаса, противопоставления природы и потустороннего зла, которые в основе содержат дьявольскую силу. Погружая человека в мир безумия и кошмара, американские авторы акцентирует в своем творчестве именно катарсическую функцию искусства. Они предлагают не утешение, а рефлексию и переосмысление самого мироздания и трагизма человеческого бытия [8, 647 с.].

Литература

1. Бахтин М. М. Вопросы литературы и эстетики. М.: Худож. лит., 1975. - С. 234-407

2. Берковский Н.Я. Литературная теория немецкого романтизма. Документы. -СПб.: Издательство писателей в Ленинграде, 1934. - 329 с.

3. Вальденфельс Б. Ответ чужому: основные черты респонзивной феноменологии. - Минск: Пропилеи, 1999. - 176 с.

4. Гагарин А.С. Проблема интенциональности в философской антропологии // Научный ежегодник Института философии и права Уральского отделения Российской академии наук. 2008. Вып. 8. - С. 69-76.

5. Гартман Н. К основоположнию онтологии. - СПб.: Наука, 2003. - 640 с.

6. Гуссерль Э. Картезианские медитации // Собрание сочинений в 4 тт. - М.: Издательский дом «Территория будущего», 2005, Т.4. - 464 с.

7. Козлов А.С. Мифологическое направление в литературоведении США. - М.: Прогресс, 1984. - с. 85

8. Лавкрафт Г.Ф. Ужас и сверхъестественное в литературе // Лавкрафт Г.Ф. Хребты безумия. - М.: АСТ, 2006. - 731 с.

9. Маймин Е.А. О русском романтизме. – М.: Просвещение, 1975. - 19 с.

10. Новалис. Фрагменты / Новалис // Литературные манифесты западноевропейских романтиков. - М.: Изд-во МГУ, 1980. - 639 с.

11. Сартр Ж-П. Бытие и ничто. - М.: АСТ, 2009. - 914 с.

12. Сидоров А.М. «Эстетический поворот» от Канта и романтизма к современной философии // Анализ соотношения современной философии искусства и художественных практик, - М.: Научные кадры инновационной России ГК№П579, 2010. - 53 с.

13. Толмачев В. М. От романтизма к романтизму. - М.: Филологический факультет МГУ, 1997. С. 334.

14. Хабермас Ю. Философский дискурс о модерне. - М.: Весь Мир, 2003. - 416 с.

15. Хайдеггер, М. Бытие и время. Пер. с нем. В.В. Бибихина. - Харьков: Фолио, 2003. - 503 с.

16. Хоркхаймер М., Адорно Т.В. Диалектика Просвещения. Философские фрагменты. - СПб.: Медиум, Ювента, 1997. - С. 466-487.

17. Шеллинг Ф.В.Й. Система трансцендентального идеализма // Соч.: В 2 т. - М.: Мысль, 1987, Т. 1. - 637 с.

18. Шеллинг Ф. В. Й. Философия искусства. - М.: Мысль, 1999. - 608 с.

А.Э. Бахметьев

ОНТОГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ ИНТУИТИВНОГО ПОЗНАНИЯ

(Самарский университет)

Проблемный статус человеческого существования декларирует разные уровни познавательной активности. В области философии выделяются два уровня познания: интуитивный и рациональный (на что указывает Н. Гартман и Б. Кроче). Интересным образом устроен интуитивный уровень познания, являющийся формой схватывания существующего. Ибо говоря словами немецкого философа Н. Гартмана: «мир существует как сущее, лишь поскольку он познается» [1, С.103]. Особняком стоит вопрос об онтогносеологических границах интуитивного познания.

В истории философии существует множество взглядов в контексте интерпретации интуиции. Я буду отталкиваться от интерпретации интуиции с позиции объективистской философии, а именно интуиция есть форма схватывания существующего. Объективизм – это философское направление, отстаивающее тезис о том, что «мир состоит из вещей, существующих независимо от того, познает или не познает их какое-либо сознание. Они могут становиться

предметами познания, но становясь таковыми, они не претерпевают никаких изменений в своем существе и познаются именно такими, каковы они суть сами по себе» [1, С.23]. А познаются они благодаря интуиции. Вспоминаются слова И.Д. Левина: «Гармония между мышлением и сущим, между их законами, между математическими конструкциями и поведением физических объектов… эти законы и принципы даны нам в интуиции, так же как вещи даны чувствам - и столь же, а может быть еще в большей степени, независимы от нас» [3, С.94]. Основой объективизма является фундаментальный монизм, единство мира и языка, бытия и мышления. К данному направлению можно отнести концепцию критической онтологии немецкого философа Н. Гартмана, а также концепцию объективистской эпистемологии американской писательницы и философа Айн Рэнд. Таким образом, в моем докладе будет представлены онтогносеологические границы интуитивного познания, так как интуиция является объединяющим онтологию и гносеологию элементом.

Интуиция «с полным правом является формой схватывания (познания)» [1, С.508]. По мысли Гартмана, интуиция есть «модус познания, т.е. некое «схватывание», трансцендентный акт» [1, С.514]. Он выделяет два интуитивных фактора: стигматичность и конспективность. Стигматичность есть подобие апостериорного познания: она находится в низшей плоскости наблюдаемого. Этот вид интуиции не нуждается в каких-либо символах. Эта разновидность интуиции есть созерцание целого, комплекса и базиса. Стигматичность наименее схватывает связи и отношения между комплексами объектов. Конспективность рассматривается более масштабно. Гартман считает, что она есть «априорное понимание (Begreifen) идеальных отношений и зависимостей, связей и закономерностей как обусловленного, так и обусловливающего в идеальном бытии» [2, С.102]. Эта особенность интуиции включает чистое (логическое) мышление, но она не сводится к нему. Она не имеет четко заданного направления и проявляется в том, что охватывает разносторонние отношения, связывая одновременно анализ с синтезом, а индукцию с дедукцией. Конспективность действует и в вертикальном, и горизонтальном направлении. Это означает, что она действует как в противоположности частного и общего, так и в многообразии связей различных структур. Огромное значение для этого вида интуиции имеет связь ее с законами идеального бытия, которые, по Гартману, есть законы чистого мышления, то есть существует внеопытный источник всеобщего достоверного знания.

Эпистемологическая концепция американского философа Айн Рэнд аналогичным образом носит объективистский характер. Объективизм, по мысли Айн Рэнд, «философия жизни на земле». Ее целью было создание философского направления, объединяющее в свой ценностный инструментарий тезис о том, что разум, индивидуализм и мораль разумного эгоизма представляют собой неотъемлемые средства достижения процветания и счастья в этом мире. Познание – «есть процесс понимания, оно есть не пассивное, но активное состояние, состоящее из двух значимых частей: дифференциации и интегрирования» [4, С.14]. Данные процессы познания направлены на появления понятий. Объекти-

визм Айн Рэнд проявляется в том, что объективно существует одна реальность, выраженная в понятиях. Последние, в свою очередь, есть мыслительная интеграция двух и более единиц, которые изолированы в соответствии с существенными признаками и объединены указанным понятием». В объективистской концепции Айн Рэнд объективно-существующая реальность является Абсолютом, выраженная в понятии. Понятия есть «продукты особого рода отношения между ними (субъектом и объектом)» [4, С.145].

Интуиция в объективистской философии является переходом между ощущениями, восприятием и интеллектом. Интуиция, работая с опытом, непосредственно опирается на исходные положения, а именно на аксиомы. Это связано с тем, что объективизм отстаивает тезис о том, что объективная реальность (объект) существует независимо от воспринимающего субъекта. Однако интуиция работает не только с реальным опытом, но и потенциальным.

О данном аспекте рассуждал И.Д. Левин. Согласно его теории, интуиция, являясь предикативным познанием, обеспечивает содержательность математики и логики, и их формализованность. Интуитивное знание как системообразующая ступень познания включается в себя и объединяет в себе два необходимых признака реального знания: содержательность и достоверность, то есть это говорит о том, что интуиция – это «огромный заряд знания, сосредоточенный в одной точке» [3, С.55]. В этой точке сосредоточена вся полнота знания, вся его абсолютность.

В концепции Левина существует различие между интуитивностью и интуибельностью. В интуибельности мы не можем представить целостно и точно объект нашей идеации. В интуибельности мы не состоянии убедиться в истинности того или иного результата. К примеру, мы не можем точно представить большое число, чтобы впоследствии оно не нуждалось в опытной проверке. Через интуитивное же мы можем имагинировать объект и имагинировать во всей его целостности. Это говорит о том, что интуитивное знание может существовать и без интеллектуального, но вот интеллектуальное без интуитивного нет. Так как интуиция является начальным этапом в познании, то она тем самым задает дальнейшее развитие рефлексии.

Принимая во внимание учение Мальбранша о разновидностях интуиции, следует придать этому факту сознания системный статус. С гносеологической точки зрения основание познания заключает в себе указания на неотъемлемые факторы действительного познания. Именно основания, на которые опирается суждение, распадаются на четыре типа истинности, в каждом из которых истина предстает в разном качестве: 1)металогическая истинность; 2)логическая истинность; 3)эмпирическая истинность; 4)трансцендентальная истинность. Ими исчерпывается познаваемое в составе опыта. Это по сути своей рамки, в которых существует и работает интуиция.

Опираясь на вышеуказанные мною концепции можно сделать вывод о том, что интуиция есть форма схватывания существующего (реально и перспективно). Она осуществляется в различных типах истинности, но на разных гносеологических основаниях, сводимых к левинской оппозиции интуибельно-

сти и интуитивности. Оппозиция стигматичности и конспективности, формулируемая в критической онтологии Н. Гартмана, указывает на предметный аспект содержания. Наличие двух пар оппозиций позволяет построить на основе синтеза категорий и атрибутов интуиции модель, раскрывающую базовые прецеденты единства бытия и мышления в месте предметного опосредствования. Между четырьмя модельными прецедентами и классическими «типами истинности» существует отношение взаимно-однозначного соответствия.

В онтологии граница находится на уровне стигматичности и конспективности. В гносеологии – в оппозиции интуитивного и интуибельного. Гносеологическая граница связана с неспособностью в непосредственной интуиции увидеть необходимость в слишком сложных идеальных образованиях, где обычная подмога наглядной представимости отказывает, кратковременностью и малообъемностью («точечности) наших интуиций, которые сразу же уступают место рефлексии, а также с неспособностью сразу составить адекватное понятие о слишком сложном идеальном (а тем более quasi-идеальном) предмете, т.е. в слабости.

Литература:

1. Гартман Н. К основоположению онтологии. – М.: Наука, 2003. – 640с.
2. Горнштейн Т.Н., Философия Николая Гартмана (Критический анализ основных проблем онтологии). – М.: Наука, 1969. – 282 с.
3. Левин И. Д. Сочинения. Том I. – Москва: Радикс, 1994. – 408с.
4. Рэнд А. Введение в объективистскую эпистемологию. – М.: Астрель, 2012. – 351с.

Е.Д. Богатырева

СОВРЕМЕННОЕ ИСКУССТВО: ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ

(Самарский университет)

Интеграция современного искусства в российскую культуру в 90-е и нулевые отвечала общественно-политическому курсу страны, но вместе с тем имела свои ограничения места и времени, с которыми полезно разобраться. Идея нового искусства, ориентированного на международный опыт, определяющего себя как «современное», провозглашалось в стране, где продолжал работать режим партикулярного сознания. Художник 90-х двигался на ощупь, не имея перед собой ещё всей исторической перспективы, которая только сегодня может быть более-менее полно распознана. Для него, безусловно, актуальна память мифического андеграунда, ритуальных форм жизни и общения, типичных для неформальных сообществ, именно по такому неформальному типу, за счёт межличностных связей и взаимодействия организуются первые институции современного искусства в новой России. Художественная практика здесь носила не только профессиональный, но и социальный, и этический характер.

Поскольку деятельность нонконформистов, которые продолжали работать и в 90-е, и в нулевые, давала отчасти живую связь исторических изменений в области искусства, но сама по себе не гарантировала сообщение художника с той новой жизнью, которая заявляла о себе вокруг, молодые художники 90-х, наследуя проблематику нонконформизма и опыт концептуального сдвига, распространяли сам жест противостояния на область всего культурного творчества, осуществляя революционный выход к массовому зрителю. Российские художники 90-х оказались между Сциллой нонконформистской веры в формальное и содержательное обновление искусства, и Харибдой нового социально-политического ангажемента, что переживалось достаточно остро. Кризис советской системы искусства можно оценивать как кризис модернистской идеи, удар по которой нанесли нонконформисты, когда отменили оппозицию академического и новаторского искусства, но миру российского искусства предстояло справиться с оппозицией массового и элитарного, расширить понятие китча, включив в него профессиональные штудии, уточнить территорию коммерческого дизайна.

Болезненным открытием 90-х годов явилось то, что вхождение в мировой контекст оказалось уделом одиночек, его опыт ещё предстояло до конца открыть. Новые медиа оказались здесь особенно востребованы, художественные эксперименты довольно быстро начали связываться с распространением новых технологий, которые сначала воспринимались как знаки изменения общества и революционного переворота в искусстве. Дискуссии о современном искусстве довольно востребованы в общественно-политическом устройстве рыночной экономики, к которой в России устанавливалось неоднозначное отношение. Здесь рынок опознавался и как знак перемен, и как до конца не распознаваемая угроза русской культуре в целом, так что могли делаться довольно радикальные выводы, задавая широкое и довольно неопределённое поле противостояния.

Попытки вхождения российского искусства в мировое сообщество и извлекаемые отсюда уроки позволяли, тем не менее, понять, что ответ на вопрос, что такое искусство, первичен для ответа на вопрос, а что такое живопись, музыка, литература и прочие его виды, сам ответ не может быть сведён к предъявлению формального образца и обозначению какой-то единой в своём «мировом» определении культурной функции искусства, какой бы «пользой» и «эстетикой» она не определялась. Развиваемые в России практики, заимствуя язык новомодных теорий, многое что оставляли в стороне из того опыта, из которого сами росли и который требовал не только осмысления, но и более глубинного его преодоления. А в этот опыт входил и партикуляризм соцреализма, который, усвоив левые идеи, направил их против них самих там, где потребовалось уточнить картинку будущего, чтобы она была понятной массам в отдельно взятой стране. И советский академизм, который далеко не всегда различал связь постулируемого им художественного канона и поддерживающей его общественно-политической конъюнктуры.

Современное искусство в регионах создавалось отдельными героями, которые достаточно быстро эволюционировали в сторону contemporary art. Ника-

кой другой институциональной прописки, кроме активизма, новое искусство здесь не имело. Художники начинали с того, что предложили зрителю новый формат международной по своему запросу коммуникации, зачастую проводя свои выставочные акции на открытых площадках, а не в стенах музеев. Они настраивались уже как площадки не только для экспонирования, но и для коммуникации с широкой и далеко неприготовленной публикой. Прорыв сделали и выходы на ничейные земли, территории, где, собственно, и ковалось новое искусство. Именно на таких новых «территориях искусства» начинали работать в Самаре Международная Ширяевская биеннале (с 1997 года и по сей день), выставочные проекты на остановках общественного транспорта «Экология восприятия» (1998-1999, 2008-2009), фестиваль визуальных искусств «Правый берег» (проходил в режиме биеннале с 2002 по 2012 гг.), ежегодный фестиваль «Улица как музей, музей как улица» (с 2010 года), проект «Волга. Ноль», впоследствии собравший региональную арт-сцену (2015-2017). Иногда это казалось самоубийством, либо опознавалось какой-то нелепой выходкой, критики всегда находились как в лице старого Союза художников, Академии художеств, так и в лице новых российских союзов и воспитанных на других канонах зрителей. Новая волна искусства довольно быстро поставила под вопрос институции, которые не смогли наладить сообщения с глобальным миром и которые до сих пор остаются здесь, скорее, какими-то рудиментами прошлого, симулируя открытость новому. Вопрос, насколько ГЦСИ удалось решить проблему интеграции российского искусства в мировой контекст, хотя трудно отрицать, что образование этой институции, кроме наглядного оповещения российского жителя о новом искусстве и вести политических перемен отчасти отвечала осмыслению нового состава его опыта, который до сих пор открыт проявлению своей структуры. Избранная здесь стратегия культурного противостояния претендовала предъявить зону свободного самоопределения художника и транслируемого им нового опыта искусства. Это направление отчасти смыкалось с попытками найти предшественников нового искусства и в региональной истории искусства. К примеру, в 2012 году в Самаре на территории краеведческого музея прошла выставка «Течения. Самарский авангард 1960 - 2012». Показательно то, что интерес к такой истории сегодня отличает претензия мыслить региональное современное искусство в контексте мирового опыта, а не отдельно взятой страны. Насколько она оправдана? Своим возникновением мир российского современного искусства отвечал задаче вписать деятельность художника в новые обстоятельства его мировой жизни, что оказалось невозможно без обнуления его «исторической территории», либо обозначения таковой в новых настройках довольно противоречивой и не всегда последовательной политики. Опыт нового искусства открывается как противоречивая и пограничная для русской культуры ситуация, которая ищет возможность различения национального идентификатора нового через постулат общих условий его мирового производства. Экзистенциальный запрос на искусство здесь ярко выражен, он стоит за любыми инициативами в сфере художественной, шире - культурной жизни, какой бы вектор движения здесь не предлагался – обращение к традиции и стимуляция её

«упущенных» возможностей, заявление нового опыта, разрывающего все свои исторические связи, - всё это предопределило живое и спорящее российское арт-сообщество, в которое всегда приходили те, кто нашёл для себя здесь план поиска, касающегося начал его собственной жизни. Можно сказать, что новый опыт искусства, таким образом, конструируется в задании всё ещё «единой», но уже парадоксально выступающей историчности, опознаваемой пессимистично в переходах между тем, что ещё не было и тем, что уже не произойдёт.

Насаждение новых форматов современного искусства в фокусе его постсоветской истории, предъявляемой через странность утверждения «невозможности искусства», стало, безусловно, одним из способов ответа на проблему вхождения российского художника в систему глобальной экономики. Современная теория не может не смотреть на искусство как сегмент неолиберальной экономики, которая раскрывает «истину» его предмета через соотнесение множественного и разветвлённого праксиса. Произведение обретает как бы двойную политическую прописку, предъявляющую его ценность и в качестве нейтрального актора рыночного обмена, и как утверждения перспективы частной собственности, остаточной близости утрачиваемого «произведения» (коллекционирование здесь самый наглядный пример). Рассеяние образов искусства по множеству новых мест - участков глобальной памяти - актуализирует способы его движения ещё и как формы освоения мира, равно как и подрыва автономии собственного занятия. Деконструкция новых медиа, через которые происходит сообразование современной жизни, находит свою поддержку у современного художника, представая в качестве необходимого для нового критического состояния искусства предприятия, которое, в свою очередь, ставит под вопрос его очередную теоретическую экспликацию. «Мир искусства», опознанный Данто и который пытается воспроизвести отечественный истеблишмент от contemporary art, открывается здесь как место сборки и опыт образования новых, назовём их «глобально-экзистенциальных», фокусов мышления, заставляющих обращаться к художественной конкретике с точки зрения проявления новых информационных контекстов и политических вызовов, на которые она отвечает.

Литература

1. Анатомия художественной среды. Локальные среды. Локальные опыты и практики. Сборник статей. Самара: ООО «Медиа-Книга», 2015.
2. Улица как музей – музей как улица: международный фестиваль современного искусства. Самара: Книга, 2011.
3. Ширяевская биеннале. Среднерусский дзен. Каталог выставки. Самара: ООО «Книжное издательство», 2018.

Д.С. Богданов

ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ В КИБЕРНЕТИКЕ

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

Термин «кибернетика» был введен Н. Винером в ходе технической интерпретации трудов Платона [1]. С самого своего появления кибернетика была тесно сопряжена с решением тех задач, которые на предшествующих этапах развития техники не возникали. Помочь в решении такой задачи могли лишь абстрактные науки, такие как математика, и науки, аккумулирующие научное знание вне зависимости от его области происхождения или области применения, такие как философия.

В качестве практической задачи, решаемой инструментами кибернетики, может быть рассмотрена задача компенсации оптических аберраций, возникающих в бортовом оптико-электронном преобразователе космического аппарата с многоматричной структурой фотоприемника.

Одной из главных предпосылок к возникновению данной задачи явилась возможность и необходимость освоения космического пространства. С одной стороны космическое пространство дает возможности, широко освещенные в литературе [2]:

– возможность получения несравнимо большего количества солнечной энергии;
– решение проблемы перенаселения на Земле;
– возможность переселения в случае непригодности Земли для жизни.

С другой стороны существуют возможности, связанные не столько с самим космическим пространством, сколько с воздействием из космоса на Землю и объекты на ее поверхности:

– возможность создания оружия межконтинентальной дальности и практически мгновенного поражения;
– возможность безопасного наблюдения за любой точкой поверхности Земли;
– возможность создания систем навигации и связи;
– возможность поиска полезных ископаемых, недоступных для разведки средствами авиации;
– возможность предсказания чрезвычайных ситуаций природного характера и многие другие возможности.

При оценке потенциальной пользы освоения космического пространства не следует замалчивать возможности, связанные с применением военной силы. В связи с механизацией и автоматизацией труда возникают проблема распределения высвободившегося времени, ранее заполненного «трудом по принуждению», а также проблема перепроизводства [3]. Обе проблемы в отсутствие

научно обоснованной системы управления решает война. Именно кибернетика – наука об общих закономерностях управления системами – решает подобные проблемы бескровным путем.

Задача компенсации оптических аберраций возникает из использования возможности наблюдения за поверхностью Земли. Техническая реализация средств наблюдения должна учитывать все особенности функционирования в космическом пространстве.

Значительное удаление (сотни километров) от объекта съемки и высокая скорость движения (~ 8 км/с) приводят к необходимости использования фотоприемников большой площади, т.к. световой поток на таком расстоянии очень мал, а скорость движения не позволяет устанавливать большое время выдержки. В свою очередь, большой размер фотоприемника (в данном случае – массива фотоматриц относительно небольшого размера) делает деформации конструктивных элементов значительными относительно фокусного расстояния. Борьба с аберрациями, возникающими в результате деформации (в т.ч. – тепловой), ведется по нескольким направлениям, одно из которых – компенсация при помощи оптической системы.

Таким образом, решение задачи получения изображения любой точки земной поверхности приводит к возникновению новых задач и необходимости их решения.

По сравнению с обычным оптикоэлектронным преобразователем, обладающим относительно небольшим размером фотоприемника оптикоэлектронный преобразователь для наблюдения с околоземной орбиты обладает более сложной структурой. Если для одного небольшого фотоприемника его смещение относительно фокальной плоскости объектива можно парировать применением специальных материалов конструкции, практически не меняющих свои размеры при нагревании, то в случае с массивом фотоприемников такой способ теряет эффективность.

Появляется проблема различия поведения системы с одним рабочим элементом и поведения сложной системы со множеством элементов.

Для решения данной проблемы необходимо:

1) Понять принцип, лежащий в основе происходящих в системе процессов.
2) Определить, какая именно часть процессов ведет к неудовлетворительному функционированию системы.
3) Найти возможные способы воздействия на систему, влияющие на ее поведение.
4) Вывести воздействие, которое необходимо приложить к системе, чтобы ее функционирование стало удовлетворительным.

По завершении теоретического решения проблемы необходимо экспериментально подтвердить правильность такого решения и сформировать конструкцию компенсирующего модуля, при использовании которого система будет давать удовлетворительные результаты.

В целом задача возникает из естественного [4] стремления к переходу от приспособления к возникшим условиям (применение менее чувствительных к

негативному эффекту материалов, борьба с последствиями явления программной обработкой результатов работы оптико-электронного преобразователя и т.д.) к активному воздействию на возникшие условия – изменению системы в соответствии с поставленной целью.

Философская составляющая технической задачи не всегда очевидна (как и в случае с задачей компенсации оптических аберраций). Тем не менее, решение данной задачи прекрасно вписывается в процесс расширения т.н. «третьего мира» – общего научного знания [5].

Как сугубо прикладная проблема компенсации оптических аберраций, так и общие проблемы теории систем содержат одну и ту же очевидную составляющую из области гносеологии: необходимость обогащения теоретических изысканий практическим опытом.

Каждое применение на практике теоретического знания немного расширяет само теоретическое знание. Многие из принципов, высказанных Н. Винером в 1948 г. [6], активно используются в новейшей электронной технике в XXI в. Сами же эти принципы появились в результате попыток практического применения изначально казавшейся вполне законченной тектологической теории.

Решение поставленной технической задачи неизбежно приводит к расширению сразу нескольких областей философского знания.

Праксиология (как наука, затрагивающая способы рациональной организации деятельности) оказывается под влиянием процесса конструирования компенсирующего модуля и получает новый пример способа рациональной организации системы, учитывающего взаимодействие с другой системой более высокого уровня.

Решение задачи применения на практике известного теоретического закона и конструирования сложного электронного устройства в каждом конкретном случае приводит к появлению исключений из этого закона, которые вследствие последующего анализа входят в состав этого закона, дополняя его. Помимо расширения той области знания, к которой относился теоретический закон, это также дает новый практический пример для логики, аналогичным способом совершенствующий саму логику.

Процесс возникновения новых практических примеров для праксиологии и логики сам по себе может служить предметом для изучения со стороны гносеологии (как науки, связывающей априорное и апостериорное знание), развивая последнюю.

Наименее очевидным является развитие диаклектики в области системного подхода к решению проблем. Однако в случае значительного вклада решения практической технической задачи в перечисленные области философского знания это также может повлечь дополнение диалектики новыми результатами практического опыта.

При этом не следует забывать, что вклад решения одной технической задачи в каждую из областей философского знания может быть очень мал и создавать ощущение полного отсутствия такого вклада. Тем не менее, этот вклад

присутствует и суммарно с результатами решения других технических задач приводит к развитию философского знания.

Литература

1. Платон Диалоги, пер. С.Я. Шейнман-Тонштейн, ред. А.Ф. Лосев – М.: Мысль, 1986. 607 с.

2. Циолковский К.Э. Цели звездоплавания – г.Запорожье, Украина: Центр информационной безопасности, 2013. 75с.

3. Юнгер Ф.Г. Совершенство техники, пер. И.П. Стреблова, ред. Т.В. Глушенкова – С.-Пб.: Владимир Даль, 2012. 560 с.

4. Дессауэр Ф. Спор о технике, пер.А.Ю. Нестеров, ред. А.И. Демина – Самара: Издательство Самарской гуманитарной академии, 2017. 266 с.

5. Поппер К.Р. Объективное знание. Эволюционный подход, отв. ред. В.Н. Садовский – М.: Эдиториал УРСС, 2002. 384 с.

6. Wiener N. Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine – г.Кэмбридж, Массачусеттс, США: Издательство Массачусеттского Технологического Института (MIT). 1985. 212 с.

Ю.В. Гатен

О ПРОБЛЕМЕ ИЗУЧЕНИЯ ДОВЕРИЯ ЧЕЛОВЕКА К ТЕХНИКЕ В СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

(Самарский университет)

Проблема доверия в социотехнических системах, в частности к технике, до недавнего времени, не была объектом социально-психологических исследований. Возрастание возможностей современных технических систем, все более широкое применение разработок искусственного интеллекта, тенденция замещения техническими средствами трудовых функций приводит к изменению во взаимодействии человека и техники. Усложнение техники, ее способность брать на себя многие функции, которые ранее выполнял человек, приводит к тому, что человек начинает воспринимать технику как «умную», способную выручать в трудных неопределенных ситуациях, вследствие чего возникает перенос отношений между людьми на отношение к технике [1]. Так, многие пользователи наделяют компьютеры, автомобили и другие сложные технические устройства, обладающие искусственным интеллектом человеческими чертами, ощущают близость и единство с ними.

Проблеме правомерности использования понятия «доверия» по отношению к неодушевленным предметам посвящено исследование А.Б. Купрейченко. Она отмечает, что если неодушевленные предметы выполняют некоторые функции в жизни людей в соответствии с человеческим замыслом, использование этого термина является уместным [2]. Доверие технике - это доверие или недоверие труду людей, стоящих за созданием техники и ее эксплуатацией: к

знаниям разработчиков технического устройства, точности действий конструкторов, опыту наладчиков, ремонтников, а также доверие к себе как к профессионалу и пользователю техникой.

А.А. Обознов и А.Ю. Акимова определяют доверие к технике как специфическое психологическое отношение человека к технической системе в целом и к отдельным ее составляющим, включающее ожидание от техники компетентных и безопасных для субъекта действий по выполнению задания, позитивной оценки технической системы и ее компонентов, а также готовность к выполнению субъектом необходимых действий по управлению техникой в неопределенных условиях и к делегированию возможных в данных условиях функций выполнения задачи компонентам технической системы [3].

Анализируя современные исследования феномена доверия в целом, Е.А. Шатунова полагает, что доверие к техническим системам и объектам является особой формой веры, в основе которой лежит акт отношения и установки [4]. По мнению зарубежных исследователей Дж. Ли, Н. Морей как люди, так и сложные технические системы в определенных ситуациях могут вести себя непредсказуемо, поэтому взаимодействие с ними невозможно без ожидания того, что эти люди или системы окажутся «хорошими» [5].

Большинство исследователей приходит к выводу, что проблема доверия человека к технике возникает, когда человек взаимодействует с ней в ситуации неопределенности, сложности и динамичности условий среды. Доверие к технике, как и любое психологическое отношение человека, включает представления, ожидания, эмоциональные оценки и готовность к определенному поведению человека. В связи с этим представляется важным изучение понятия доверия в контексте профессиональной деятельности работников, взаимодействующих с различными категориями техники.

Несмотря на имеющиеся социально-психологические исследования, посвященные вопросам сущности, структуры, факторов и условий возникновения доверия к технике, по-прежнему отсутствует единый подход к изучению данного феномена, что в значительной степени обусловлено его сложностью и многоаспектностью проявления. В силу отмеченных обстоятельств, изучение различных компонентов, видов, форм, типов и уровней доверия человека к технике является актуальной научной проблемой.

Литература

1. Акимова А.Ю. Доверие к технике в представлении машинистов локомотивов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социология. Психология. Философия. 2012. №1(1). С. 376-382.

2. Купрейченко А.Б. Доверие и недоверие технике и социо-техническим системам: постановка проблемы и обоснование подхода к исследованию // Ученые записки ИМЭИ. 2012. Том 2. №2. С.126-133.

3. Обознов А.А., Акимова А.Ю. Доверие человека технике как фактор надежности профессиональной деятельности // Знание. Понимание. Умение. 2013. №2. С.225-231.

4. Шатунова Е.А. Доверие работников к технике как фактор их отношения к труду: диссертация ... кандидата психологических наук: 19.00.03. Тверь, 2016. 241 с.

5. Lee J., Moray N. Trust, control strategies and allocation of function in human-machine systems // Ergonomics. 1992. V. 35. P. 1243-1270.

М.В. Данчук

ВЛИЯНИЕ АСКЕТИЧЕСКОЙ МЫСЛИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХРИСТИАНСКОЙ КОНЦЕПЦИИ БРАКА

(Самарский университет)

Если мы обратимся к проблеме пола в святоотеческой литературе, то увидим, что она ставится и решается совсем иначе, чем в философской литературе XIX – начала XX веков, – более узкими религиозно-аскетическими способами. Данная проблема артикулируется как «святоотеческое учение о Таинстве Брака». Следует подчеркнуть, что не существует развернутого и разностороннего церковного учения о браке. Каждый из богословов часто выражает лишь собственную точку зрения. Однако, учитывая некоторые расхождения, можно найти общие положения, которые никем из церковных авторов не оспариваются.

Святые отцы первых веков христианства выводят свои рассуждения из Священного писания. Характерно, что в их сочинениях не найти мысли о нечистоте брака. «Ты чист и по вступлении в супружество», - говорит святитель Григорий Богослов [6, 554]. Обозначаются две линии воззрений на брак: восхваление девства как пути превосходнейшего [9, 304] и почитание брака. Например, свт. Амфилохий Иконийский говорил следующее: «Но и честной Брак превосходит всякий земной дар, так как он – многоплодное древо, изысканнейший цвет и корень девства, так как он – насадитель разумных и одушевленных ветвей, так как он – благословение на умножение мира, утешитель рода, созидатель человеческого существа и живописец божественного образа, так как он получил благословение Господа и удерживает собой весь мир, так как он — сопроводитель Того, Кого он убедил вочеловечиться, так как может с дерзновением сказать: Вот, я и дети, которых дал мне Бог… Разрушь честной Брак и не найдешь цвет Девства, потому что именно от Брака, а не от чего-либо иного, ты соберешь цвет Девства…потому что и Девство, и Брак в равной степени причастны страху Божьему. Ведь без благочестного страха Божия и Девство нецеломудренно, и Брак нечестен» [13]. При этом брак проблематизируется в эсхатологической перспективе. После грехопадения брак потерял свой благодатный смысл и стал восприниматься как закон природы. Брак отныне испорчен грехом и служит лишь плоти для продолжения человеческого рода. Вместе с тем святые отцы указывают на возможность его нового измерения в образе соединения Христа и Церкви. Например, святой Климент Александрийский,

живший в III веке от Рождества Христова, пишет о воздержании в семейных отношениях: «ни в коем случае не стоит уступать зову страсти в наших поступках, желания же нужно согласовывать с тем, что необходимо» [7, 430].

Считается, что наиболее полно раскрыл значение брака святитель Иоанн Златоуст. В браке, по его словам, супруги обретают онтологическую целостность. Целью его является не грубая чувственность, а любовь и сердечная привязанность, которая ведет к глубочайшему духовно-нравственному единению. «Видишь ли тайну брака? Из одного двоих Он сделал, а потом из двоих сделал и до сих пор делает одного… Скажу и то еще, что это (брачный союз) – таинственное изображение Церкви. Христос пришел к Церкви, из нее произошел и с нею соединился духовным общением» [10, 426]. Отличаются оригинальностью мысли Иоанна Дамаскина. Описывая преимущества девства, он оспаривает довольно распространенную идею, что брак был преобразован в осуществлении заповеди «плодитесь и размножайтесь». По его словам, девство «было насаждено в природе людей издревле и изначально» [4]. Но чтобы люди окончательно не исчезли из-за поврежденной вследствии грехопадения природы, им было дано повеление плодиться и размножаться. Таким образом, брак стал как бы образом существования падшего человека. Повторяя слова, характерные для многих церковных учителей, что брак является лишь средством защиты от блуда, Иоанн Дамаскин превозносит девство как состояние в духовном смысле более плодоносное: «девство — лучше хорошего (самого по себе) брака. Ибо в добродетелях есть степени высшие и низшие, равно как и в пороках. Знаем, что от брака произошли все смертные, кроме прародителей. Ибо они — от девства, а не произведение брака. Но безбрачие, как мы сказали, есть подражание ангелам. Поэтому, насколько ангел выше человека, настолько девство честнее брака». [4].

Интересные нюансы в истолковании смысла брака открываются в рассуждениях святителя Григория Богослова. На первое место он ставил необходимость богоугодного брака: «собственно брака» и «союза». Под браком он подразумевал церковное благословение, а под союзом – личностное единение. Желание оставить после себя детей он ставил на третье место. Его требования к браку с нравственно-духовной точки зрения были довольно жестки: когда он (брак) разжигает грубую плоть, обкладывает ее тернием и делается как бы путем к пороку, тогда «я скажу: лучше есть не жениться» [6, 436].

Несколько особняком среди произведений, посвященных христианскому браку и девству, стоит сочинение святителя Мефодия Патарского «Пир десяти дев» [5, 25-140]. Оно состоит из десяти монологов девушек, рассуждающих о спасительном образе жизни. Девять из них восхваляют девство, и лишь одна защищает не только брак, но и родовую деятельность человека, причем рассуждения ее довольно физиологичны, хоть и исполнены в поэтическом ключе. Главная мысль девушки-защитницы брака та, что «Бог образует человека, поэтому дерзко отвращаться деторождения, которое не стыдится совершать сам Вседержитель Своими чистыми руками» [5, 52].

Важно отметить, что принижения брака в православном христианстве не допускалось. В канонических документах, например, в 51-м Апостольском правиле говорится: «Аще кто, епископ или пресвитер, или диакон или вообще из священного чина удаляется от брака и мяса и вина не ради подвига воздержания, но по причине гнушения, забыв, что вся добра зело и что Бог, созидая человека, мужа и жену сотворил их, и таким образом хула, клевещет на создание: или да исправится, или да будет извержен из священного чина и отвержен от Церкви. Такожде и мирянин» [3]. Согласно 21 правилу Гангрского собора: «Мы и девство, со смирением соединенное, чтим и смиренное отшельничество от мирских дел одобряем и брачное честное сожительство почитаем» [2]. В богослужебной практике это «одобрение» выразилось в праздновании некоторых евангельских событий, непосредственно связанных с деторождением: Зачатие пресвятой Богородицы, Рождество пресвятой Богородицы, Зачатие и Рождество Иоанна Предтечи.

В своем негативном отношении к расторжению брака и второбрачию святоотеческие авторы также единодушны. Тем не менее, встречаются авторы, которые выражают более мягкие или, напротив, жесткие воззрения на эту проблему. Например, Иустин Философ в первой книге «Апологии» определял второй брак как прелюбодеяние: «Вступающие по закону человеческому вовторой брак, у нашего Учителя считаются грешниками [1, 35]. Феофил Антиохийский прикровенно причисляет многократное вступление в брак к таким бесчестиям, как антропофагия. Святитель Василий Великий рекомендует до последнего уклоняться от развода, мученически претерпевая даже пороки друг друга: «Если суров или дик нравом сожитель, супруга должна переносить это и ни под каким предлогом не соглашаться на расторжение союза. Он буен? Но муж. Он пьяница? Но соединен по естеству. Он груб и своенравен? Но твой уже член и драгоценнейший из членов» [12]. Совесть христианина, вступившего во второй брак, по мнению Василия Великого, «нуждается в очищении епитемьей, каковою и является отлучение второбрачных от Святых Таин на год». [1, 69]. Святитель Григорий Богослов допускает второй брак лишь как компромисс, называя третий – беззаконием [6, 435].

Необходимо отметить влияние католицизма на православное академическое богословие в XVII-XIX веках.

В католицизме отношение к естественной родовой деятельности однозначно – оно безусловно греховно. Первоначально богоустановленный порядок размножения, согласно католической доктрине, был совершенно иной. Грехопадение в корне изменило эту сторону человеческой природы, наложив на нее печать греха. Эта греховность человека, или первородный грех, передается именно через естественное зачатие. На этих богословских аксиомах построен догмат о непорочном зачатии Девы Марии и практика целибата. Исходя из этих предпосылок, супружеские отношения допускаются лишь с целью деторождения и являются лишь меньшим злом по сравнению с блудом.

Суровую печать на католическое богословие в отношении брака наложило мнение блаженного Августина. Он считал, что греховность плоти заключа-

лась в превосходстве бессознательного влечения над волей [8, 109]. Он не видел разницы в образе жизни между монашествующими и состоящими в браке и призывал к аскетизму и в семейной жизни. Брак был для него лишь монашеством в миру. Но предельным идеалом он считал иночество.

В православном христианстве нет таких четких и однозначных формулировок. Взгляды на брак не систематизированы и у разных церковных авторов мы наблюдаем неопределенность в отношении вопроса о браке и даже принципиальные расхождения. При этом зачастую католическая точка зрения преподносится как православная. Поскольку святоотеческая литература является по преимуществу монашеской, то проблема брака тематизировалась исключительно в дискурсе, разрабатываемом носителями монашеской аскезы.

Литература

1. Григорьевский М. Учение св.Иоанна Златоустаго о браке. М. Изд. Локид-Пресс 2007. – 288 с.

2. Епископ Григорий (Граббе). Каноны Православной Церкви. // https://lib.pravmir.ru/library/readbook/2286

3. Правила святых апостолов // http://www.romanitas.ru/canony/ap.htm

4. Преподобный Иоанн Дамаскин. Точное изложение православной веры. Глава XXIV. О двестве // http://www.orthlib.ru/John_of_Damascus/vera4_24.html

5. Мефодий Патарский, свмщ. Пир десяти дев, или о Девстве. // Творения. СПб., 1905. – 288 с.

6. Святитель Григорий Богослов. Собрание творений в 2-х т. Свято-Троицкая Сергиева Лавра, 1994. Т. 1. 680 с.

7. Строматы. Творения учителя Церкви Климента Александрийского. Перевод с примечаниями Н. Корсунского. Ярославль, 1892. – 944 с.

8. Троицкий С.В. Христианская философия брака. Клин: Христинаская Жизнь, 2001. – 224 с.

9. Афанасий Александрийский. Творения. / Пер. Моск. дух. акад со вступ. ст. А. В. Горского. Ч. 3. (Т. 21.) 1853. — 427 с.

10. Святитель Иоанн Златоуст. Толкование на послание к Колоссянам // Творения святого отца нашего Иоанна Златоуста, архиепископа Константинопольского, в русском переводе. Издание С.-Петербургской Духовной Академии, 1905. Том 11, Книга 1, Беседы на послание к Колоссянам, с. 356-469.

11. Святитель Василий Великий. Беседы на Шестоднев. Беседа 7. О пресмыкающихся // https://www.portal-slovo.ru/theology/37779.php

12. Слово Амфилохия епископа Иконийского на Сретение Господне // https://www.portal-slovo.ru/theology/37622.php

Н. С. Давыдов

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МРТ В ПРОБЛЕМЕ РАСШИФРОВКИ НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИХ КОДОВ

(Самарский университет)

В результате технологического прогресса и развития информационных технологий в сфере искусственного интеллекта вопрос об оцифровке естественного человеческого сознания остро встал как среди инженеров, так и среди философов. Перенос сознания человека на цифровые носители и последующее кибернетическое бессмертие является неотъемлемой частью научной фантастики и идеологии трансгуманизма, как одного из варианта развития событий перехода человечества к рукотворной эволюции в ходе технологического прогресса.

Одной из первых попыток представить сознание человека в виде некой машины и алгоритмического процесса является Вычислительная теория сознания. Одной из ключевых фигур этого направления является Джерри Алан Фодор, который предложил идею о существовании внутреннего базового языка мышления – ментализа [1]. Дж. Фодор одним из первых обратил внимание на то, что вычислительную теорию сознания можно рассматривать с точки зрения семантики и языка. В трактовке Дж. Фодора под языком подразумевается система, направленная на формирование в разуме непротиворечивых представлений о мире, выраженных в виде ментальных базовых или комплексных представлений. Ментальные представления являются компонентами пропозициональных отношений, которые реализуются за счет универсального комбинаторного синтаксиса. Пропозициональные отношения – отношения между мыслящим субъектом и содержанием мысли, выраженным в повествовательном предложении. Согласно Дж. Фодору, ментальный язык – это врожденный функциональный механизм пропозиционального оперирования символами или, иными словами, вычислительная репрезентативная система. Данный язык обладает следующими свойствами:

- композициональность (сложные значения и языка составляются из более простых посредством их комбинирования);
- продуктивность (путём комбинирования базовых выражений, конечное их множество можно превратить в потенциально бесконечное множество комплексных выражений);
- систематичность (пропозициональные отношения являются частью системных связей, извлекаемых из опыта мыслящего агента).

Также в процессе рассуждений на тему существования связи между объектами реального мира и того, как они отображаются в сознании, следует обратиться к работе Д. И. Дубровского «Психические явления и мозг» [2]. Согласного Д. И. Дубровскому, каждое психическое явление в мозге человека кодируется нейродинамическим кодом, соответствующим этому явлению. В связи с

чем появляется проблема расшифровки нейродинамических кодов психических явлений.

Однако, вероятно, что с помощью современных технологий и диагностик, в ближайшем будущем можно будет приблизиться к решению данной проблемы. Известно, что определённые зоны головного мозга отвечают за определённые реакции на внешние раздражители. К примеру, подобное используется при функциональной магнитно-резонансной терапии, когда пациенту показывают какое-либо изображение и наблюдают за его реакцией в ходе эксперимента. Это стало возможным, благодаря построении нейробиологической обратной связи – реакции головного мозга пациента на раздражитель. Иными словами, это связь между объектом реального мира и его отражением в сознании человека. Конечно, возбуждая определённые зоны человеческого мозга можно добиться определённой эмоциональной реакции, но никак не воссоздания аналогичного состояния сознания, которое испытывалось в тот момент.

Благодаря постоянному развитию науки о данных, можно предложить следующий подход к решению сложившейся проблеме расшифровки нейродинамических кодов. В ходе диагностики и построении нейробиологической обратной связи собирается огромный массив данных с различными параметрами. Для их анализа можно использовать один из наиболее эффективных и популярных методов работы с данными – применение нейронных сетей. Таким образом, Исходя из имеющихся данных, можно предложить следующий подход для расшифровки нейродинамических кодов психических явлений:

– сбор достаточно большой базы исследований каждого психического явления или эмоции;

– проведение анализа собранных данных и выбор тех значений и зон активности головного мозга, которые соответствуют каждому психическому явлению;

– применение вычислительных возможностей нейронной сети для определения того набора параметров, который соответствует определённому психическому явлению.

Иными словами, требуется собрать достаточный набор данных функциональной МРТ-диагностики, на котором заранее определить каждое психическое явление, испытываемое человеком. Применение нейросети можно начать уже со второго пункта и позволить ей выбрать параметры временных рядов и точек на трёхмерном изображении, по которым она будет далее работать.

В заключении следует отметить, что встаёт вопрос о реализуемости данного подхода в ближайшее время. Неизвестно какое количество данных будет достаточно для проведения эксперимента по расшифровке нейродинамического кода психических явлений, однако в силу стремительно развивающихся технологий, можно предположить, что совсем скоро вычислительные мощности и алгоритмы по эмуляции входных данных позволят человечеству приблизиться к пониманию того, что есть сознание и как можно с ним работать.

Литература

1. Fodor, J. A. The language of thought [Текст] / J. A Fodor. – NY: Thomas Y. Crowell Company, 1975. – 215 p
2. Дубровский, Д. И. Психические явления и мозг. Философский анализ проблемы в связи с некоторыми актуальными задачами нейрофизиологии, психологии и кибернетики [Текст] / Д. И. Дубровский. – М.: Наука, 1971. – 385 с.
3. Давыдов, Н. С. Проблематика сознания и искусственного интеллекта в работах Дубровского Д. И. [Текст] / Н. С. Давыдов, А. Ю. Нестеров // Сборник трудов международной молодежной научной конференции XIV Королёвские чтения. – 2017. – № 1. – С. 485-486.

И.В. Дёмин

СПИРИТУАЛИСТИЧЕСКИЙ ПЕРСОНАЛИЗМ С.А. АСКОЛЬДОВА КАК ФИЛОСОФСКАЯ АПОЛОГИЯ ЧУДА

(Самарский университет)

В философии нового времени понятие чуда, независимо от его конкретной трактовки, неизменно оказывалось центральным в ходе обсуждения целого ряда «вечных» философских вопросов: о соотношении знания и веры, философии и религии, религиозного и научного способов видения мира и т.д. Тем более удивительным представляется тот факт, что вплоть до начала XX в. в европейской интеллектуальной традиции не было предпринято сколько-нибудь значимых попыток *философской апологии* понятия чуда. Сергей Алексеевич Аскольдов (Алексеев) был первым представителем русского «религиозно-философского ренессанса», обратившимся к философскому осмыслению понятия чуда.

Аскольдов рассматривает проблему чуда в широком историко-философском контексте и помещает её в центр философских дискуссий своего времени. Новизна подхода, представленного в статье Аскольдова «В защиту чудесного» (1903-1904), состоит в стремлении автора выйти за пределы традиционной дихотомии «философская критика – богословская апология» в осмыслении понятия чуда. Аскольдов проблематизирует данное понятие и ставит вопрос о гносеологических и онтологических (метафизических) условиях и предпосылках, позволяющих говорить о самой *возможности* (мыслимости) чудесного как такового. В трактовке Аскольдова отправным пунктом рассмотрения проблемы чуда становятся не тексты Священного Писания и Предания, но *человек* как «пограничное существо между естественными и предполагаемыми сверхъестественными факторами»[5].

[5] Аскольдов С. А. В защиту чудесного // Вопросы философии и психологии. – 1903. – Кн. 70. – С. 439.

Аскольдов выделят три типа аргументов против признания возможности чудесного: гносеологические, метафизические и этические. При этом этическим аргументам уделяется наименьшее внимание, а основной акцент делается на аргументах гносеологического порядка. Гносеологические аргументы призваны показать *немыслимость* самой идеи чудесного, её противоречие формальным законам восприятия и мышления. Аргументы онтологического плана направлены против той картины мироздания, в которой допускается действие высших духовных существ («субъектов» чудотворения), способных превозмогать законы природы. Наконец, в этических аргументах понятие чудесного раскрывается как противоречащее запросам и требованиям морали.

Все контраргументы, которые приводит Аскольдов, имеют *философский* и *мировоззренческий*, а не исторический или богословский характер. Аскольдова интересует не вопрос об *исторической достоверности* сообщений о тех или иных фактах чудесного и не символическое значение чудес в контексте христианского миропонимания, но только *условия мыслимости* понятия чуда.

В ходе разбора гносеологических аргументов против идеи чуда ключевой для Аскольдова становится категория *причины*. Он различает два подхода к пониманию категории причинности: феноменалистический и субстанциалистский. В противоположность феноменализму, сводящему онтологический закон причинности к совокупности природных закономерностей, Аскольдов формулирует более универсальное определение: «причина есть необходимое предыдущее (или сосуществующее) для данного явления»[6]. В такой формулировке понятие причинности не исключает возможности чуда.

Разобрав и отвергнув гносеологические аргументы против идеи чуда, выдвинутые феноменалистическими доктринами, Аскольдов во второй части своей статьи предлагает положительное разрешение проблемы чудесного. С этой целью он выдвигает «спиритуалистическую гипотезу» и разбирает её возможные опровержения со стороны таких философских течений, как материализм и эмпириокритицизм. Спиритуалистическая гипотеза призвана эксплицировать онтологические (метафизические) предпосылки теории чудесного. Ключевой тезис этой гипотезы формулируется Аскольдовым так: «понятие чудесного необходимо предполагает бытие духовных существ высшего порядка и их воздействие на так называемый материальный мир с его законами»[7].

Тип миросозерцания, который делает возможным событие чуда, Аскольдов определяет как «метафизический спиритуализм». Сущность спиритуалистического мировоззрения «состоит в признании всего мира состоящим *из духовных существ* различных степеней совершенства и силы, называемых монадами, субстанциями или душами»[8](курсив Аскольдова – И.Д.). И используемая автором терминология, и характер описания «спиритуалистического мировоззрения» позволяют обнаружить в нём элементы персонализма и панпсихизма,

[6] Там же. С. 474.
[7] Аскольдов С.А. В защиту чудесного (окончание) // Вопросы философии и психологии. – 1904. – Кн. 71. – С. 1.
[8] Там же. С. 3.

что сближает концепцию Аскольдова с построениями таких русских философов, как А.А. Козлов, Л.М. Лопатин, Н.О. Лосский.

Онтологические утверждения об иерархической структуре мироздания, о мире как «системе духовных существ» в концепции Аскольдова не постулируются догматически, но выводятся из гносеологического анализа человеческого сознания и опыта, что сближает его построения не только с персонализмом и интуитивизмом Н. О. Лосского, но и с критической онтологией Н. Гартмана.

Задача обоснования возможности и мыслимости чуда в контексте спиритуалистического мировоззрения, как понимает её Аскольдов, сводится к тому, чтобы показать отсутствие противоречий между идеей чудесного и данными опыта. Эта задача существенно облегчается тем обстоятельством, что термин «опыт» в концепции Аскольдова используется в более широком смысле, нежели в классическом позитивизме и эмпириокритицизме. «Опыт» у Аскольдова не сводится к чувственному познанию, но представляет собой синоним «непосредственного переживания»[9]. В такой трактовке опыта он примыкает к интуитивизму Н.О. Лосского[10]. «Гипотеза существования высших факторов, – пишет он, – ни в каком случае не может быть признана стоящей в противоречии с опытом»[11]. Однако констатация отсутствия противоречий между понятием чуда и данными опыта не означает возможности *эмпирической проверки* спиритуалистической гипотезы и научного подтверждения спиритуалистического мировоззрения. Напротив, Аскольдов подчёркивает, что спиритуалистическая гипотеза принципиально не может быть «верифицирована» методами естественных наук.

Сущность спиритуализма как мировоззрения состоит в том, что в нём человеческое сознание рассматривается в качестве *прототипа всякого бытия вообще*, именно в душевной жизни усматривается «истинная сущность причинности»[12]. Тот тип причинной связи, который характерен для области душевной жизни, экстраполируется Аскольдовым как на мир «низшей природы», так и на гипотетических мир «высших существ». Законы природы в контексте спиритуалистического миропонимания, сохраняя своё относительное значение в сфере «низшей природы», утрачивают абсолютный характер. Признание этих законов единственными законами бытия было бы «равносильно признанию низших существ единственными формами бытия»[13].

В свете намеченной Аскольдовым онтологической модели персоналистского спиритуализма чудо предстаёт не как *нарушение* законов природы, но как их *дополнение* и *преодоление*. Суть чудесного не в отмене или приостановке

[9] См.: Аскольдов С.А. Основные проблемы теории познания и онтологии. – СПб.: Типография И. Н. Скороходова, 1900. – 250 с.

[10] См.: Лосский Н. О. Обоснование интуитивизма. – СПб.: Типография М. М. Стасюлевича, 1906. – 380 с.

[11] Аскольдов С. А. В защиту чудесного (окончание). С. 25-26.

[12] Там же. С. 32.

[13] Там же. С. 35.

действия закона причинности, а в преодолении низшей причинности причинностью высшей (свободной, творческой, творящей).

Ключевую роль в концепции Аскольдова играет *растождествление* понятий «причинность» и «закономерность». Сплавление этих понятий представляет собой следствие материалистического предрассудка. Событие чуда по определению не может мыслиться как нечто закономерное и регулярное (чудо всегда *иррегулярно*), но из этого не следует, что оно противоречит фундаментальному онтологическому закону причинности. «Причинность» и «закономерность», согласно Аскольдову, представляют «два понятия, друг другу совершенно чуждые и сопутствующие друг другу лишь на низших ступенях действительности»[14].

В предложенной Аскольдовым спиритуалистической и персоналистской трактовке чудесного имплицитно предполагается, что событие чуда не только не отменяет законов природы (необходимых, регулярных взаимосвязей), но косвенным образом *подчёркивает их необходимость и объективный характер*[15].

Рассматривая мировоззренческие и метафизические основания идеи чуда, Аскольдов показывает, что понятие чуда может быть осмыслено лишь в контексте теистического миропонимания, причём речь идёт о теизме, переосмысленном в персоналистском ключе. С пантеизмом (во всех его философских и религиозно-философских вариациях) идея чуда категорически несовместима.

Показывая укорененность идеи чуда в теистическом миропонимании, Аскольдов в то же время предостерегает от некритического отношения ко всему тому, что выдается или может выдаваться за чудесное. Философско-теоретическое оправдание чуда не исключает критического отношения к конкретным фактам и обстоятельствам его проявления. Однако критическая установка в отношении к чудесам не может быть связана с наукой, поскольку «понятие чуда прямо противоречит возможности его преднамеренной и научной проверке»[16].

Отказав науке в возможности критической проверки фактов чуда, Аскольдов оставляет вопрос об основаниях различения подлинных чудес и мнимых (вне контекста религиозного откровения) открытым.

Литература

1. Аскольдов С. [Алексеев С.А.] В защиту чудесного // Вопросы философии и психологии. – 1903. – Кн. 70. – С. 431-474.

[14] Там же. С. 41.

[15] Объективность законов природы при такой трактовке косвенным образом доказывается тем, что действие преодоления предполагает наличие того, *что* преодолевается, то есть низших сил природы. Позднее Клайв Стейплз Льюис выскажет ту же мысль: «Если какая-нибудь часть природы беззаконна и неупорядочена, слово “чудо” становится там бессмысленным» (Льюис К.С. Чудо / пер. с англ. Н. Трауберг. М.: Дом Надежды, 2008. С. 83).

[16] Аскольдов С. А. В защиту чудесного (окончание). С. 50.

2. Аскольдов С. [Алексеев С.А.] В защиту чудесного (окончание) // Вопросы философии и психологии. – 1904. – Кн. 71. – С. 1-61.

3. Аскольдов С. [Алексеев С.А.] Основные проблемы теории познания и онтологии. – СПб.: Типография И. Н. Скороходова, 1900. – 250 с.

4. Лосский Н. О. Обоснование интуитивизма. – СПб.: Типография М. М. Стасюлевича, 1906. – 380 с.

5. Льюис К. С. Чудо / пер. с англ. Н. Трауберг. – М.: Дом Надежды, 2008. – 288 с.

А.И. Демина, А.Ю. Нестеров

ПОНЯТИЕ ИНТУИЦИИ В СВЕТЕ КОНЦЕПЦИИ «ЧЕТВЁРТОГО ЦАРСТВА»

(Самарский университет)

Понятие интуиции является ключевым элементом теории творчества и теории познания. Это та точка, в которой осуществляется переход от субъективирующей, рецептивной, познавательной деятельности к объективирующей, проективной, творческой. Классически, со времен античности, интуиция рассматривается в проблемном поле процесса познания, в рамках оппозиции чувственного и логического, дискурсивного и недискурсивного мышления. Своего апогея оппозиция интуитивного и логического познания достигает в философии итальянского неогегельянца Бенедетто Кроче [7]. По Кроче, познание имеет две формы: интуитивную и логическую. Интуиция оперирует фантазией, логика – интеллектом, интуиция есть познание индивидуального, отдельных вещей, логика – универсального, отношений, интуиция производит образы, логика – понятия [7, с. 3].

Оппозиция чувственного и логического в XX в. закрепляется в исследовании интуиции в психологии в рамках изучения как механизмов мышления, так и проблем творчества. Психология остается в этих рамках, сначала отождествляя интуицию с чувственным, бессознательным. Интуиции как чувственному компоненту может отводиться различная роль в процессе творчества: отправной точки, как, например, у Пиаже, который рассматривает интуицию как образное предметное мышление, характеризующее главным образом дологическую стадию развития интеллекта, которая с возрастом уступает место логическому мышлению [3, с. 314]), либо необходимой фазы в двухкомпонентном процессе сменяющих друг друга логического и интуитивного этапов (Маслоу, Пуанкаре, Адамар и др. [1; 6]).

Психологами описываются характерные особенности интуиции, например советский ученый М.А. Мазманян и его сотрудники отмечают следующие: «а) в акте творчества процессы, приводящие к интуитивному познанию, не осознаются. Интуиция выступает результативно; б) интуиция обычно проявляется в неразрывной связи с вдохновением, эмоциями и аффективным состоянием, что обуславливается необыкновенным подъемом духовных и физических сил в

процессе творчества; в) в процессе творчества, интуитивного постижения, происходит повышение функциональной активности всех анализаторов, вследствие чего улучшается память; г) часто замысел, идея формируются тогда, когда внимание субъекта сосредоточено на совершенно другой работе (это созвучно с известным призывом «мыслить в сторону», содержащимся в работах таких крупных ученых, как Лагранж, Пуанкаре, Адамар, Эйнштейн, Вертгаймер и др.); д) интуитивное понимание чаще всего свойственно природно одаренным, но пока недостаточно эрудированным людям (в этом утверждении в редуцированном виде содержится идея о неполноте анализа); е) процесс интуитивного познания является важным стимулом и рычагом самосовершенствования, он создает часто неосознанную апперцепцию, проявляющуюся в дальнейшей творческой деятельности; ж) интуиция носит целесообразный характер и является результатом хотя и бессознательных, но высокоинтеллектуальных процессов; з) процесс интуитивного понимания, образования идеи или замысла, как правило, протекает быстро, но не всегда молниеносно. Скорость интуитивного процесса зависит от многих субъективных и объективных факторов» [8, с. 5-6].

С развитием нейропсихологии изучение психологических процессов перемещается в сферу изучения мозга и взаимодействия его отделов, интуиция начинает рассматриваться в контексте межполушарных взаимодействий. В качестве существенных признаков интуитивного познания, атрибутируемых к свойствам правого полушария, отмечают «чувственность образов, неосознанность способов получения результата, большую значимость пространственно-временных компонентов, целостность восприятия» [3, с. 315]. Современная нейропсихология опирается на функциональный подход, исследует, какие зоны мозга входят в определенные системы, отвечающие за разный тип работы. Появляются понятия «дефолт-системы» и «системы принятия решений».

Р.М. Грановская формулирует интересную гипотезу, согласно которой интуиция «рассматривается как переход от чувственных образов к понятиям или от понятий к чувственным образам» [3, с. 315], то есть как процесс последовательной смены доминирования полушарий. Символы, сформированные в левом полушарии посредством словесно-логического преобразования чувственного правостороннего восприятия, могут быть вторично обработаны правым полушарием и вновь пройти символьную обработку и получить другое название в левом и т.д. [3, с. 318].

Для нас эта гипотеза интересна тем, что здесь осуществляется попытка вывести интуицию за пределы структурного элемента оппозиции чувственного и рассудочного и рассмотреть ее как процесс перехода или трансформации.

Эту работу в философии еще в начале XX века осуществил П.К. Энгельмейер, определив роль интуиции в процессе творчества. По Энгельмейеру, творчество осуществляется как «трёхакт», первый из которых есть акт интуиции, или желания, второй акт – знания и рассуждения, третий акт – умения: «Функцию желания (интуиции) мы называем первым актом, функцию знания (рассуждения) вторым актом, функцию умения (рутины) третьим актом»

[9, с. 116]. Первый акт состоит в уяснении замысла, второй – в проверке замысла «на основании того, что есть и что возможно», третий акт составляет фактическое выполнение. В результате первого акта рождается идея, гипотеза, художественный замысел или намерение, в результате второго – план, схема, модель, доказательство; в результате третьего – полное изобретение, научное открытие, художественное произведение, поступок. Энгельмейер определяет интуицию как «*психический синтез нового продукта из прежнего опыта*» [9, с. 118], существенными признаками которого являются: а) гипотетический характер, б) цельность, причем целое больше суммы своих частей, и в) самородность, т.е. происхождение из недр души.

Как справедливо отмечает А.Э. Бахметьев, «интуиция существует в проблемном сосредоточии онтологии и гносеологии» [2, с. 5]. Опираясь на классическую, выраженную Кантом, схему познания (чувственное восприятие, рассудок (рацио) и разум (интеллект)), а также на понятие о космосе как о порядке мироздания, понятом через наборы правил, основанное на положениях эпохи поздней схоластики и Нового времени, и понятие о потенциальном и актуальном космосе и «четвёртом царстве», сформулированное Фридрихом Дессауэром, определение интуиции Энгельмейера можно переформулировать как «превращение описывающей теоретико-познавательной модели в нормативную модель деятельности». Или, в терминах Дессауэра, как превращение потенциального космоса в актуальный. По Дессауэру, космос раскрывается как актуальный, или известный человеку, и как потенциальный, еще не известный человеку. Потенциальный космос называется им «четвёртым царством» и определяется как «царство предустановленных образов решений», которое «обосновывает и ограничивает технику, которая определяется через него» [4, с. 106]. Акт интуиции позволяет субъекту трансформировать интуируемую им идею, предустановленную форму решения, принадлежащую к потенциальному космосу, в реальность.

Пересборка опыта творцом может осуществляться на уровне чувственного восприятия (чувственная интуиция), на уровне рассудка (рассудочная интуиция) и на уровне разума (разумная или интеллектуальная интуиция). В контексте эпистемологии при различении способов соотнесения знания и незнания [5] чувственная и рассудочная интуиции носят характер незнания о знании, разумная или интеллектуальная интуиция – характер знания о знании (эпистемы в смысле Аристотеля). Если творящим субъектом не отрефлексированы схемы рассудка и разума, если они для него являются неосознаваемыми и работают в сфере бессознательного, тогда его чувственная интуиция носит характер незнания о знании: обыватели, наивные художники и поэты в состоянии создавать новые объекты, не осознавая и не понимая работы категориальных и интеллектуальных моделей сознания, участвующих в этом созидании. В определённом смысле всякий человек находится в ситуации незнания о знании до тех пор, пока человечество не сможет технически воссоздать человеческий организм, эквивалентный природному. Приближение сознания к состоянию разумной (интеллектуальной) интуиции обнаруживается как самотождественная цель позна-

ния, по-разному схватываемая на разных исторических этапах развития эпистемологии от индийских мистиков до К.Р. Поппера.

Литература

1. Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. М., 1970.

2. Бахметьев А.Э. Онтологические основания интуиции как формы познания: интуитивная спецификация гипотезы // Аспирантский вестник Поволжья, 2017, №7-8. С. 4-9.

3. Грановская Р. М. Элементы практической психологии. Л., 1988.

4. Дессауэр Ф. Спор о технике: монография / перевод с нем. А.Ю. Нестерова. Самара: Издательство Самарской гуманитарной академии, 2017.

5. Дубровский, Д.И. Обман. Философско-психологический анализ. М., 1994.

6. Ильин Е.П. Психология творчества, креативности, одаренности. СПб.: Питер, 2009.

7. Кроче Б. Эстетика как наука о выражении и как общая лингвистика. М., 1920.

8. Налчаджян А.А. Некоторые психологические и философские проблемы интуитивного познания (интуиция в процессе научного творчества). М.: Мысль, 1972.

9. Энгельмейер П.К. Теория творчества. М.: Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2010.

А.Н. Огнев

ОНТОГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИМИТЫ «ИДЕНТИФИЦИРУЮЩЕГО СОСТОЯНИЯ» В ПСИХОДИАГНОСТИКЕ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

(Самарский университет)

Взаимодействие человека и информационной технологии как системы, в процессе функционирования которой сущностные силы человека подвергаются специфической объективации, можно рассматривать в двух дисциплинарных ракурсах психологии – с позиций инженерной психологии и с точки зрения психологии личности. Первый способ рассмотрения не заключает в себе проблемы, представляющей собственно философский интерес, коль скоро взаимодействие человека как носителя высших психических функций с техногенной системой предметной деятельности, частным случаем которой можно считать информационную технологию, представляет собой вопрос, существо которого исчерпывается на частнопредметном уровне. В этом смысле проблемный ракурс психологии личности значительно богаче содержанием, коль скоро в режиме техногенной объективации оказываются значимые свойства личности,

которым подобает неотчуждаемый субъектный статус. Возникает вопрос о психодиагностической ценности знания о том, как вовлечение в информационно-технологический процесс сказывается на личности человека и какие новые отражательные качества она приобретает, ибо в данной ситуации человек отражает не столько детерминации природы и общества, сколько уровня развития технологии, рассчитанной на производство и обмен информации.

В ходе участия в процессе обмена и производства информации человек оказывается частью технологического звена с функциями, обобщение которых даёт неизбежный избыток обратных связей, аналогичных по ряду своих структурных характеристик прибавочной стоимости в экономике, но обладающий сверх того и известной психодиагностической ценностью, узус которой может обладать весьма изменчивым функционалом. Следует согласиться с тезисом Г. С. Прыгина о том, что «психодиагностика – это наука и практика постановки психологического диагноза» [3, с.7]. В самом общем смысле под диагностикой можно понимать распознавание реактивных нормативов, присущих объекту, при которых регистрируются значимые параметры ради составления прогноза, допускающего возможное воздействие на этот объект в целях его оптимизации. Проблема состоит в том, что диагностические данные характеризуют в наличной ситуации не природный или технический факт, а условную эквиваленцию субъекта и его отчуждённой репрезентации, которая, однако, наделяется качествами, востребованными в той мере, в какой в них наличествует информационно-технологический функционал. Именно ипостазирование последнего в некую гипотетическую реальность sui generis делает возможной как проблематизацию так называемого «искусственного интеллекта» в режиме абстрактно-мыслимого антропоморфизма, так и вопрос о мере персонифицируемости личности как вторичного информационного образования. Возникает коллизия, благоприятствующая как трансляции логической ошибки по модели quaternio terminorum, так и постановке вопроса о фальсификации диагностической значимости факторов идентифицирующей интроекции.

Именно этот момент делает востребованной системную философскую рефлексию, поскольку здесь достраивается тема соотношения бытия и мышления, в проблемном фокусе которой оказывается идентичность в самом широком смысле слова, выходящем за рамки логической модельной абстракции, достигнутой для операционалистского понимания в ключе технической рациональности. Понятие идентифицирующего интроекта, подвергаемого операциональной адаптивной инклюзии в информационно-технологическом процессе, требует рассмотрения в контексте классической теории отражения. В этой связи особую значимость приобретает онтогносеологическая концепция выдающегося советского философа, эстетика и критика М. А. Лифшица, в которой ставится вопрос о характере единства бытия и мышления. В полемическом ключе эта проблема возникла в связи с критикой теории «классовой психоидеалогии», ставшей явным рецидивом вульгарного социологизма шулятиковщины. В дальнейшем онтогносеология приобрела черты теории, требующей проективного завершения в классическом философском контексте. Одним из ключевых понятий онтогно-

сеологии является понятие «идентифицирующего состояния». М. А. Лифшиц учил: «Решение априори – материальная деятельность, поворачивающая предмет опыта в идентифицирующее состояние, поскольку, разумеется, он сам способен идентифицироваться таким образом в нас» [1, с.42]. Суть проблемы, тем самым, состоит в том, чтобы понять идентичность как состояние, обладающее инвариантными диагностическими признаками, приобретающими статус материального a priori, отражающего proprium субъекта, объективируемого в информационно-технологическом процессе.

Модельный ситуацией, обеспечивающей теоретическое вхождение в проблематический комплекс идентифицирующего состояния, можно считать ситуацию диагностического обеспечения решения задачи, связанной с детекцией лжи. Если инструментальная детекция лжи учитывает только физиологические реакции на стресс, вызванный ложью, то профайлинг позволяет выявить специфику лжи, учитывая особенности психотипа, подлежащего диагностированию. Сокрытие рентной информации вызывает стресс, но стресс не всегда вызван наличием манипулятивной установки sensu stricto et proprio. По справедливому признанию П. Экмана: «Эти признаки могут сопутствовать любым отрицательным эмоциям» [5, с.118]. Важно понимать, что человек скрывает рентную информацию по законам своего психотипа, что позволяет, по мнению Дж. Наварро, «точно определить причину стресса» [2, с.316]. Этот момент оказывается ключевым и с точки зрения психодиагностики идентифицирующего состояния. Психодиагностические признаки, по меткому замечанию Е. Спирицы, «будут рассогласованными и проявятся неконгруэнтно, что будет очевидно для подготовленного верификатора» [4, с.27]. Таким образом, каждый психотип выдаст целый спектр указаний на стресс, релевантных для него. Особый интерес в этой связи могут вызывать феномены, обусловленные значимыми профдеформациями человеческой личности, возникающими при взаимодействии человека с информационными технологиями. Сверхзадачей психодиагноста в этих условиях становится учёт баланса дефензивных тактик и психологических компенсаций, востребованных по психологическим показаниям.

Онтогносеология устанавливает для идентифицирующего состояния критерии полноты (summum) «истинной середины» (medium; die wahre Mitte) и предела (ultimum). В той мере, в какой информационная технология заключает в себе ключевой момент опосредствования (die Vermittlung), она косвенно указывает и на пределы идентифицирующего состояния для носителя диагностируемого психотипа в меру его объективации в ней, и на степень репрезентативной полноты интроективного функционала, на почве которого возможна трансцендентальная подтасовка, призванная скрыть личностные декомпенсации, указывающие на социально-значимый аспект проблемы отчуждения.

Литература

1. Лифшиц М.А. Varia. – М.: ООО «Издательство Грюндриссе», 2010. – 172 с.

2. Наварро Дж. Я вижу, о чём вы думаете. – Минск: Попурри, 2016. – 336 с.
3. Прыгин Г.С. Основы психодиагностики: Принципы и методы. История развития. Основы психометрики. – М.: УМК «Психология», 2003. – 198 с.
4. Спирица Е. Психология лжи и обмана: как разоблачить лжеца. – СПб.: Питер, 2017. – 272 с.
5. Экман П. Психология лжи. Обмани меня, если сможешь. – СПб.: Питер, 2017. – 384 с.

А.Е.Сериков

ДИСКУССИИ О СОЗНАНИИ КАК ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ

(Самарский университет)

В докладе анализируются основные идеи *теории интегрированной информации* как теории сознания (*Integrated Information Theory* of consciousness - IIT) и философская дискуссия по поводу этих идей. Анализ данной дискуссии является актуальным, так как IIT, за редким исключением [1], практически не обсуждалась в отечественной философской литературе.

В 1995 г. Дэвид Чалмерс [2] заявил о важности поиска научной теории сознания, которая бы решала «трудную» проблему объяснения существования субъективного опыта в терминах законов природы, не редуцируя его к нейрофизиологии или физико-химическим процессам. Одна из важных идей Чалмерса заключалась в том, что сознание не менее фундаментально, чем любые другие фундаментальные природные взаимодействия, объяснение которых в перспективе должно быть включено в будущую «теорию всего». Другая важная идея состояла в том, что теорию сознания, возможно, следует строить как теорию информации, поскольку информация проявляет себя и в материальных процессах, с одной стороны, и в субъективном опыте, с другой.

В 2008 г. Джулио Тонони опубликовал статью [11], в которой идея информационной теории сознания впервые была реализована в форме *теории интегрированной информации*. Главный тезис Тонони заключался в том, что сознание возникает, когда информация, производимая целостной системой отличается от информации, производимой ее отдельными элементами или отдельными операциями. При этом интеграция информации в целостной системе может быть оценена количественно, путем ее сравнения с энтропией в разобщенной системе. Системы с нулевой или незначительной интегрированной информацией (далее - ИИ) бессознательны, системы с большой ИИ должны обладать сознанием, независимо от их материальной реализации. Например, ИИ в Интернет или ИИ человеческого мозга в состоянии глубокого сна без сновидений очень мала, в то время как ИИ бодрствующего мозга очень велика. В 2012 г. вышла книга Тонони, ориентированная на гуманитариев и широкую публику, в которой подробно обсуждаются феноменологические аспекты его теории [13].

В дальнейшем Тонони дважды предлагал обновленные версии IIT - в статьях 2012 г. [12] и 2014 г. [6]. Идеи Тонони с энтузиазмом были подхвачены и развиваются некоторыми известными учеными, такими как Кристоф Кох [4] и Макс Тегмарк [8; 9; 10]. Тонони предлагает несколько версий математических формулировок показателя интегрированной информации Φ (как меры наличия сознания), но в примечаниях к своей книге 2012 г. пишет, что все предложенные им формулы неудовлетворительны [13, p.126]. Тегмарк сравнивает 21 вариант вычислений Φ, анализируя их с точки зрения реальной применимости к эмпирическим данным [10]. Предложенные Тонони и Тегмарком математические подходы к оценке ИИ в настоящее время уже начали использоваться разработчиками систем общего искусственного интеллекта на практике [3]. С другой стороны, не обошлось без возражений со стороны философов. В частности, Джон Сёрл опубликовал критический обзор первоначальных идей Тонони и Коха [7], после чего был опубликован их ответ Сёрлу с его комментариями [5].

Сёрл возражает не столько против конкретных идей IIT, сколько против идеи информационного подхода к теории сознания в целом. Он исходит из принципиального различия между независимыми от внешнего наблюдателя (observer-independent) и зависимыми от внешнего наблюдателя (observer-relative) вещами. Сознание живых существ и его содержание (так же как и физические объекты) существует независимо от наблюдателя, а обрабатываемая компьютерами и содержащаяся в различных физических объектах информация существует лишь в сознании интерпретирующего ее наблюдателя. Математическая теория информации, считает Серл, оперирует зависимой от наблюдателя информацией. Нельзя объяснить сознание тем, что существует лишь благодаря ему. Содержание сознания имеет дело с семантикой, а математическая теория информации - только с синтаксисом, оформляющим это содержание.

Кроме того, Сёрл возражает против панпсихизма, допускаемого ранней версией IIT. Если наличие сознания определяется количественной мерой ИИ, даже простейшие системы, в которых она чуть больше нуля, должны обладать зачаточным сознанием. Например, в ранней версии IIT фотодиод приводится как пример такой системы, что абсурдно. Если допустить панпсихизм, то почему сознание «не размазано по Вселенной подобно тонкому слою джема» [7], почему одни системы обладают сознанием, а их части или другие системы - нет?

Еще один критический аргумент Серла против IIT сводится к тому, что даже если допустить существование независимой от наблюдателя информации, авторы IIT не объясняют, почему производящая ИИ система должна обладать субъективным опытом?

Обновленная версия IIT учитывает высказанную Сёрлом и другими авторами критику. В частности, в рамках нового подхода ИИ отдельного фотодиода или видеокамеры, состоящей из миллиона независимо обрабатывающих информацию фотодиодов, равна нулю, и эти устройства не обладают сознанием. Новый подход использует идею Грегори Бейтсона о том, что информация - это различие, производящее различие. Различия между сигналами на входе (в про-

шлом) приводят к различным актуальным состояниям системы (в настоящем), которые вызывают различия на выходе (в будущем). Это различия, внутренние для системы и не зависимые для внешнего наблюдателя, отвечают Сёрлу Тонони и Кох [5]. ИИ производится между прошлым и настоящим, с одной стороны, и между настоящим и будущим, с другой. Минимальная из этих двух ИИ понимается как ИИ системы в целом. Производство ИИ связано с максимально нередуцируемым *причинно-следственным репертуаром* системы (распределением вероятностей возможных состояний системы в прошлом и будущем), который отличается от максимально возможной энтропии и понимается как системный *концепт*. *Концептуальная структура* системы - это множество всех концептов (с соответствующими показателями ИИ), размещенное в многомерном *концептуальном пространстве*, в котором каждая ось соответствует возможным прошлым и будущим состояниям системы.

Согласно IIT, сознанием должна обладать не всякая система и не каждая структурная часть системы, а лишь целостная система, производящая ненулевую ИИ. Такая система называется *комплексом*. Концептуальное пространство комплекса называется *пространством квалиа*. IIT предсказывает, что обработка информации отдельными элементами или частями комплекса должна быть бессознательной. Однако, если разбить обладающий сознанием комплекс на несколько подсистем, каждая из которых будет производить ненулевую ИИ, они будут обладать сознанием, в то время как комплекс и его сознание перестанут существовать. Например, после рассечения мозолистого тела у человека, правое и левое полушария коры головного мозга обладают сознаниями независимо друг от друга. IIT также предсказывает, что не производящая ИИ сложная система из огромного количества элементов должна быть бессознательна, а производящая ИИ простая система из небольшого количества элементов должна обладать минимальным сознанием.

Сёрл прав, когда говорит, что теоретики IIT не объясняют, каким образом производство ИИ приводит к появлению сознания. Действительно, вместо этого они просто ставят вопрос о том, что такое субъективный опыт и отвечают: «Максимально нередуцируемая концептуальная структура (MICS), генерируемая комплексом элементов идентична его опыту» [6, p.3], при этом MICS характеризует качество субъективного опыта, а ИИ - его количество. Возможно, что объяснение данной постулируемой идентичности будет найдено в рамках IIT позже. IIT находится в самом начале своего развития и, насколько я могу судить, является одной из самых перспективных современных теорий сознания.

Литература

1. Витяев Е.Е. Единая формализация «естественной» классификации, «естественных» понятий и сознания, как интегрированной информации по G. Tononi // Информационные технологии в гуманитарных исследованиях. Выпуск 21. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2015. С.5-14. URL: https://docplayer.ru/67268941-Informacionnye-tehnologii-v-gumanitarnyh-

issledovaniyah-vypusk-21-federalnoe-gosudarstvennoe-byudzhetnoe-uchrezhdenie-nauki.html (дата обращения: 18.05.19).

2. Chalmers D.J. The Conscious Mind: In Search Of A Theory Of Conscious Experience. Santa Cruz, CA: University of California, Santa Cruz, 1995. URL: http://ghiraldelli.pro.br/wp-content/uploads/The-Conscious-Mind-Chalmers-David.pdf (дата обращения: 18.05.19).

https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1005123

3. Iklé M., Goertzel B., Bayetta M., et al. Using Tononi Phi to Measure Consciousness of a Cognitive System While Reading and Conversing // AAAI Spring Symposium 2019 - Towards Conscious AI Systems: Palo Alto, CA, USA. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2287/paper20.pdf (дата обращения: 18.05.19).

4. Koch C. Consciousness: Confessions of a Romantic Reductionist. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2012. URL: http://www.skepdic.ru/wp-content/uploads/2012/11/christof_koch_consciousness.pdf (дата обращения: 18.05.19).

5. Koch C., Tononi G. Can a Photodiode Be Conscious? // The New York Review. March 7, 2013. URL: https://www.nybooks.com/articles/2013/03/07/can-photodiode-be-conscious/ (дата обращения: 18.05.19).

6. Oizumi M., Albantakis L., Tononi G. From the Phenomenology to the Mechanisms of Consciousness: Integrated Information Theory 3.0 // PLOS Computational Biology. May 2014, V.10. Issue 5. URL: https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1003588 (дата обращения: 18.05.19).

7. Searle J.R. Can Information Theory Explain Consciousness? // The New York Review. January 10, 2013. URL: https://www.nybooks.com/articles/2013/01/10/can-information-theory-explain-consciousness/ (дата обращения: 18.05.19).

8. Tegmark M. Consciousness as a State of Matter // Chaos, Solitons & Fractals. 76. 2015: 238-270. URL: https://arxiv.org/pdf/1401.1219.pdf (дата обращения: 18.05.19)

9. Tegmark M. Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence. N.Y.: Alfred A. Knopf, 2017. URL: https://s3.amazonaws.com/arena-attachments/1446178/cffa5ebc74cee2b1edf58fa9a5bbcb1c.pdf?1511265314 (дата обращения: 18.05.19).

10. Tegmark, M.: Improved measures of integrated information. // PLOS Computational Biology. November 2016. 12(11): 1-34. URL: (дата обращения: 18.05.19).

11. Tononi G. Consciousness as integrated information: a provisional manifesto // Biol. Bull. 215. December 2008: 216–242. URL: https://www.researchgate.net/publication/23679696_Consciousness_as_Integrated_Information_A_Provisional_Manifesto (дата обращения: 18.05.19).

12. Tononi G. Integrated information theory of consciousness: an updated account // Arch. Ital. Biol. 150. 2012: 56–90. URL:

https://www.researchgate.net/publication/233724781_Integrated_information_theory_of_consciousness_An_updated_account (дата обращения: 18.05.19).

13. Tononi G. PHI: A Voyage from the Brain to the Soul. N.Y.: Pantheon Books, 2012. URL: http://bookfi.net/book/1506310 (дата обращения: 18.05.19).

Т.Н. Соснина

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

(Самарский университет)

Человечество использует огромное количество продуктов естественной и искусственной природы, которые являются сложными образованиями, развёрнутыми в пространстве-времени.

Продукты естественной природы способны самовосстанавливаться, сохранять динамическое равновесие и подключаться к глобальным биогеохимическим циклам. Продукты искусственные, антропогенные, таким качеством не обладают. Меняя алгоритм естественных систем природы, они становятся причиной региональных и глобальных катастроф. [1] Методологический анализ сложных систем в контексте экологических проблем приобретает особую актуальность.

Исходной «точкой» философского анализа продукта как сложной системы признаётся наличие в них объективного и субъективного оснований с одной стороны; процессуальной и вещной составляющих, с другой. Оба качества иллюстрируются через прочтение координат полного цикла продукта, с учётом энергетического и информационного параметров.

Начало процесса ассоциируется с моментом зарождения идеи о возможности и необходимости появления нового продукта, финал – с созданием его в реальности и приобщение по мере физического, морального износа к биогеохимическим циклам планеты. Другими словами, речь идёт о процессе, описываемом в модели «продукт природы… предмет труда… продукт природы». Эта «объёмная» в методологическом плане модель конкретизируется в четырёх других: две (стадии проектирования и производства) предшествуют появлению конечного продукта, две (стадии эксплуатации и утилизации), завершают практическое их использование.

В каждой из четырёх моделей фиксируется наличие объективного (материального) и субъективного (нематериального) начала. Первое присутствует как субстратно-вещественная сущность, второе – как живой и овеществлённый в средствах труда (орудия и условия деятельности) конкретный и абстрактный труд.

Процесс проектирования иллюстрирует поиск человеком (обществом) предметов природы, способных стать «материальным телом» будущего продукта и совокупных средств труда, при помощи которых становятся возмож-

ными всякого рода манипуляции. В рамках проектирования функционирует первая технологическая цепочка (человек – средство труда – предмет труда), в которой природа как ««ничто», существующее вне человека, «переводится» в состояние «нечто», не существующее вне человека, так как последний сделал её объектом своей теоретической деятельности». Продуктом процесса проектирования становится идеальный каркас – модель будущей искусственной системы, в которой нуждается общество. В предмете труда проектировщика фиксируется движение мысли в понятиях, отражающих реальные манипуляции на всех последующих этапах становления продукта.

Процесс производства (добыча необходимого субстрата, его переработка, доведение до востребованных кондиций) завершается появлением реального изделия. [2]

Что связывает этапы проектирования и производства, делая их единым целым? Последовательно реализуемое в природном социальное начало – труд. «Процесс в продукте… то, что на стороне рабочего проявлялось в форме деятельности…, теперь на стороне продукта выступает в форме покоящегося свойства…, в форме бытия». [3]

Каждый из простых элементов процесса труда теряет одни свойства и приобретает другие:

– человек взамен усилий интеллектуальных, психофизических, израсходованных в процессе труда, получает и необходимые блага;

– средства труда, как искусственное «продолжение сущности человека», теряет часть исходных характеристик, но одновременно содействует получению человеком (обществом) благ;

– предмет труда, противодействуя человеку и средствам труда, приобретает параметры, которые в естественном состоянии им никогда не могли быть получены.

Каждый из моментов труда является специфическим процессом, где совершаются материально-вещественные, информационные и энергетические преобразования. Результатом выступает социально преобразованный продукт природы – продукт общества. [4]

С методологических позиций предмет труда является уникальным элементом процесса труда как вечного, естественного существования цивилизации, ибо в нём и только в нём, запечатлеваются плюсы и минусы усилий человека и средств его деятельности.

Параметры предмета труда фиксируются в пространстве-времени и дают реальную картину изменений субстрата по мере движения к конечному продукту.

Методологическим обоснованием является вывод о том, что природное начало предмета труда насыщается качественно неоднородным социальным.

С одной стороны, в нём объективируется цель, с другой – нечто, ей не соответствующее, появляющееся «попутно с реализацией движущего мотива производства». Последняя доза социального вносит «искажения» в формирующийся продукт. Незапрограммированные свойства могут оказаться вредными,

индифферентными или полезными по отношению к основному свойству (свойствам) продукта, делая его конкретной потребительной стоимостью.

Отношения между полезным свойством (свойствами) и вредным целесообразно считать мерой качества продукта. Если наблюдается обратное (вредные потребительские свойства действуют активно), качество продукта снижается, становится неустойчивым или исчезает вовсе.

Становление основного потребительного свойства с методологических позиций необходимо учитывать в сопряжении с сопутствующими. Поэтапный анализ предмета труда – процесса даёт возможность зафиксировать моменты, когда соотношение основного и сопутствующих свойств начинали меняться в нежелательную, с точки зрения цели, сторону, посредством точек запрета. [5]

Моделирование сложных объектов предполагает системность их конструирования, то есть воспроизведение нескольких вещественных цепочек, составляющих природную основу предмета труда → продукта труда.

Каждая технологическая цепочка состоит из двух модификаций. Одна (базовая) – результатом имеет появление запрограммированного продукта; другая – сопровождающая, фиксирует технологические отходы (представляет особый интерес в экологическом аспекте).

Основное качество системного моделирования состоит в возможности детальной конкретизации процесса производства, то есть иерархического его воспроизведения, начиная с «простой модели» до сложной, соответствующей архитектонике полного цикла продукта.

Анализ сложных систем даёт возможность зафиксировать в привязке с природным и социальным их составляющих, исследовать 26 технологических моделей в их статическом и динамическом, одномоментном и разномоментном состояниях, с учётом качественных и количественных, внутренних и внешних, горизонтальных и вертикальных характеристик. [6]

Литература

1. Соснина, Т.Н. Продукты природы и общества: сравнительный анализ. Монография/ Т.Н. Соснина. – Самара: Самарский гос. аэрокосмический университет, 2007. – 208 с.

2. Соснина, Т.Н. Предмет труда (философский анализ). Монография/ Т.Н. Соснина. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та,1976. – 166 с.

3. Маркс, К. Капитал./ К. Маркс, Ф. Энгельс. – 2-е изд. – М., 1960. – С. 200.

4. Соснина, Т.Н. Об оптимальном варианте функционирования человек – средство труда – предмет труда [Текст] /Т.Н. Соснина// Екологизация. Международный альманах. – Свищев. – Болгария, 1984. – С. 195-209.

5. Соснина, Т.Н. Учёт технологических точек запрета и качества управленческих решений [Текст] / Т.Н. Соснина // Обозрение прикладной и промышленной математики: материалы II-го Всероссийского симпозиума по прикладной и промышленной математике. – 2001. – Т. 8. – С. 330.

6. Соснина, Т.Н. Материальные и информационные потоки производства. Монография / Т.Н. Соснина. – Самара: изд. Самарского аэрокосм. ун-та, 1997. Том 1. – С. 243.

Ю.В. Ставропольский

ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА МАСАХИРО МОРИ И РОБОТОТЕХНИКА В ЯПОНИИ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского)

Среди всех стран Востока, Япония выделяется своей традицией механических роботов, которые именуются каракури-нингё. Первыми японскими роботами считаются механические автоматы, подающие чай, построенные в XVII веке. Знакомство японцев с западными технологиями в механике вызвало усложнение каракури.

Традиционно управление марионетками на Западе осуществляется сверху, а на Востоке – снизу. Помимо этих различий, японские создатели каракури придавали своим куклам способность выражать несколько эмоций. Японские создатели кукол каракури не стремились добиться полного антропоморфного подобия своих созданий. Нередко каракури почитались в качестве синтоистских духовных сущностей ками.

Известный японский конструктор роботов Масахиро Мори обратился к изучению взаимосвязей между роботами и религией. В 1970 году М. Мори опубликовал «Зловещую долину», спустя сорок с лишним лет наконец-то опубликованную на английском языке [2], а в 1974 году выпустил в свет «Будду в роботе: мысли робототехника о науке и религии». В своих публикациях М. Мори пытается осмыслить робототехнику с позиций буддизма. По мнению М. Мори, внутри роботов таится буддистская натура, то есть потенциал для того, чтобы стать Буддой.

Каким образом такое возможно? М. Мори объясняет своё утверждение тем, что во Вселенной всё взаимосвязано, целое можно найти в любой из отдельных частей. Из этого следует, что допущение дискретного существования организмов и вещей, то есть наличия тел у существ, неверно. Представление о том, что существует некий обитаемый дискретный мир, населённый сущностями – не более, чем иллюзия. Всё создаётся и приводится в движение основополагающей жизненной силой, имя которой ку.

В японской анимистской традиции эта сила присутствует в неодушевлённых объектах и зовётся ками. В синтоизме ками понимается в качестве фундаментальной единицы священного. Соответственно, материя обладает буддистской природой. По этим причинам, буддистская природа присуща также машинам и роботам. Истина о Вселенной воплощена во всех её частицах. Не зря Далай-лама утверждает, что поток сознания способен войти в компьютер, а учё-

ный, непосредственно всю свою жизнь посвятивший компьютерным разработкам, может в новой жизни родиться компьютером [1].

При позитивном взгляде на жизнь и душу роботов, возможно допустить реинкарнацию в получеловеческом и полумашинном обличии. Поэтому бесцельно сравнивать ум человека и ум машины, как это делали Жюльен де Ламеттри в «Человеке-машине» либо Джон фон Нейман. Типично западное представление о машине – бездушная. М. Мори утверждает, что оно в корне ошибочно, ибо машинам, как в принципе любым сущностям, включая людей, присуща буддистская природа, которая синтоизме именуется ками. Японские робототехники понимают это без слов.

В 1970 году М. Мори, с целью усилить креативность японского технологического мышления, образовал научно-исследовательскую группу по изучению взаимосвязей между буддизмом и робототехникой «Дзидзай кэнкюдзё». М. Мори удалось обнаружить точки соприкосновения между кибернетической концепцией Норберта Винера и буддистской концепцией самоконтроля.

Созданные человеком машины по своей сути не хороши и не плохи. Они нейтральны. Они существуют постольку, поскольку они – творения рук человеческих, послушны человеческой воле и являются продолжениями человеческого тела. Соответственно, машины обладают широчайшим потенциалом. К просветлению ведут «Коаны искусственного интеллекта», возникшие благодаря интересу исследователей искусственного интеллекта к восточным представлениям о разуме и о его вычислительных возможностях.

На культурой карте мира Инглхарта-Вельцеля Японии отводится место наиболее секулярно-рациональной страны. Вопреки данному факту, в японском обществе с огромным уважением относятся к традиционным ценностям и классической социальной структуре. В понимании европейцев, мировоззрение которых, вопреки европейскому постмодернизму, эстетизму и нигилизму, пронизано идеями христианства, японцы не сильно религиозны. На данное обстоятельство следует обратить особое внимание, ибо в социальных установках в отношении к роботам и к искусственному интеллекту среди японцев легко увидеть синтоистские и буддистские проявления.

При всём культурном эклектизме, японцы рождаются синтоистами, вступают в брак христианами и умирают буддистами. В синтоизме верят, что в природных объектах и явлениях скрываются духи или боги. Эта вера исходит от ранних предков современных японцев и называется анимизмом. По этим причинам, естественные и искусственные вещи в качестве живых сущностей обладают равнозначным онтологическим статусом. В данном контексте можно понять группу «Дзидзай кэнкюдзё», когда она отправляется на поклонение в одну из трёх главнейших синтоистских святынь Мунатака Тайся помолиться об успешной судьбе своей робототехнической продукции.

С позиций синтоизма допустимо рассуждать о святости роботов, как и о святости людей и различных животных. Раньше, прежде, чем внедрить роботов на промышленном предприятии, им нарекали имена. Сегодня этого не делают лишь потому, что роботов стало бесконечно много. Например, на центральном

кладбище города Йокогама имеется робот-священник, внешне выглядящий как человек. Эта машина ежеутренне в молельном зале кладбища поёт буддистские молитвы, поминая почивших людей.

В храме Ороку-дзи в городе Какогава имеется робот-монах. Он застыл в коленопреклонённой позе. У него гладко выбритая голова и оттопыренные уши, как у живого монаха. Он облачён в монашеское одеяние, а в левой руке держит чётки. Этого уникального робота создал на старости лет один бывший японский железнодорожник. В полном согласии с буддистскими заповедями, запрещающими расточительность, робот создан из отходов – из выброшенного на свалку велосипеда, кассетного магнитофона и мотора от стиральной машины. Эти предметы были надлежащим образом освящены, что свидетельствует о том важном значении, которое, при должном уважении к святости предметов, играет в Японии утилизация отходов.

Для похоронных церемоний сконструирован робот-священник, в программе которого содержатся молитвы семи различных буддистских сект, синтоистские молитвы и молитвы двух христианских конфессий. Этот робот совершает религиозные церемонии в часовне, построенной главой строительной фирмы из города Йокогама, решившим выйти на прибыльный, но чрезмерно конкурентный рынок ритуальных услуг. Если в программу робота-священника добавить дату смерти клиента, то робот ежегодно будет служить поминальные службы.

Широкая роботизация японского общества в реальности объясняется нежеланием японцев впускать в свою страну иностранных гастарбайтеров, что при сложившейся демографической ситуации вполне актуально.

Литература

1. Borody W. A. The Japanese Roboticist Masahiro Mori’s Buddhist Inspired Concept of “The Uncanny Valley” // Journal of Evolution and Technology, 2013. No. 23 (1). P. 31 – 44

2. Mori M. The Uncanny Valley // IEEE Robotics & Automation Magazine, 2012. No. 19. P. 98 – 100.

Г.А. Трафимова

ЦИФРОВОЕ ОБЩЕСТВО: ВЫСОКА ЛИ ПЛАТА ЗА ЦИФРОВЫЕ БЛАГА?

(Самарский университет)

Цифровая революция становится непреложным фактом для все большего количества людей. При этом крайне важным является осмысление роли современных цифровых технологий в экономических, политических и социальных процессах при существующих глобальных технологических трендах. Не все государства одинаково быстро и эффективно внедряют в жизнь результаты цифровой революции. В этом плане выделяются свои технологические лидеры

и аутсайдеры, которым, чаще всего, приходится решать сходные проблемы. Речь идет, например, о том, как действовать в ситуации монополизма технологических гигантов, когда от используемых технологий зависит благополучие миллионов людей и общества в целом. Политическая нестабильность, кризисные экономические явления, социальные проблемы приводят к попыткам использовать цифровые инструменты для их преодоления. Основными препятствиями на этом пути выступают отсутствие единой стратегии и долгосрочных планов, а также неэффективность выбранных методов.

Однако есть примеры государств, имеющих на пути построения цифрового общества очевидные достижения. Одним из таких государств является Сингапур. Практически не имея ресурсов, город-государство изначально стремился стать самым технологичным в мире. Начав с программы массового внедрения высокоскоростного интернета в 1998 г., Сингапур одним из первых смог реализовать концепцию «электронного правительства» (e-government), сместив акцент на создание максимально комфортных условий для развития инновационных направлений бизнеса. Как следствие, с 2005 по 2014 гг. число перспективных стартапов в стране увеличилось с 24 тыс. до 55 тыс. Уникальная бизнес-атмосфера и поощрение IT-инициатив (еще в 2013 г. сингапурские технологические бизнес-инициативы привлекли $1,7 млрд. инвестиций, обогнав Японию, Южную Корею и Гонконг) привела к благотворному развитию всей городской инфраструктуры [1].

Претензии Сингапура на статус самой технологически развитой страны в мире привели к появлению в 2014 г. программы «Smart Nation» («Умная нация»), направленной на эффективное использование преимуществ цифровой революции. Используя сочетание политических, экономических и психологических факторов, Сингапур сумел объединить усилия предпринимателей, ученых, чиновников и граждан в рамках единых задач по внедрению новейших технологий в жизнь сингапурского общества и одновременного создания современной комфортной среды обитания [2]. Это позволило Сингапуру стать к настоящему времени одной из самых динамично развивающихся цифровых экономик в мире.

Содержательно программа «Smart Nation» содержит такие направления как: снижение эффекта перенаселенности, решение проблемы старения нации, повышение уровня и качества медицинского обслуживания, создание устойчивой энергетической и транспортной сети. Так, санитарное состояние улиц города с помощью продвинутой видеоаналитической системы и умных мусорных контейнеров контролируется в автоматическом режиме. Сокращения дорожных пробок планируется достичь за счет внедрения общественных беспилотных автомобилей.

Отдельно выделяются проекты, имеющие особую значимость для социальной сферы. Среди них: программа приоритетного проезда автобусов на светофорах; устройства, продлевающие зеленый сигнал для пожилых и людей с ограниченной мобильностью (после приложения социальной карты) и др. Широко известной в мире стала добровольная программа мониторинга по-

ведения пожилых людей, когда датчики фиксируют все передвижения пожилого человека по дому и реагируют, если происходит что-либо неординарное (падение, долгое отсутствие движения и т.д.). При этом результаты поступают не только в медицинский центр, но и близким. Во время тестирования эта программа бесплатна для участников, но в дальнейшем она может стать источником получения прибыли для уполномоченных компаний. Кроме того, в больницах города тестируют системы диагностики, позволяющие получать требуемую информацию по беспроводным сетям от датчиков, подключенных к телу пациента. Интеграция системы телекоммуникационной связи с врачами в социальное жилье и национальную систему здравоохранения позволит оказывать людям не только медицинскую, но и социальную и эмоциональную поддержку.

Программа «Smart Nation» характеризуется своей открытостью. Все данные, структурированные по направлениям, можно найти на информационном городском портале [3]. В частности, интерактивная карта Сингапура в режиме реального времени позволяет людям просматривать данные с систем наблюдения (отслеживать уровень трафика, искать свободные места на парковках, видеть количество людей в определенном районе и т.д.). Власти с помощью подобной карты могут оптимизировать транспортные маршруты, учитывая скопления пассажиров, картографировать распространение инфекционных болезней, создавать урбанистические модели с учетом природных и социальных факторов и т.д.

В рамках долгосрочной стратегии развития запущена программа «Smart Nation Fellowship», направленная на привлечение в Сингапур интеллектуального потенциала - ученых, разработчиков и инженеров со всего мира. Как следствие, к настоящему времени Сингапур стал одним из самых привлекательных мест для создания стартапов, позиционируя себя в качестве глобальной лаборатории для тестирования новых идей и технологий (здесь обосновались 40% всех стартапов Юго-Восточной Азии).

На наш взгляд, масштабность программы «Smart Nation» состоит в том, что огромный объем собираемых и обрабатываемых данных, с одной стороны, позволяет быстро осуществлять необходимые для города эффективные управленческие решения. С другой стороны, этот масштаб не позволяет предсказать все возможные сферы применения формируемой системы в будущем. Для всех других государств, желающих перенять опыт Сингапура, важнейшей проблемой остается правовое регулирование подобного администрирования данных (в том числе, соблюдение конфиденциальности при их сборе и хранении). В самом Сингапуре высокой эффективности программы «Smart Nation» способствует сложившаяся политическая система с высоким рейтингом доверия правительству, доказавшему верность провозглашенным приоритетам и обещаниям. Вместе с тем, Сингапур представляет собой общество, добровольно согласившееся на ограничения свободы слова в обмен на рост благосостояния и заботу государства. Вопрос об использовании государством собранных данных не обсуждается, поскольку, согласно законодательству, не требуется согласия граждан на это или решения суда. Граждане делегировали государству решение

о том, какой информацией и в каких целях оно должно владеть. При этом тотальный цифровой контроль с жесткими санкциями по отношению к нарушителям воспринимается как однозначное общественное благо.

Широкий взгляд на проблему получаемых в рамках такой программы данных (а в общемировом контексте – собираемых «больших данных») показывает, что в современном обществе личные данные фактически перестают принадлежать человеку, они становятся используемыми государством или технологическими компаниями, которые могут принимать определенные решения, в том числе, в соответствии со стратегией государственных программ относительно здоровья, продолжительности жизни, образования, профессиональных планов, стиля жизни людей. Возникает вопрос: насколько готовы люди поступиться своими личными потребностями ради участия в программах цифрового общества? Пример Сингапура показывает, что граждане готовы принимать политику усиления социального контроля в обмен на более эффективное управление страной. Но эта эффективность во многом связана с тем, что многие аспекты жизни в Сингапуре, включая общественный транспорт и жильё, контролируются государственными компаниями, а подавляющее большинство граждан (около 80%) живёт в государственных квартирах.

Вместе с тем, опыт Сингапура позволяет поставить вопрос о связи между экономическим ростом в государстве, комфортностью жизненной среды и правами и свободами людей. Как известно, каждое социальное достижение бывает чем-то оплачено. Оплата эта бывает приемлемой и неприемлемой, причем приемлемость эта часто связана как с общественной атмосферой, так и с личными качествами, ценностными ориентациями и идеалами.

В последнее время усилились дискуссии о правильности «технологического пути» человечества, навязываемой обществу цифровыми технологиями системе координат. Одной из проблем становится конфликт между интересами общества как системы и интересами ряда транснациональных корпораций. Google, Microsoft, Facebook, Alibaba, Huawei и др. получили возможность влиять на технологические, политические и экономические процессы в различных государствах. Это привело к тому, что в ряде стран принимаются все более жесткие меры для защиты своей информационно-коммуникационной инфраструктуры от внешних угроз. Так, правительства нескольких стран запретили телекоммуникационным компаниям использовать оборудование крупнейшего в мире поставщика телекоммуникационного оборудования Huawei в мобильных сетях 5G, ссылаясь на проблемы безопасности. Используя аргумент о возможности кражи корпоративных, научных и военных секретов, эти страны опасаются использования оборудование властями Китая для слежки [4]. Этот аргумент основан, в том числе, на результатах реализации Китаем масштабной программы социального контроля с помощью технологий (система социального рейтинга), вызывающей опасения с точки зрения ее социальных последствий [5].

Анализ процессов, проходящих в становящихся цифровыми обществах, показывает, что фактически можно говорить о формировании нового типа че-

ловека – постчеловека, ориентированного на использование технических достижений ради собственного комфорта, но не имеющего интереса к свободе выбора. Сможет ли человек сохранить свою идентичность в новом обществе цифровых возможностей? Не идет ли речь о потере гуманистических основ человеческой жизни в эпоху тотального цифрового контроля? Насколько опасны проявления постчеловеческих феноменов в современном обществе? Всегда ли предварительно серьезно осмыслены проблемы широкого применения цифровых технологий? Ответы на подобные вопросы могут быть получены только в ходе серьезного осмысления и проработки социальных, правовых, политических и социокультурных аспектов развития цифрового общества совместно представителями социальных, гуманитарных, технических, а также естественнонаучных дисциплин.

Литература

1. Экономическое чудо по-сингапурски. [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://habr.com/ru/company/dronk/blog/395787/
2. Сингапур выводит на новый уровень понятие «умный город». [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://rb.ru/story/smart-nation/
3. Городской портал открытых данных Сингапура. [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://data.gov.sg/
4. Технологическая холодная война: что происходит с Huawei и почему с ней конфликтуют США и Европа. [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://vc.ru/tech/55422-tehnologicheskaya-holodnaya-voyna-chto-proishodit-s-huawei-i-pochemu-s-ney-konfliktuyut-ssha-i-evropa
5. Цифровая диктатура: как в Китае вводят систему социального рейтинга. [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://www.rbc.ru/business/11/12/2016/584953bb9a79477c8a7c08a7

П.А. Хорин

МЫШЛЕНИЕ МАШИН КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ДИФРАКЦИОННОЙ ОПТИКИ В КОНТЕКСТЕ ЭПИСТЕМОЛОГИИ

(Самарский университет)

Аннотация. В данной работе рассматриваются современные взгляды на понятия искусственного и естественного мышления и предпринимается попытка провести связь между мышлением и исчислением в контексте эпистемологии. Вопрос, который связан с процессами познания и производства истинного знания, является актуальным и в прикладных задачах. В ряде случаев классические методы, основанные на проведении экспериментов, не могут дать желаемого результата. В таких ситуациях на помощь приходит мышление машин на уровне моделирования физических процессов и применения искусственного интеллекта при решении обратных задач.

Введение

На данный момент в оптике важнейшим этапом решения фундаментальных и прикладных задач является моделирование действия оптических систем. Как известно, так называемые прямые задачи решены либо строго в аналитической форме, либо при помощи численных методов. Однако при решении обратных задач возникает вопрос: «Как по выходному распределению в некоторой плоскости восстановить параметры оптической системы либо входное распределение?» И сложность разрешения и поиска научного ответа на этот вопрос заключается в ограниченности фиксируемых исходных данных. Другими словами, количество параметров, которое можно физически зафиксировать в выходной плоскости, не достаточно для проектирования системы или описания входного оптического сигнала.

Что касается обратных задач дифракционной оптики – возникает ряд сложностей, который связан с ограниченностью исходных данных. Сложность состоит в том, что волновой фронт описывается амплитудой и фазой, в то время как есть возможность зафиксировать приборами только интенсивность света на поверхности ПЗС матрицы, т.е. квадратичную функцию амплитуды. [1] Применение нейронных сетей разных видов не в полной мере решает эту проблему, и возникает вопрос: «Какие виды машинного мышления могут быть истинными способами решением обратных задач дифракционной оптики?» При этом существуют убедительные теоретические доказательства того, что в дифракционной оптике решение существует.

Конкретная прикладная задача связана с некоторыми неразрешимыми философскими проблемами. Гносеология изучает отношение «субъект-объект», а эпистемология – отношение «объект-знание». Здесь основные вопросы, на которые философы пытаются дать ответ, имеют следующий вид: «Что есть познание?», «Познание как процесс», «Что такое знание?» В философии новейшего времени свои взгляды высказывали Сёрл [2] с тезисом об эпистемологической объективности, Тьюринг об алгоритме [3], Патнем с интерналистической концепцией, Дубровский [4] с тезисом о субъективной реальности, Гильберт с формализацией арифметики и др.

Результаты и их обсуждение

Разработка проблемы искусственного интеллекта (ИИ) связана с результатами исследования естественного мышления или естественного интеллекта (ЕИ). Что касается проблемы сознания – она эквивалентна вопросу об отношении сознания к головному мозгу. Можно предположить, что машинное мышление не может рассматриваться как строго формализованная модель человеческого ума, т.е. нельзя промоделировать разум, в самом широком его смысле, ввиду того что доказательные модели кардинально различаются. В то время как конечный алгоритм задан до запуска программы и не изменим во время его исполнения, у человека алгоритм может модифицироваться во время его исполнения. Другими словами, во время познавательного процесса новые факты могут привносить динамические изменения в сам процесс познания и его

алгоритм, а также могут отразиться на конечном результате. Кроме того, человеческое мышление обладает труднообъяснимым свойством – интуицией – и сложно отрицать, что интуиция тоже играет существенную роль при конструировании познавательного процесса и влияет на скорость, т.е. эффективность получения результата истинного знания.

Нам понадобится разобраться с определением ИИ, а точнее развести понятия «ИИ в слабом смысле» и «сильный ИИ». ИИ в слабом смысле – это инструмент, который помогает изучить сознание. Сильный ИИ – это само сознание. Он понимает и обладает другими когнитивными состояниями. В нашем случае мы рассматриваем ИИ в качестве искусственного мышления, т.е. можно предположить, что существует два типа искусственного мышления: первый – это исчислимый и второй – невычислимый. Проведем процедуру верификации или фальсификации, чтобы убедиться в потенциальной верности предложенного тезиса или отвергнуть его.

Если первый тип искусственного мышления мы рассматриваем как инструмент, который помогает изучить сознание, то этот инструмент сконструирован человеком при участии самого сознания, т.е. система несёт в себе «Печать мастера» в терминах Декарта. Вследствие чего мы можем как перечислить последовательность шагов алгоритма этой искусственной системы, так и вычислить каждый из них при привлечении определённых вычислительных ресурсов машины.

Для рассмотрения процесса исчисления как мышления при решении обратных задач необходимо рассмотреть понятие исчислимость как рекурсивность и эффективный алгоритм. Стоит поставить вопрос о потенциальной невычислимости и провести синтез свойств «исчислимого» и «невычислимого» мышления, с целью получения гибридной системы. «Вычисление представляет собой деятельность, включающую вопросы и ответы, постановку задач и их решение» [5]. Как же найти компромисс между исчислимыми и невычислимыми алгоритмами. Как найти связь частного с целым и целого с частным, выбрать логически верную схему и построить систему, соразмерную человеческому сознанию?

Огромной проблемой в исчислимых алгоритмах является дискретность. Если роль в описании вселенной отводится математике, то «нужно ли считать настоящей математикой только то, что дискретно, и значит, теоретически вычислимо» [5]. Решение в аналитических функциях (непрерывное) можно получить в очень ограниченном круге задач. Говорит ли это о несовершенстве существующих математических методов или наоборот является доказательством в пользу тезиса об алгоритмической не сжимаемости вселенной – не совсем ясно. Концепции симметрии как основополагающему аспекту природы противостоит концепция абстрактной вычислимости, предполагающей дискретную природу вселенной. Видимо, понятие вычислимость необходимо расширять, а таким расширением, по иронии судьбы, может являться разработка квантового компьютера.

При решении обратных задач важным аспектом является предыдущий

успешный опыт решения прямых задач в рассматриваемой области. В системах с уровнем мышления, близким к искусственному интеллекту в сильном смысле, необходимо учесть эту специфику и применить всю мощность исчислимого мышления в качестве аппарата примитивных рекурсивных функций, дискретного представления и логических правил, которые влекут алгоритмическую сжимаемость. Но при этом сделать ещё шаг вперёд при помощи интуитивного мышления и попытаться применить элементы, которые свойственны «невычислимому» мышлению. Простейшее распараллеливание процессов уже сейчас достижимо при помощи многопроцессорных ЭВМ и кластеров со значительной вычислительной мощностью, а в совокупности с концепцией «оракула» [5], который обеспечивает непрерывную связь с внешними источниками, в том числе невычислимой информации, даст значительное преимущество перед существующими кибернетическими системами.

Заключение

Аппарат примитивных рекурсивных функций (ПРФ) может претендовать на связующее звено между «исчислимым» и «невычислимым» мышлением. Примитивно рекурсивные функции являются теоретико-числовыми функциями от натуральных чисел к натуральным числам. Простейшие ПРФ задаются аксиомами, а более сложные получаются путём применения операций над ними. Исходное множество функций является интуитивно вычислимым (в силу своей простоты). Здесь возникают споры, какие операции возможно считать допустимыми в рамках рассмотренного аппарата и что является интуитивно вычислимым. Однако эти функции не исчерпывают многообразия математических объектов. Приходится делать шаг вперёд и снова с некоторыми оговорками расширять аппарат ПРФ.

В качестве возможного решения обратной задачи может выступать гибридная система, которая, строго говоря, не должна являться сильным ИИ, т.е. синтактическим сознанием. Такое утверждение делает предложенную философскую концепцию синтеза элементов «исчислимого» и «невычислимого» мышления физически реализуемой.

В её основе могут лежать трансфинитные математические абстракции (например, функции). Они выходят за пределы интуитивного постижения и, согласно Кантовской философии, являются «идеями чистого разума» в совокупности с расширенным списком операций и правилами логического вывода. Наиболее приемлемой архитектурой предложенной вычислительной системы предлагается принять технологию квантового компьютера, с динамическим распараллеливанием процессов и непрерывным доступом в информационное пространство, в том числе к невычислимым данным.

Кроме того в информационное поле конкретной гибридной машины стоит включить экспериментальные физические установки и дать доступ, в процессе выполнения алгоритма нового поколения, к входным и выходным данным. Так в дифракционной оптике существует возможность сформировать волновой фронт любого типа при помощи динамического транспаранта, который пред-

ставляет собой динамический сложноорганизованный электромеханический аналог дифракционного оптического элемента. Таким образом, можно свести экспериментальную установку до простейшей оптической схемы, а скорость выполнения операций расчёта такого волнового фронта и детектирование выходного распределения при помощи ПЗС матрицы в десятки раз превосходит обычный численный подход. При помощи предложенной манипуляции можно получить эффект непрерывного доступа к «оракулу», ускорить процесс работы машины и внести динамическое изменения поведение системы в зависимости от внешнего раздражителя – результата эксперимента (решение прямой задачи). А в зависимости от множества экспериментальных решений прямой задачи сделать логический вывод об алгоритмической сжимаемости или не сжимаемости обратного решения.

Литература

1. Albanese, R. The inverse source problem for Maxwell's equations [Текст]: сб. статей / R. Albanese, P.B. Monk IOP Publishing 22(3), 2006. – P. 1023 – 1037.

2. Searle, J. R. Minds, brains, and programs [Текст] / J. R. Searle Behavioral and Brain Sciences 3(3), 1980. – P. 417-457.

3. Turing, A. Computing machinery and intelligence [Текст] / A. Turing Mind: – Oxford: Oxford University Press, 1950. – No. 59. – P. 433 - 460.

4. Дубровский, Д.И. Сознание, мозг, искусственный интеллект [Текст]: сб. статей / Д.И. Дубровский. – Москва, 2007.

5. Ершов, Ю.Л. Алгоритмы и вычислимость в человеческом познании [Текст]: Монография / Ю.Л. Ершов, В.В. Целищев Новосиб.: СО РАН, 2012, – 504 с.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

И.З. Асылгареев, С.В. Пальмов

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОЙ ПОЛИКЛИНИКИ

(Самарский государственный технический университет)

Отечественное здравоохранение постоянно находится в состоянии непрекращающихся реформ, тесно связанных с политическими и социально-экономическими преобразованиями в стране. Медицинская помощь сельскому населению России продолжает оставаться «болевой точкой» социальной инфраструктуры.

Здравоохранение села является сравнительно автономным социальным образованием, обладающим свойством инертности по отношению к проводимым реформам, которая обусловлена ресурсными факторами (низкий уровень жизни на селе, недостаток образования, невысокие объемы финансирования, дефицит кадров, территориальная отдаленность, разреженность информационных потоков и т.п. Недостаток финансирования все больше отдаляет сельскую инфраструктуру от городской, оставляя села в некоторой информационной изоляции, так как в сельской местности документация ведется в основном в бумажном виде, затрудняя передачу информации между учреждениями [1].

Авторами предлагается информационная система для поликлиник в сельской местности. Основная функция данной информационной системы - это регистрация пациентов, а также запись их на прием к врачу. Кроме того, с помощью нее можно создавать отчеты, которые потом можно передавать в электронном / распечатанном виде в другие медицинские учреждения. Цель разработки информационной системы заключается в 1) упрощение доступа к персональным данным пациента, 2) сокращение людских и временных затрат на обработку информации, 3) централизации хранения всех данных о пациенте в электронном виде и 4) упрощении вывода отчетов о пациентах.

Информационная система спроектирована с использованием методологии UML [2] и реализована на языке программирования C# и СУБД Oracle 11g.

Основные классы в программе можно разделить на два вида: классы хранения информации и класс для связи с базой данных.

«Patient», «Recording», «MedCard» - классы, которые сопоставляются с записями в таблицах базы данных (рис. 1). Класс «RecordingView» является классом отчетов, хранящим полную информацию о каждой записи на прием.

Класс «SQL» хранит экземпляр подключения к базе данных Oracle и методы, с помощью которых программа взаимодействует с базой данных (рис 1).

Были использованы следующие инструменты: среда разработки Visual Studio 2017, а также программа для работы с СУБД Oracle, упрощающая создание баз данных, Toad for Oracle [3]. Указанные средства позволили создать информационную систему максимально ориентированную на конечного пользователя.

Весь необходимый функционал по реализации методов доступа к информации, хранимой в базе данных, ее модификации и поддержанию базы данных в целостном виде скрыт внутри программы и пользователю нет необходимости знать о нем, чтобы успешно решать весь круг задач связанных с использованием информации, хранимой в базе данных.

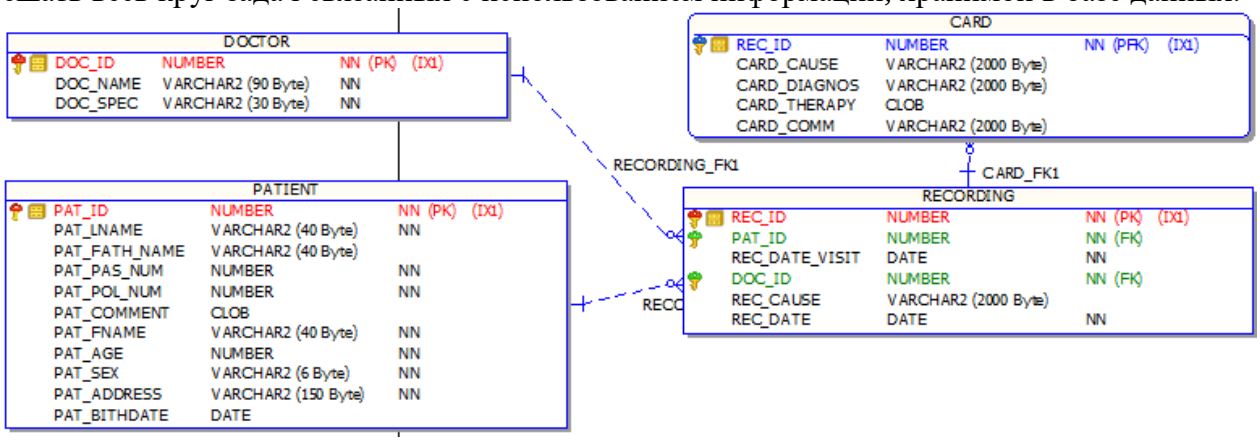


Рис. 1. ER-диаграмма базы данных информационной системы

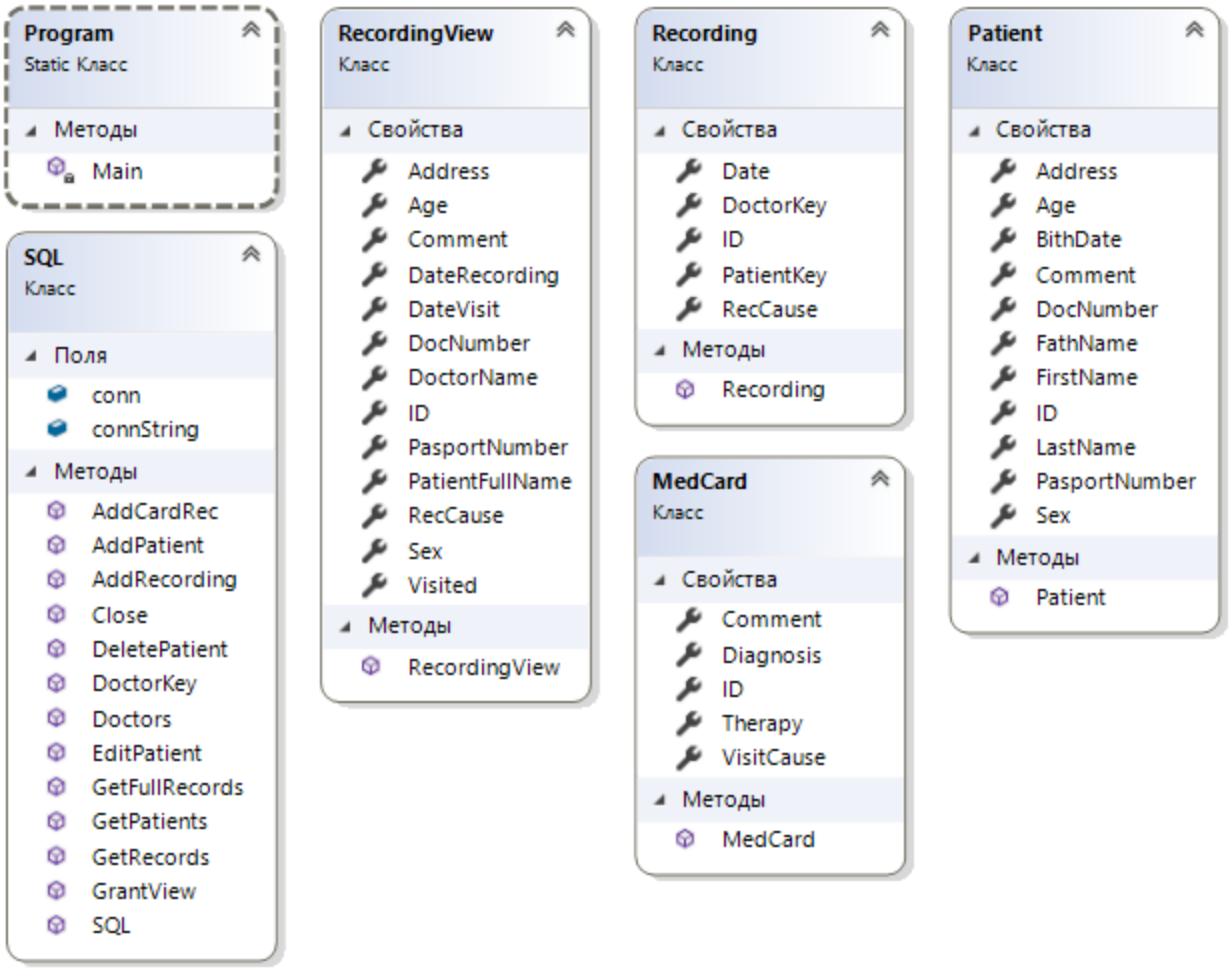


Рис. 2. Диаграмма классов

Литература

1. Структурные преобразования здравоохранения села [Электронный ресурс]. – URL: https://monographies.ru/ru/book/section?id=5716 (дата обращения 19.05.2019).

2. UML: от теории к практике [Электронный ресурс]. – URL: https://javarush.ru/groups/posts/uml-v-java (дата обращения 19.05.2019).

3. Toad for Oracle [Электронный ресурс]. – URL: https://www.quest.com/products/toad-for-oracle/ (дата обращения 19.05.2019).

А.Ж. Баротова, З.Ф. Камальдинова

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ГУБЕРНАТОРСКОГО РЕЕСТРА ОДАРЕННОЙ МОЛОДЁЖИ

(Самарский государственный технический университет)

В статье описывается разработка информационной системы, позволяющей автоматизировать формирование состава Губернаторского реестра творчески одаренной молодежи Самарской области в сфере науки и техники (далее – Губернаторский реестр), учрежденного в 2017 году [1]. Методология отбора участников Губернаторского реестра, а также математические модели описывались ранее [2-5].

Напомним основную формулу для расчета творческого рейтинга участника Губернаторского реестра. Творческий рейтинг для каждого претендента рассчитывается по формуле:

$$T = K * T_{\text{исх}} * \sum_{i=1}^{n} \alpha_i f_i, \quad (1)$$

где: T – творческий рейтинг,

$T_{исх}$ – исходное значение критерия,

n – количество критериев,

i =1, .., n – номер критерия,

K – масштабирующий коэффициент, обеспечивающий, что при нулевых значениях всех критериев, кроме данного, творческий рейтинг будет равен исходному значению критерия,

α_i =1, .., n – весовой коэффициент i-го критерия.

Расчет весовых коэффициентов каждого критерия рейтинга участника Губернаторского реестра определяется методом аналитической иерархии Саати [6]. Таким образом, для каждого участника Губернаторского реестра по итогам его деятельности, рассчитывается творческий рейтинг (одно численное значение). Каждому диапазону численных значений автоматически устанавливается словесное обозначение, утвержденное приказом министерства образования и науки Самарской области [2].

Отметим, что разработка информационной системы ведётся на языке C++, в среде разработки Qt. Основная страница системы позволит региональному оператору Губернаторского реестра загрузить данные формируемые на портале Единой Самарской областной системы мер по выявлению, развитию и поддержке творчески одаренной молодежи, расположенному по адресу http://www.creative-youth.ru/ в формате электронной таблицы. После обработки файла оператору будет показан диалог для уточнения данных с необходимостью их подтверждения, либо сообщение об ошибке, если данные были введены неверно. Система позволит оператору проверить и при необходимости уточнить уровни важности вносимых критериев.

После уточнения данных, программа вызывает окно «Сохранить как…» для выбора места сохранения файла с результатами формирования реестра. По завершению сохранения выходного файла выводится сообщение об успехе операции.

Литература

1. Постановление Губернатора Самарской области №100 от 29.05.2017г. «Об учреждении Губернаторского реестра творчески одарённой молодёжи Самарской области в сфере науки и техники».

2. Приказ министерства образования и науки Самарской области №244-од от 09.07.2018 г. «Об утверждении порядка включения детей и молодежи в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи Самарской области в сфере науки и техники».

3. Баротова А.Ж., Камальдинова З.Ф. Информационная система поддержки формирования состава членов Губернаторского реестра по итогам областного конкурса «Взлет» // Цифровизация и управление в социальных системах ЦУСС 2018 // Сборник научных трудов. Под редакцией А.В. Иващенко, З.Ф. Камальдиновой. Самара, 2019. С. 4-13.

4. Камальдинова З.Ф., Пиявский С.А., Елунин М.Н. Технология взаимодействия ученых и творчески одаренных школьников в виртуальной научно-образовательной среде // Известия Самарского научного центра РАН, т. 20, №6(2), 2018. С. 328-334.

5. Пиявский С.А., Камальдинова З.Ф., Елунин М.Н. О формировании экспериментального сегмента национальной развивающей коммуникационной научно-образовательной среды дополнительного образования творчески одаренных детей и молодежи / В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018) Труды Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.А. Прохорова. 2018. С. 1292-1295.

6. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

О.Г. Васюков, И.Р. Асейдулин

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

(Самарский государственный технический университет)

В наше время рынок программного обеспечения (ПО), связанного с СУБД, насчитывает несколько десятков различных программных решений, которые зачастую заметно отличаются друг от друга логической моделью базы данных, объемом хранимых данных, временем доступа к информации, временем обработки запросов и т.д. Возникает актуальная проблема в выборе СУБД для решения возникающих задач.

В данной статье будут рассмотрены некоторые аспекты решения этой актуальной проблемы посредством их сравнительного анализа. Наиболее популярными на данный момент СУБД являются: Oracle Database, PostgreSQL и MongoDB. Перейдем к их более подробному рассмотрению, описанию сильных и слабых сторон.

Oracle Database представляет собой объектно-реляционную СУБД корпорации Oracle, которая является наиболее популярной благодаря внедрению в неё новейших инновационных технологий, а также её большим функциональным возможностям.[1]. Сильными сторонами Oracle Database являются:
-широкий спектр различных функциональных возможностей и дополнительных функций;
-многоплатформенная поддержка различных операционных систем (ОС);
-работа с облачными средами и размещение на одном или нескольких серверах, что позволяет управлять БД, которые содержат миллиарды записей;
-поддержкой концепта ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability);
-поддержка множества интерфейсов и протоколов;
-отличная масштабируемость, благодаря которой обработка миллиардов записей происходит без потери производительности;
-высокий уровень безопасности, связанный с тем, что каждая транзакция изолирована от других, используются все новейшие разработки по безопасному хранению;
-возможность использования в качестве движка для веб-приложений (Oracle APEX).

Слабыми сторонами являются: высокая цена лицензии и сервера; высокое потребление системных ресурсов, необходимость мощных систем; сложность настройки, управления и администрирования, необходимость высококвалифицированного персонала. [2].

На данный момент СУБД Oracle Database является самой популярной и лидирующей среди всех платных СУБД благодаря уникальным выше перечисленным сильным сторонам данной системы. Однако данная СУБД, корпорации Oracle, логически применима лишь в крупных организациях, различных корпо-

рациях и международных учреждениях. Это обусловлено тем, что использование данной СУБД экономически выгодно и имеет смысл лишь при необходимости в работе с крупномасштабными БД, которые рассчитаны на большое количество пользователей (десятки тысяч пользователей), высококвалифицированный персонал.

Перейдем к рассмотрению СУБД под названием PostgreSQL. Данный программный продукт является свободной объектно-реляционной СУБД. PostgreSQL является одним из наиболее популярных бесплатных вариантов этого вида ПО, часто используемым для ведения баз данных веб-сайтов и других крупных ресурсов. PostgreSQL является одной из первых разработанных СУБД. В связи с этим в настоящее время данная система хорошо развита, и позволяет пользователям управлять как структурированными, так и неструктурированными данными. Рассмотрим сильные стороны данной СУБД:

-кросс-платформенная поддержка большинства ОС;
-хорошая масштабируемость, способна обрабатывать терабайты данных;
-поддержка формата json;
-обладает объектно-ориентированным функционалом, в том числе полной поддержкой концепта ACID, обеспечивающего надежную работу и предсказуемое выполнение;
-возможность настройки собственного интерфейса;
-собственный инструментарий импорта информации из других типов БД;
-полная совместимость с SQL в отличии от других бесплатных решений;
-бесплатная СУБД с возможностью подключения платных функций.

Недостатками PostgreSQL являются: повышенный расход ресурсов; слабая техподдержка; проблема с выбором хостинга; скорость работы системы может падать во время проведения пакетных операций или выполнения запросов чтения.[3].

В сравнении с другими бесплатными СУБД PostgreSQL обладает большей надежностью, безопасностью и предсказуемостью выполнения запросов, а также благодаря собственным инструментам импорта информации из других типов БД (EMS Data Pump for PostgreSQL), в PostgreSQL удобнее всего интегрировать таблицы из других БД, что делает её наиболее гибкой, функциональной и расширяемой.

PostgreSQL подходит для организаций с ограниченным бюджетом и большими базами данных, но с квалифицированными специалистами, когда требуется возможность выбрать свой интерфейс и использовать json. Оптимальнее всего использовать данный программный продукт в фирмах и организациях, которые делают упор на хорошую надежность, безопасность и целостность данных, при условии средней скорости работы, а также не имеющие большие средства для покупки платных подписок и лицензий, так как PostgreSQL является бесплатной системой управления данными.

Рассмотрим ещё одну популярную в настоящее время СУБД MongoDB, – документно-ориентированная СУБД с открытым исходным кодом, не требующая описания схемы таблиц. Классифицирована как NoSQL, использует JSON-

подобные документы и схему базы данных. Предназначена для приложений, которые используют как структурированные, так и неструктурированные данные. Ядро является очень гибким и работает при подключении БД к приложениям через драйверы MongoDB.[4]. Сильными сторонами MongoDB являются:
-бесплатная СУБД с поддержкой коммерческой платной версии с дополнительными решениями;
-высокая скорость работы;
-отличная масштабируемость;
-поддержка всех форматов и документов NoSQL;
-данные любой структуры могут быть прочитаны и сохранены с высокой скоростью;
-возможность работы с любыми видами данных.

Недостатками данной СУБД являются: в качестве языка запросов не используется SQL; сложная процедура внедрения; для работы с реляционными БД придётся вручную переписать код; медленная скорость работы с реляционными БД; средний уровень безопасности.[5].

MongoDB входит в список наиболее популярных СУБД благодаря возможности работы с большими объемами разнородных типов данных, которые тяжело поддаются классификации. Данная СУБД подойдет для организаций, которые нуждаются в работе с различными типами данных с высокой скоростью и не основываются на работе с реляционными БД.

В результате анализа нами были выявлены и описаны достоинства и недостатки выбранных программных продуктов, на основе которых мы сделали выводы о сфере применения СУБД, решаемых задачах, а также об уровне организаций и компаний, в которых было бы целесообразно применять данные СУБД.

Литература

1. Oracle Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Oracle_Database (дата обращения: 02.03.2019).
2. Характеристика СУБД Oracle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.omega.ru/oracleinfo.html (дата обращения: 05.03.2019).
3. SQLite, MySQL и PostgreSQL: сравниваем популярные реляционные СУБД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tproger.ru/translations/sqlite-mysql-postgresql-comparison (дата обращения: 10.03.2019).
4. MongoDB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.bmstu.wiki/MongoDB (дата обращения: 12.03.2019).
5. MongoDB База данных NoSQL-типа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:MongoDB_%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_NoSQL-%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B0 (дата обращения: 17.03.2019).

О.Г. Васюков, А.О. Галиёва

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЗНАНИЙ И КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

(Самарский государственный технический университет)

Современный мир живет в эпоху перехода от постиндустриального общества к обществу информационному, в котором главным продуктом становится информация. Тема настоящей работы связана с обширной областью знаний проектирования и разработки информационных систем.

Цель данной работы состоит в разработке информационной системы автоматизации учета знаний и компетенций студентов. Данная информационная система представляет собой приложение операционной системы Microsoft Windows, взаимодействующее с системой управления базами данных Microsoft Access. Для достижения этой цели был решен ряд задач. Во-первых, проведен анализ предметной области, заключающийся в UML моделировании. Во-вторых, проведено проектирование и разработка базы данных в среде Microsoft Access. В-третьих, разработано приложение в среде Visual Studio.

Объектом исследования является учебное заведение, в котором не реализованы должным образом механизмы автоматизации учета. Предмет исследования – управленческий учет учебного заведения.

Основные методологии, задействованные в работе: UML (Unified Modeling Language) унифицированный язык моделирования, RAD (rapid application development) методология быстрой и эффективной разработки приложений Visual Studio, а также методология проектирования реляционных баз данных.

В силу того, что программой будут пользоваться как студенты, так и администратор системы, целесообразно реализовать программу как настольное приложение, которое будет удаленно запускаться на сервере. При этом возможно использование, в качестве базы данных приложения, файл-серверную СУБД Microsoft Access. На рисунке 1 показана архитектура системы.

Приложение, запускаемое удаленно, может использоваться на разных компьютерах: как в режиме администрирования, так и в режиме тестирования для студентов.

В качестве операционной системы целесообразно использовать Windows 8 и более новые.

В качестве среды разработки выбрана интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio 2015. Система поддерживает разработку приложений на языках программирования C, C++, C#, VBA. Для доступа и взаимодействия с базой данных в среде реализована технология ADO, с помощью которой решается весь спектр вопросов этой тематики. В качестве языка программирования выбор сделан в пользу объектно-ориентированного языка C#.

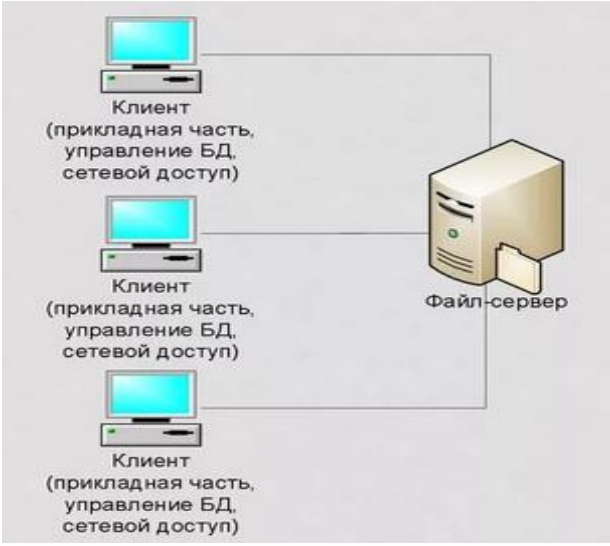


Рисунок 1 – Файл-серверная архитектура приложения

Программа реализована в виде настольного приложения Windows 8.1. После того, как студент ответит на все вопросы осуществляется показ окна результатов тестирования (рисунок 2).

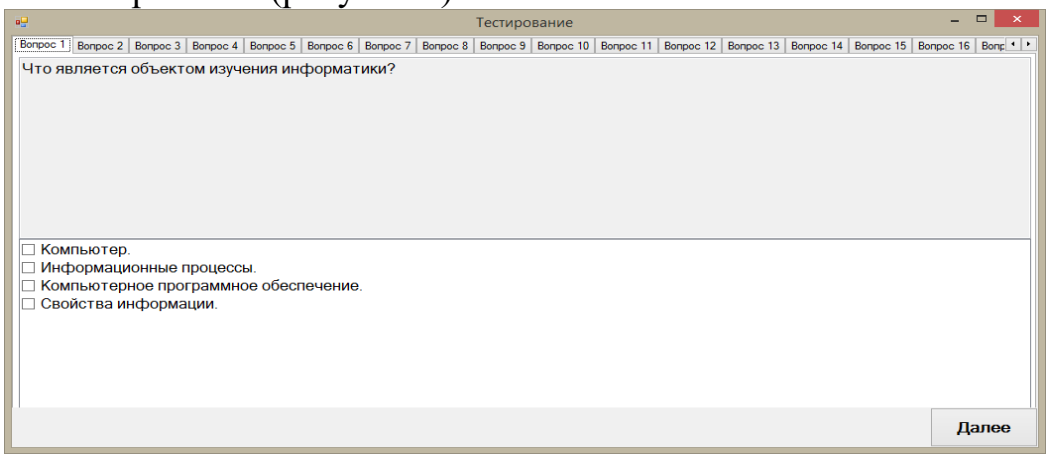


Рисунок 2 – Окно тестирования

Для учета успеваемости можно создать отчет. Для этого необходимо нажать на пункт меню «учет - отчетность». В результате загрузится окно отчетности, показанное на рисунке 3. В этом окне можно распечатать или экспортировать отчет в популярные форматы файлов.

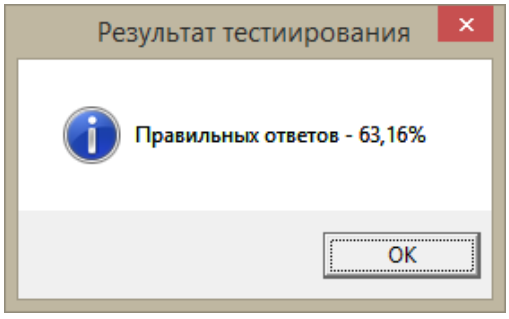


Рисунок 3 – Информационное окно результатов тестирования



Рисунок 4– Окно программы с открытым справочником преподавателей

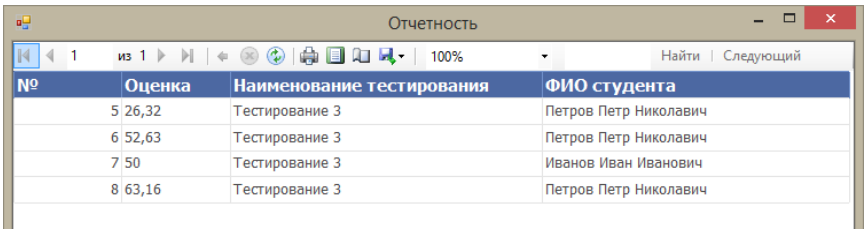


Рисунок 5– Окно отчетности

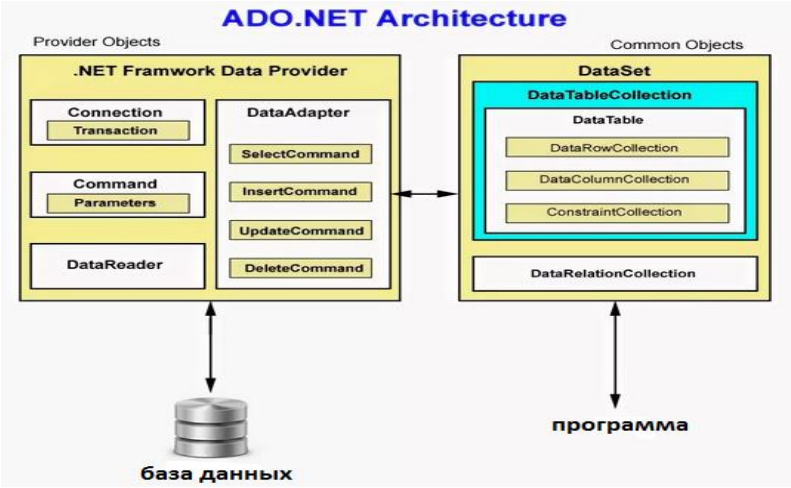


Рисунок 6 – Структура системы

Объектом испытаний является информационная система учета знаний и компетенций студентов.

Целью испытаний является проверка работоспособности системы.

Функциональные требования к системе следующие:

1. Акторы, взаимодействующие с системой: студент и администратор.
2. Авторизация и разграничение прав пользователей в системе.
3. Ведение справочников: предметов, студентов, преподавателей, , групп, успеваемости, тестов.
4. Учет успеваемости для:

– студентов, по результатам тестирования.

5. Формирование отчетов:

– успеваемость учащихся;

6. Решение основных задач хранения и редактирования информации в системе.

Информационная система должна удовлетворять следующим функциональным требованиям:

1) ведение справочника предметов;
2) ведение справочника студентов;
3) ведение справочника преподавателей;
4) ведение справочника тестов;
5) ведение справочника группы;
6) ведение учета успеваемости;
7) формирование отчета об успеваемости;

Разработанное клиентское приложение позволило автоматизировать, и тем самым ускорить рутинную деятельность администратора учета по успеваемости.

Литература

1. Арлоу Д., Нейштадт И. UML 2 и унифицированный процесс. Практический объектно-ориентированный анализ и проектирование, 2-е издание. – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2017. – 624 с.

2. Бекаревич Ю.Б. Самоучитель MS Office Access 2016 / Ю.Б. Бакаревич – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 480 с.

3. Фаулер М., Скотт К UML. Основы СПб.: Символ, 2016, 184 с.

4. Коцюба И.Ю. Основы проектирования информационных систем / И.Ю. Коцюба – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 206 с.

5. Пирогов В.Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование / Ю.В.Пирогов – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 528 с.

6. Рыжко А.Л. Экономика информационных систем: учебное пособие. – М.: Финансовый университет, 2014. – 204 с.

7. Пайлон Д., Питмен Н. UML 2 для программистов. – Пер. с англ. – СПб: Питер, 2012. – 572 с.

И.В. Вязов, А.В. Иващенко

ИНТЕРАКТИВНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО В ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРИБОРНОЙ ПАНЕЛИ АВТОМОБИЛЯ

(Самарский государственный технический университет)

Объектом проектирования является создание приложения распознавания комбинаций знаков приборной панели автомобиля в дополненной реальности под платформу Android.

Цель работы – повысить удобство эксплуатации автомобиля, за счет внедрения технологий дополненной реальность в процесс обучения и ознакомления с возможностями приборной панели.

Панель приборов, как средство отображения информации, в наибольшей степени определяет внутреннюю визуальную информативность автомобиля.

Существуют стрелочные и светодиодные приборные панели.

Любая авто панель приборов должна обеспечивать хорошую обзорность всех шкал и датчиков, установленных на ней.

Это, прежде всего:

- текущее состояние систем автомобиля, непосредственно обеспечивающих безопасность движения
- характеристики движения (скорость, обороты двигателя, дистанция до впереди идущего объекта);
- правильность эксплуатации двигателя, ходовой части, трансмиссии, электрооборудования и всего автомобиля в целом;
- прочие сведения (текущее время, например).

Включает в себя обязательные контрольно-измерительные приборы, сигнальные лампы и органы управления основным и дополнительным оборудованием.

Процесс освоения технического устройства начинается с изучения прилагающийся к ней документации.

Руководство по эксплуатации — документ, содержащий сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках (свойствах) изделия, его составных частях и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования) и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки изделия в ремонт, а также сведения по утилизации изделия или его составных частей. Руководство по эксплуатации как правило разрабатывается и входит в комплект поставки на все технически сложные изделия.

У данного метода предоставления информации об изделии есть масса недостатков.

- Полное и однозначное представление эксплуатационной информации.
- Поддержание целостности документации.
- Организация своевременного и правильного заказа и поставки запасных частей и материалов.
- Использование большого количества бумаги

На решение этих проблем направлено ИЭТР.

ИЭТР – это техническое руководство, которое предоставляется потребителю в электронной форме на мобильном носителе (CD), либо при помощи Интернет. ИЭТР представляет собой структурированный комплекс взаимосвязанных технических данных, предназначенный для предоставления в интерактив-

ном режиме справочной и описательной информации об эксплуатационных и ремонтных процедурах, связанных с конкретным изделием.

Данный метод избавляет потребителя от всех проблем, которые связанны с традиционной бумажной документацией, преимущество его только в том, что производитель может по максимуму предоставить информацию о изделии, не ограничиваясь информационным объемом.

В свою очередь технология дополненной реальности может вывести предоставление технической информации об изделии на новый уровень интерактивности. Взаимодействуя напрямую с объектом.

Приложение представляет возможность с помощью наведение камеры смартфона на приборную панель считать комбинацию знаков и на изображение в реальном времени вывести информацию о них.

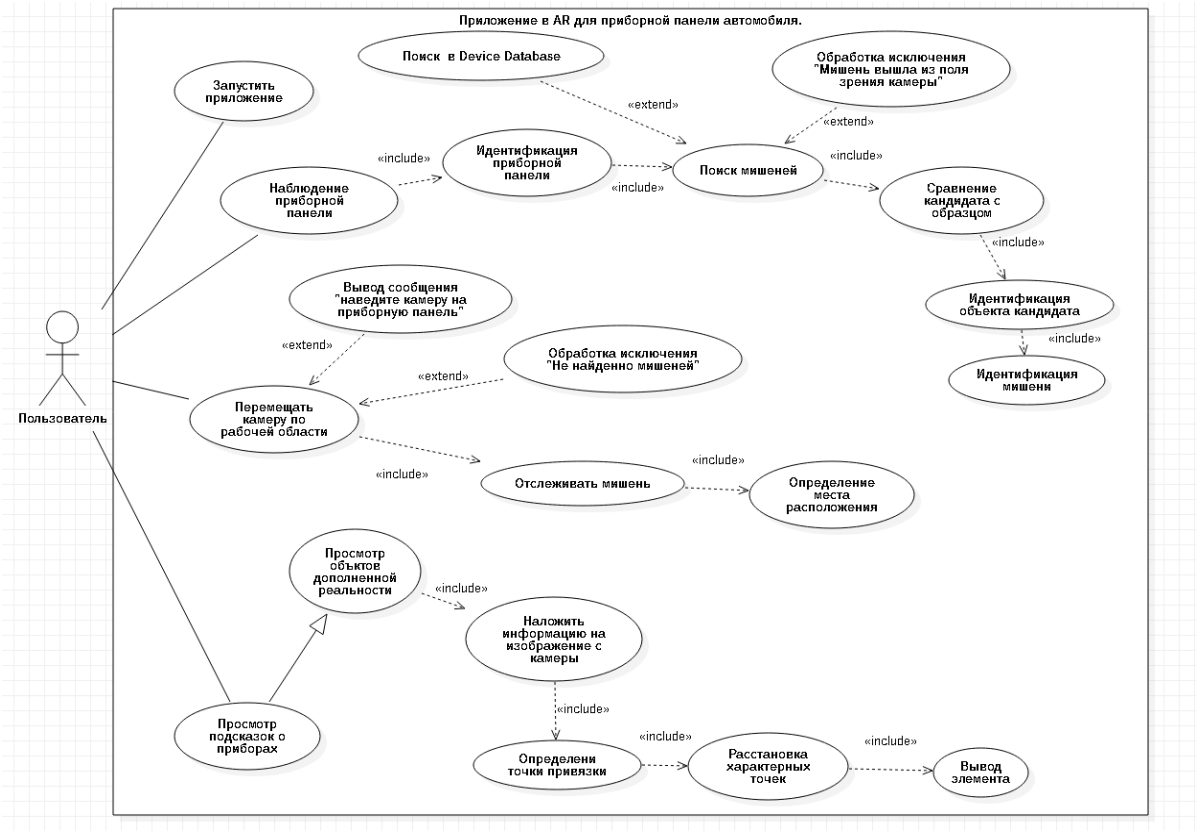


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования приложения для распознавания комбинаций знаков приборной панели автомобиля в дополненной реальности

Приложение распознавания комбинаций знаков приборной панели автомобиля в дополненной реальности ускорит процесс обучения и ознакомления с ее возможностями.

Литература

1. AR – Дополненная Реальность [Электронный ресурс] https://habr.com/ru/post/419437/

2. Учебное пособие по курсу «Человеко-машинное взаимодействие» [Электронный ресурс] https://studfiles.net/preview/1938111/

3. Недостатки дополненной реальности [Электронный ресурс] https://www.mate-expo.ru/ru/article/nedostatki-dopolnennoy-realnosti

4. Вся статистика интернета на 2019 год – в мире и в России [Электронный ресурс] https://www.web-canape.ru/business/vsya-statistika-interneta-na-2019-god-v-mire-i-v-rossii/

Л.А. Гафарова, З.Ф. Камальдинова

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ ЧЛЕНОВ ГУБЕРНАТОРСКОГО РЕЕСТРА ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ИХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(Самарский государственный технический университет)

В Самарской области, начиная с 2015 года, формируется Единая Самарская областная система мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области [1]. ЕСМ включает в себя такие научно-образовательные программы как: «Взлёт», «Полёт» и «Орбита» [2]. Все они нацелены на пополнение реестра молодых ученных Самарской области. Для выявления и поддержки творчески одаренной молодежи проводится ежегодный конкурс научно-исследовательских работ. Участники показавшие наиболее высокие результаты попадают в Губернаторский реестр Самарской области.

Для поддержки и повышения творческого и научного потенциала участников необходимо вводить дополнительные научно-образовательные мероприятия, которые должны положительным образом сказаться на уровне и заинтересованности участников. В настоящий момент в НОП «Взлёт» тридцать одна секция [3]. В каждой секции уровень участников различен, в связи с этим подбор эффективных мероприятий становится достаточно затруднительным.

В системе каждый участник имеет следующие характеристики своей научно-исследовательской деятельности: результат рецензии, рейтинги систематичности, активности и достижений [4]. Было выявлено что рейтинги способны влиять на результат рецензии участников (таблицы 1, 2). Данный фактор показал, что для большего эффекта необходимо подбирать мероприятия по характеристикам участников. Для решения поставленной задачи, было решено прибегнуть к кластерному анализу.

Таблица 1 – Градация силы связи

Значение	Интерпретация	Цвет
до 0,2	Очень слабая корреляция	X
до 0,5	Слабая корреляция	X

до 0,7	Средняя корреляция	X
до 0,9	Высокая корреляция	X
свыше 0,9	Очень высокая корреляция	X

Таблица 2 – Исследование «Зависимость результата рецензии от рейтингов систематичности и достижений»

№	Секция	Кол-во участников	Ср. рез-т рецензии + рейтинг систематичности	Ср. рез-т рецензии + рейтинг. достижений
1	Авиационная и космическая техника, механика и астрономия	22	0,68	0,46
2	Психология и педагогика	40	-0,10	0,39
3	Техническое творчество, энергетика и транспорт	30	0,48	0,48
4	Большие данные, искусственный интеллект, финансовые технологии и кибербезопасность	14	-0,29	0,42
5	Математика	83	-0,20	0,20
6	Физика	60	-0,08	0,40
7	Генетика, персонализированная и прогностическая медицина	9	0,01	0,01
8	Обществознание и право	23	0,26	0,36
9	Экология и сельское хозяйство	64	-0,05	0,05
10	Биология и медицина	76	0,00	0,26
11	Экономика и менеджмент	27	0,23	0,17
12	Космические технологии	9	-0,21	0,23
13	История	65	0,29	0,27
14	Иностранные языки	60	0,09	-0,02
15	Химия	59	-0,22	0,09
16	Агропромышленные и биотехнологии	25	0,08	0,49
17	Литература	55	-0,22	0,38
18	География и краеведение	54	0,08	-0,03
19	Русский язык	54	0,10	0,47
20	Культурология и искусствоведение	24	-0,02	0,54
21	Нанотехнологии	10	-0,59	-0,49

22	Строительство, архитектура и охрана среды	13	-0,03	-0,23
23	Умный город	12	0,20	0,24
24	Социология	32	0,13	0,09
25	Машиностроение, приборостроение и робототехника	13	0,18	0,34
26	Информатика и информационные технологии	38	0,24	0,46
27	Новые материалы	5	-0,51	0,63
28	Нейросети и природо-подобные технологии	4	-0,44	0,42
29	Беспилотный транспорт и логистические системы	5	0,61	0,51
30	Когнитивные исследования	8	-0,06	-0,10
31	Современная энергетика	9	-0,08	0,18
Общее количество участников 2019 год		1002	0,02	0,24

Перед тем как приступить к кластерному анализу необходимо определиться с методом и метрикой [5, 6]. Сравнительный анализ методов (агломеративный, дивизивный, EM-алгоритм и k-средних) показал, что наиболее подходящим для решения поставленной задачи является метод k-средних. Так-как, иерархические методы во многом уступают итерационным. А EM-алгоритм продолжается до тех пор, пока во всех кластерах не будет равное количество объектов.

Так же было поведено исследование, которое показало, что выбор метрики способен повлиять на результат рецензии. Результаты продемонстрированы на рисунке 1.

Для проведения кластерного анализа было решено использовать метод k-средних с применением Манхэттенской метрики.

По итогам проведенной работы можно сказать, что разработанная ИС дополнит основной функционал системы, куда предполагается внедрить данный продукт. Проведенное исследование показало, что оказать влияние на научно-исследовательский уровень участников возможно. Путем проведения различных научно-образовательных мероприятий и т.д. Которые помогут замотивировать, наградить и поддержать участников Губернаторского реестра, для пополнения научного реестра молодых ученых Самарской области.

На основе уже имеющихся данных, с помощью разработанной ИС появится возможность формирования индивидуальных групп, которые наилучшим образом позволят распределить участников на группы. Благодаря чему подбор мероприятий окажется более точным, а их влияние эффективным.

	Метод k-средних + Манхэттенская метрика (расстояние городских кварталов)				Метод k-средних + Евклидово расстояние				Метод k-средних + Квадрат Евклидова расстояния			
	ПЕРВАЯ ИТЕРАЦИЯ											
Кластер	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Кол-во чел.	3	17	24	5	3	17	24	5	3	17	24	5
	ВТОРАЯ ИТЕРАЦИЯ											
Кластер	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Кол-во чел.	9	14	20	6	7	14	12	16	7	14	22	6
	ТРЕТЬЯ ИТЕРАЦИЯ											
Кластер	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Кол-во чел.	11	12	20	6	8	15	14	12	8	15	20	6
	ЧЕТВЕРТАЯ ИТЕРАЦИЯ											
Кластер	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Кол-во чел.	12	6	20	11	3	17	24	5	8	15	20	6
	ПЯТАЯ ИТЕРАЦИЯ											
Кластер	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Кол-во чел.	12	6	20	11	9	14	20	6	8	15	20	6
	ШЕСТАЯ ИТЕРАЦИЯ											
Кластер	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Кол-во чел.	12	6	20	11	11	12	20	6	8	15	20	6
	СЕДЬМАЯ ИТЕРАЦИЯ											
Кластер	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Кол-во чел.	12	6	20	11	11	12	20	6	8	15	20	6

Рисунок 1 – Исследование «Влияние выбора метрики
на результат кластерного анализа»

Литература

1. Камальдинова З.Ф., Куликова Н.В. Анализ итогов проведения областного конкурса исследовательских проектов школьников с применением современных инфокоммуникационных технологий // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки, №1(21), 2019. С. 98-110.

2. Единая Самарская областная система мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области (система «Творческая молодежь») [Электронный ресурс]: URL: http://www.creative-youth.ru (дата обращения: 28.03.2019).

3. Приказ министерства образования и науки Самарской области об утверждении Порядка включения детей и молодежи в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи Самарской области в сфере науки и техники №244-од от 09.07.2018.

4. Пиявский С.А., Камальдинова З.Ф., Елунин М.Н. О формировании экспериментального сегмента национальной развивающей коммуникационной научно-образовательной среды дополнительного образования творчески одаренных детей и молодежи. /В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018) Труды Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.А. Прохорова. 2018. С. 1292-1295.

5. Меры расстояния и сходства между объектами [Электронный ресурс]: URL: https://studfiles.net/preview/1582407/page:3/ (дата обращения: 01.04.2019).

6. Методы кластерного анализа. Иерархические методы [Электронный ресурс]: URL: https://www.intuit.ru/studies/professional_skill_improvements/1210/courses/6/lecture/182?page=2 (дата обращения: 01.04.2019).

Г.Н. Дьяконов, А.В. Тимофеев

ИЕРАРХИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

(Самарский государственный технический университет)

Намерения авторов эксплицируются следующим перечнем:

1. Адаптировать аппаратный по форме и содержанию курс электроники к основному, программистскому, духу учебного процесса в рамках направления 09.03.02.
2. Предоставить учащихся по данному направлению «Информационные системы и технологии» возможность выполнить реально и в полной мере один из обязательных этапов проектирования любой информационной системы: предпроектное исследование объекта автоматизации.
3. Привить обучаемым навык разработки формализованной системы представления знаний.

Цифровизация образовательных услуг любого уровня и содержания требует максимальной адаптированности обучающих систем и технологий к каждому обучаемому [1]. При этом немаловажным фактором является мотивация студента, его «учебная биография», склонности и интересы.

Проводимые в течение нескольких лет собеседования со студентами разных учебных заведений показали, что на фоне преимущественно системотехнического и программистского содержания обучения эта дисциплина кажется студентам чуждой. «В программисты идут те, кто не умеет паять», как гласит инженерная мудрость.

Подготовка будущих специалистов — системных аналитиков и разработчиков современного программного обеспечения настоятельно требует постоянного мониторинга состояния дел в области мировых достижений на предмет совершенствования формы и содержания учебного процесса. Резерв учебного времени по разным причинам сократился весьма ощутимо, так что приходится дорожить буквально каждым часом. Курс электроники не вписывается в эту цельную образовательную парадигму.

Отказаться от изучения электроники невозможно. Однако можно представить курс как процесс построения онтологии предметной области «Электроника». В этом ракурсе изучение элементов и систем промышленной электроники будет рассматриваться обучаемым не как оторванная от основного хода обучения «вставка», а как естественный этап предпроектного исследования предметной области.

Подобный подход позволяет студентам провести серьёзный анализ проблемной области. Это исследование требует в реальности погружение аналитика в круг проблем и функций изучаемого фрагмента действительности. Реальное предприятие является наилучшим вариантом, но перенос предпроектной стадии на его платформу невозможно в массовом порядке.

В самом общем случае онтология должна представлять объекты с наборами свойств и связи между ними, а также допускать выполнение дедуктивных рассуждений над этими представлениями.

Онтологию рассматриваемой предметной области можно построить с различной степенью сложности, огромным количеством методов и средств [2]. Естественным образом организуется некоторая иерархия моделей, в которой следующий по сложности уровень строится на фундаменте предыдущих. Самым первым, наиболее простым вариантом является словник. Из имеющегося в распоряжении обучающегося корпуса текстов по электронике он выбирает терминологические единицы, то есть проблемно-специфичные имена и устойчивые именные словосочетания. Очень важно в это множество предлагаемых к изучению источников были включены вопросы к экзамену или зачёту. Здесь целесообразно использовать методологию ИПА (индивидуального пробельного анализа), некоторой аналогии метода обучения «обратная волна» из нейрокомпьютинга. Вообще многообразие форм представления в корпусе текстов создаёт некоторые трудности, но они могут быть преодолены [3, 4].

Для унификации именования единиц словника удобнее будет разработать систему равномерного кодирования, которая реализуется программно.

На базе словника строится тезаурус. Это происходит за счёт введения в словник парадигматических отношений. Параллельно ведётся построение классификаций. Может оказаться, что введение единой иерархической классификации сравнительно простое дело, однако на практике использовать следует фасетные классификации. Фасеты выбираются по принципам, устанавливаемым учащимися.

Для рассматриваемого случая возможен отказ от классической пятифасетной модели Ш.Р. Ранганатана и реализацией только первых трёх: «Personality — Matter — Energy». При необходимости допускается применение оригинальным схем классификации, но авторы обязаны придерживаться канонов логики в отношении этого вида представления знаний.

Одним из перспективных подходов к получению более совершенного тезауруса является включение в него расщеплённых по принципу семантических падежей Филмора единиц. На подготовленном материале строится собственно онтология. И здесь требуется активное применение формальных методов концептуализации, которые обычно базируются на принципах мереотопологии. В качестве некоторой эталонной модели мереотопологии рекомендуется использовать General Extensional Mereology, добавив аксиомы топологии. В самом общем случае онтология должна представлять объекты с наборами свойств и связи между ними, а также допускать выполнение дедуктивных рассуждений над этими представлениями.

В классическом виде эти принципы вряд ли оказываются эффективными для моделирования рассматриваемой предметной области. Аксиоматическое построение мереотопологии не применимо безусловно в мире «здравого смысла». Рассмотрим аксиому транзитивности отношения PP «является собственной частью»:

$$\forall x \forall y \forall z: (xPPy \,\&yPPz) \rightarrow xPPz$$

При x::='металлургическая зона', y::='биполярный транзистор', z::='усилитель мощности' следует, что частью усилителя мощности является металлургическая зона. Формально это так, но ни один инженер не согласится с этим. Выход представляется на пути использования так называемой «слоистой» мереотопологии, предложенной М. Доннели, где вопрос решается практически так же, как это было в случае с парадоксом Расселла, а именно введением иерархии объектов.

И тем не менее для построения онтологии электроники традиционной ориентации на мереотопологические методологии явно недостаточно. Сами её авторы, в том числе и Акиле Варци, отмечали её недостатки. В связи с этим студентам даётся возможность изобрести свои онтологии. Здесь могут пригодиться различного рода модальные логики и теория размытых множеств и производные от неё теории. Однако предварительно стоит произвести анализ хотя бы частичной применимости аксиом топологии и мереологии и подбор примеров их неудовлетворительности.

В 2018/19 учебном году на кафедре МИРОСТ СамГТУ было проведено пилотное исследование в рамках проведения лабораторного практикума по дисциплине «Промышленная электроника». В целом задействованные студенты проявили активный интерес и отметили целесообразность такого подхода. Делать какие-то выводы и обобщения рано, хотя предварительный результат обнадёживает.

Литература

1. Dyakonov, G. A method of distributed teaching system realization based on fuzzy measurement of user's features [Text]/G. Dyakonov, V/ Yakimov, E. Udaltsova, V. Batishchev, A. Mashkov //Proceedings of The 12th IMEKO TC1-TC7 International Joint Symposium on Man, Science & Measurement, Annecy (France), 3-5 September 2008, pp. 331-336.

2. Буракова Е.Е, Боргест Н.М., Коровин М.Д.[Текст]/ Языки описания онтологий для технических предметных областей. //Вестник Самарского аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета)/№3(45) — 2014. С. 144 — 156.

3. Якимов, В.Н. [Текст]/Моделирование процессов подготовки и принятия решений по проектам на предприятии на основе онтологий//Сборник докладов Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям. 23-25 июня 2008 г. – Санкт-Петербург: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008. – Т.2. – С.96-99. Якимов В.Н., Дьяконов Г.Н. Машков А.В.

4. Якимов, В.Н.[Текст]/ Формирование онтологии предметной области на основе анализа NFL-континуума//Информационные технологии. – 2006. – № 3. – С. 36-39. Якимов В.Н., Дьяконов Г.Н. Машков А.В.

З.Ф. Камальдинова, М.С. Мезенцева

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО КОНКУРСА НАУЧНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ

(Самарский государственный технический университет)

В настоящее время развитие науки имеет актуальное значение. Мир не стоит на месте: появляются новые идеи и изобретения, которые улучшают жизнь людям. Но кто они эти ученые, которые вносят бесценный вклад в нашу с вами жизнь? Делают ее легче и радостнее. Кто – то скажет, что учеными рождаются и кому – то суждено стать великим открывателем, а кому - то нет. Мы считаем, что талант к науке можно выработать, если усердно заниматься и иметь огромное желание, которое может свернуть горы на своем пути.

Для студентов и школьников все больше проводится конкурсов и мероприятий, где они получают знания и опыт преподавателей, а также материальную поддержку, с помощью которой возможно реализовать свои идеи в реальность.

Задача данного исследования состоит в реализации информационной технологии проведения дистанционных конкурсов. То, что конкурс дистанционный, имеет много преимуществ. Для проведения дистанционного конкурса опишем состав основных акторов:

1. Участник конкурса (зарегистрированный в системе школьник или студент)
2. Рецензент, который будет оценивать работы участников (эксперт в своей области знаний).
3. Оргкомитет конкурса, который будет подводить итоги конкурса.

Модель системы представлена в виде диаграммы EDEF0 (рисунок 1).

Далее рассмотрим функции каждого пользователя отдельно. Для иллюстрации этого будем использовать разработанный сайт. Сайт разработан с помощью программной среды OpenServer.

Итак, начнем. Первый и самый главный пользователь – это участник конкурса. При первом входе на сайт необходимо будет пройти регистрацию. Для этого нужно ввести ФИО, электронную почту и придумать логин и пароль для входа на сайт. После успешного прохождения регистрации участник попадает на свою страницу, где отображены его возможности. В личном кабинете участник добавляет работу на конкурс, там же он проверяет статус своей работы и оставляет отзыв о конкурсе. Процесс добавления работы на конкурс можно увидеть на рисунке 2.

После того как участник добавит работу на конкурс она попадает в профиль рецензента, где он проводит ее оценку по 16 критериям. Процесс оценки работы представлен на рисунке 3.

После того как рецензент оценил работу ей присваивается статус «Оценена» и выставляется общая сумма баллов.

Оргкомитет в своем личном кабинете видит все выставленные работы их статусы и оценки, а также отзывы, которые оставляют участники конкурса.

По выставленным оценкам подводятся итоги конкурса. Личный кабинет комиссии можно увидеть на рисунке 4.

Всеми организационными работами на сайте занимается администратор. Он добавляет новости на сайт, пользователей и может их удалять.

В заключении хочется сказать, что информационная система проведения дистанционного конкурса научных работ студентов является только современным инструментом для выявления творчески одаренной молодежи. Чтобы четко ответить на вопрос имеет студент творчески способности и есть ли смысл их развивать, нужно использовать комплексный подход.

Информационная технология поможет в определении студентов заинтересованных в науке, так как участие в дистанционном конкурсе требует от студента дисциплины, самоорганизации, четкого следования плана заданий. На наш взгляд, данные требования будет выполнять только тот студент, который желает развиваться в сфере науки.

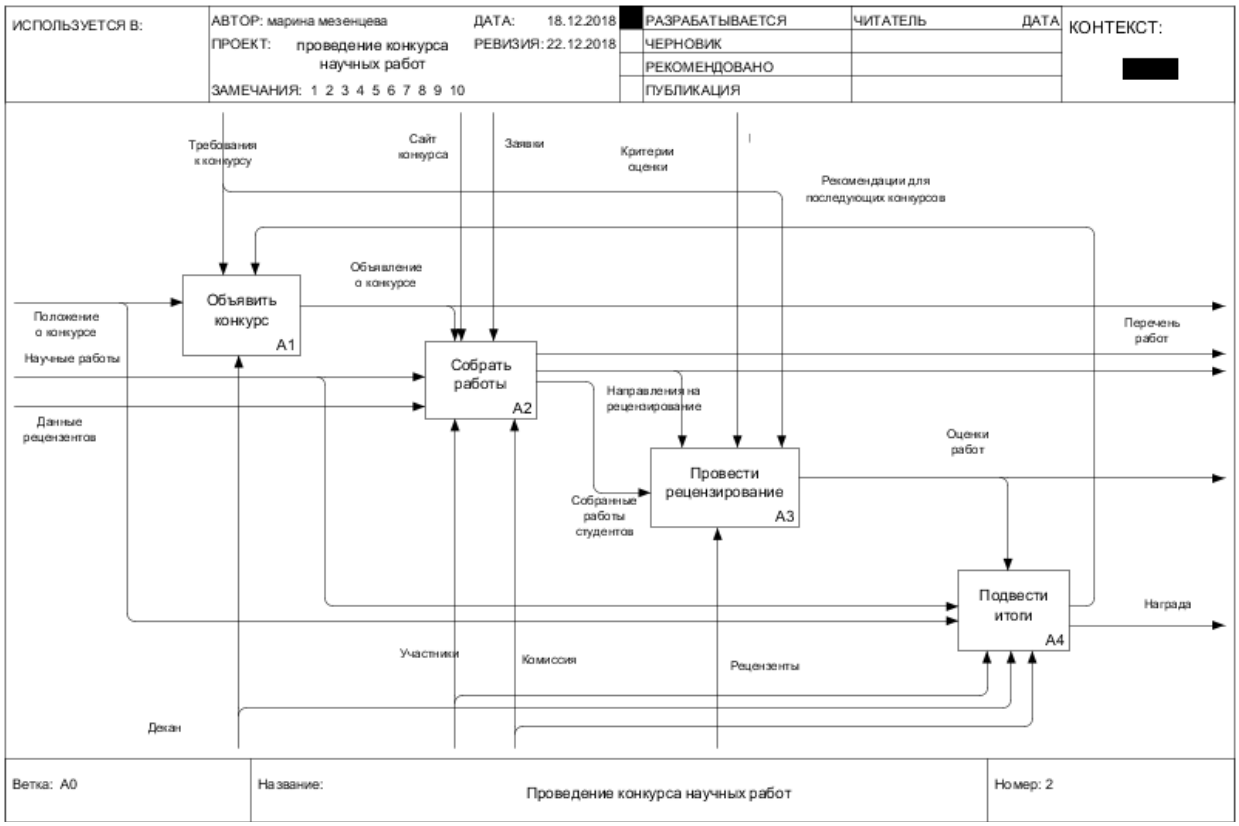


Рисунок 20 - Модель системы

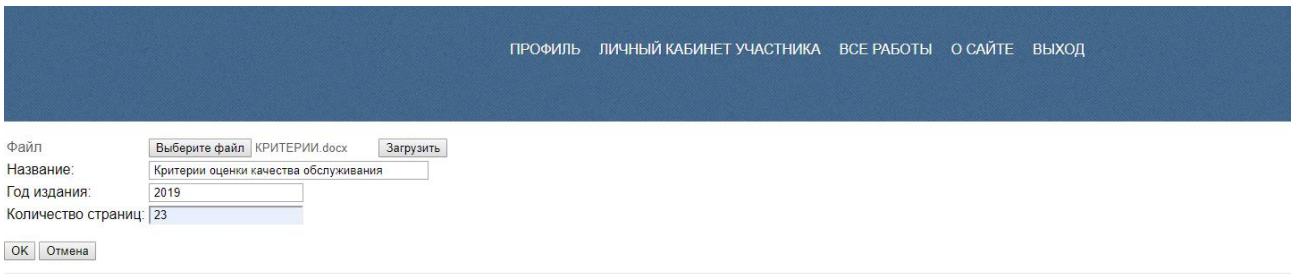


Рисунок 2- Добавление работы

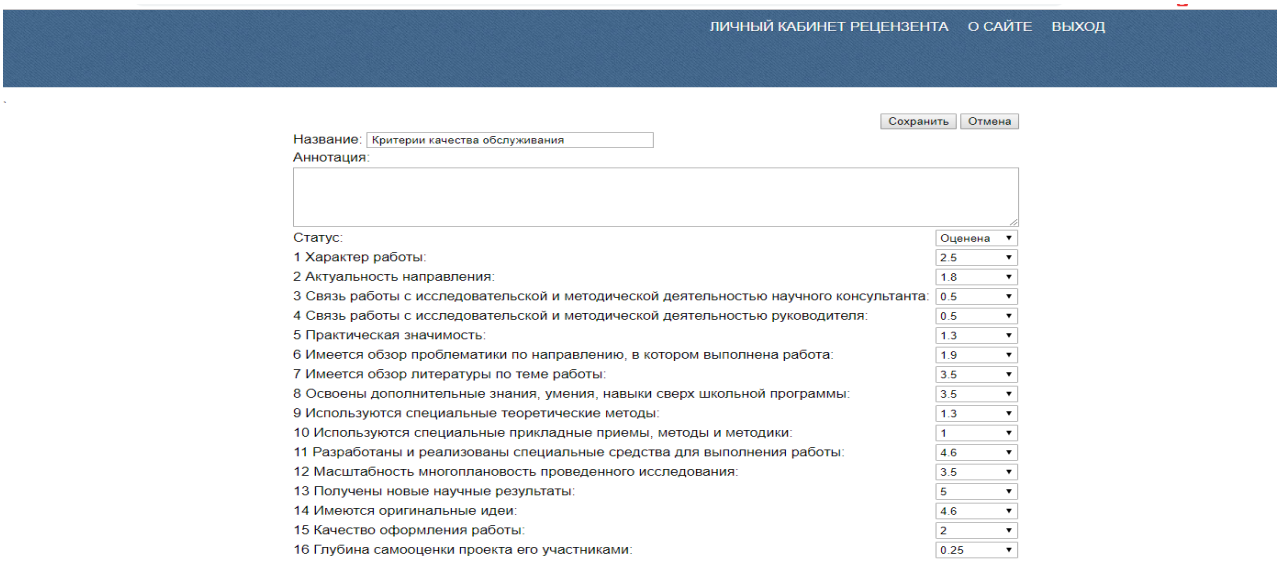


Рисунок 3 - Оценка работы

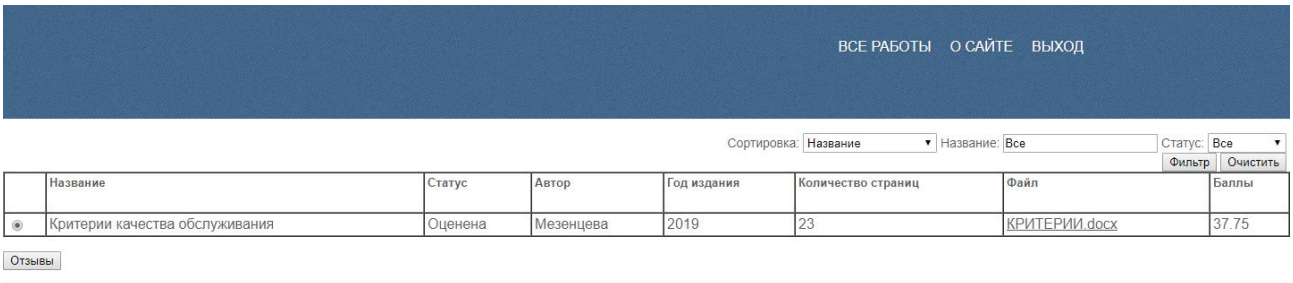


Рисунок 4 - Личный кабинет оргкомитета

Литература

1. Мезенцева М.С., Камальдинова З.Ф. Информационная система дистанционного проведения конкурса научных работ. В сборнике: Цифровизация и управление в социальных системах. Сборник научных трудов. Под редакцией А.В. Иващенко, З.Ф. Камальдиновой. Самара, 2019. С. 42-46.

2. Камальдинова З.Ф., Гафарова Л.А. Аналитическая иерархия. Модуль введения школьником своих достижений. В сборнике: Творческий потенциал - 2017 Сборник статей. Под редакцией С.А. Пиявского, З.Ф. Камальдиновой. 2018. С. 54-57.

3. Как начать работу с OpenServer [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://siteclinic.ru/blog/technical-aspects/open-server/ (дата обращения: 01.05.2019)

4. Все о PHP, MySQL [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: http://www.php.su/ (дата обращения: 25.04.2019).

5. Методология IDEF0 [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef0 (дата обращения: 10.02.2019).

З.Ф. Камальдинова, А.Ю. Мелешков

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С КОНТРОЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В НЕФТЯНОЙ ОТРАСТИ И ВЫЯВЛЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ

(Самарский государственный технический университет)

Значение нефти для энергетики, транспорта, обороны страны и вообще для разнообразных отраслей промышленности и для удовлетворения бытовых нужд населения в наш век исключительно велико. Нефть играет решающую роль в развитии экономики любой страны. Из нефти вырабатываются все виды жидкого топлива: бензины, керосины, реактивные и дизельные сорта горючего – для двигателей внутреннего сгорания, мазуты – для газовых турбин и котельных установок. Из более высококипящих фракций нефти вырабатывается огромный ассортимент смазочных и специальных масел и консистентных смазок. Из нефти вырабатываются также парафин, сажа для резиновой промышленности, нефтяной кокс, многочисленные марки битумов для дорожного строительства и многие другие товарные продукты.

Для нефтяной отрасли чрезвычайно важны вопросы контроля процессов добычи нефти, ее транспортировка и хранение – другими словами, вопросы, касающиеся непосредственной производственной деятельности. При этом заказчику совершенно безразлично, какими средствами информационно-коммуникационных технологий будет решаться задача – главное, чтобы она была выполнена качественно и с приемлемым уровнем затрат.

У каждой нефтяной компании есть технологические объекты управления. В качестве таковых могут выступать оборудование скважин, насосные станции, энергосети, системы управления оборудованием, система контроля доступа или пожаротушения и прочее, т. е. все то, что может подать о себе важный сигнал. На объектах может присутствовать или не присутствовать диспетчерский персонал, но в любом случае концентрированная информация в режиме реального времени необходима именно в корпоративном центре, где есть круглосуточное дежурство высококвалифицированных специалистов.

Производственная задача не может быть разрешена на высоком уровне без применения современных телекоммуникаций, автоматизированных систем управления технологическими процессами, применением программных про-

дуктов управления базами данных, а также внедрением интернет технологий – автоматизацией производства.

Основное назначение программного комплекса – создание системы для выбранной организации, с учетом её предпочтений, которая предоставит возможность автоматически находить отклонения параметров от заданных норм.

Функции, реализуемые системой:

- авторизация для входа в систему по логину и паролю;
- обработка файла с данными по шаблону;
- хранение данных;
- формирование графиков:
- разделение данных по дате/времени;
- поиск отклонений от нормы.

Работа программного комплекса осуществляется следующим образом. Пользователь запускает систему, выбирает нужное ему действие с файлом:

- преобразование файла по шаблону;
- разделение файла по временным промежуткам;
- построение графиков по значениям;
- поиск отклонений значений от нормы.

Действия программы представлены в диаграмме вариантов использования и текстовом сценарии.

Данный программный комплекс будет востребован для быстрого преобразования входных данных, работы с этими данными, визуализацией графиков и поиска отклонений значений от нормы.



Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Литература

1. Пальмов, С.В. Методы и средства моделирования программного обеспечения [Электронный ресурс] / С.В. Пальмов. — Самара: Изд-во ПГУТИ, 2016. — 160 с.

2. Неклюдов С.В., Камальдинова З.Ф. Программный комплекс поиска эффективных объектов. В сборнике: Информационные технологии в работе с одаренной молодежью. Под редакцией М.И. Бальзанникова, С.А.Пиявского, В.В. Козлова. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2015. С. 435.

З.Ф. Камальдинова, А.С. Семёнова

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКЗАТЕЛЕЙ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ЧЛЕНОВ ГУБЕРНАТОРСКОГО РЕЕСТРА

(Самарский государственный технический университет)

Статистика имеет огромное влияние на все сферы в жизни общества. Сегодня эта наука выполняет самые разнообразные функции сбора, систематизации и анализа сведений. Поэтому было решено создать информационную систему позволяющую рассчитывать основные статистические данные при сопровождении созданного в Самарской области Губернаторского реестра творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники (далее – Губернаторский реестр) [1]. Полученные результаты позволят отслеживать темпы развития Губернаторского реестра, а также вносить коррективы в разработку дальнейших мероприятий с участниками реестра.

Итак, целью данной работы стала разработка информационной системы, которая позволит произвести расчет статистических показателей по данным мониторинга членов Губернаторского реестра автоматически, а также сформирует отчет для дальнейшего анализа аналитиком. Разработка ИС для автоматического расчёта статистических показателей позволяет избежать математических ошибок, а также сократит время, затрачиваемое на расчеты аналитиком.

Организатором реестра является министерство образования и науки Самарской области, совет ректоров Самарской области, а координатором является Самарский государственный технический университет.

Реестр представляет собой систему для выявления одаренных школьников и студентов. Он создавался для поддержки одаренных детей и молодежи Самарской области, привлечения их к решению задач социально – экономического, научно-технического и инновационного развития региона.

Участниками Реестра могут быть дети и молодежь в возрасте от 14 до 30 лет включительно, постоянно проживающие или временно пребывающие на территории Самарской области. Участники Реестра делятся на членов Реестра, кандидатов в члены Реестра и участников Реестра, начинающих научно – исследовательскую деятельность. Членами Губернаторского реестра становятся участники научно-образовательных программ «Взлёт» и «Полёт» [2].

Формирование Губернаторского реестра происходит путем расчета творческого рейтинга участников научно-образовательных программ «Взлёт» и

«Полёт». Творческий рейтинг рассчитывается индивидуально для каждой программы, так в программе «Взлёт» на формирование творческого рейтинга влияют 6 показателей, а в программе «Полёт» всего два. После расчета творческого рейтинга каждому участнику присваивается уровень в Реестре. Всего в Реестре четыре уровня: наивысший, высокий, выше базового, базовый. Участнику, набравшему более 75 баллов присваивается «наивысший» уровень, от 50 до 75 баллов присваивается «высокий» уровень, от 25 до 35 баллов работы включаются в «базовый» уровень, от 35 до 50 уровень «выше базового» [3].

В 2016 году членами Губернаторского реестра стали 179 участников программы «Взлёт», в последующие года их количество увеличилось втрое, участниками реестра стали 691 и 684 в 2017 и 2018 годах соответственно [4]. Распределения участников по уровням рейтинга постоянно изменяется, в таблице 1, представленной ниже, наглядно демонстрируется процентное распределение участников Губернаторского реестра по уровням в реестре.

Таблица 1 – Распределение уровней участников реестра за три года в %

Год	Базовый	Выше базового	Высокий	Наивысший
2016	18,44%	36,87%	42,46%	2,79%
2017	37,05%	45,88%	13,31%	2,32%
2018	46,35%	37,43%	13,45%	1,46%

Ежегодная статистика показала, что с увеличением количества участников программы лидирующий по количеству участников уровень снижается. Уровень «Наивысший» встречается в рейтинге наименее часто. Несмотря на увеличение количества участников Губернаторского реестра, количество участников, имеющих уровень «Высокий» значительно снизилось в 2017 и 2018 годах, по сравнению с 2016 годом.

На рисунке 1 представлена диаграмма, отображающая наглядную визуализацию распределения уровней в % за 2016 – 2018 года.

На диаграмме видно какой большой разброс между наиболее и наименее популярным уровнем. За все три года уровень «Наивысший» был присвоен всего 31 участникам конференции, уровень «Высокий» получили 260 участников, уровень «Выше базового» получили 648 участников, а уровень «Базовый» 615человек. Исходя их этого, видно, что наиболее популярным за все три года формирования Губернаторского реестра является уровень «Выше базового». Не смотря на это, в 2016 году количество членов Губернаторского реестра с уровнем рейтинга «высокий» значительно превышает количество участников с другими уровнями рейтинга.

Для наиболее полного представления о системе Губернаторского реестра был проведен расчет показателей моды, дисперсии, среднего арифметического значения рецензента, а также показатели корреляционной зависимости между уровнем в реестре, творческим рейтингом и средней оценкой рецензирования для 2018 года, 2017 года и 2016 года. Полученные результаты представлены ниже в таблице 2.

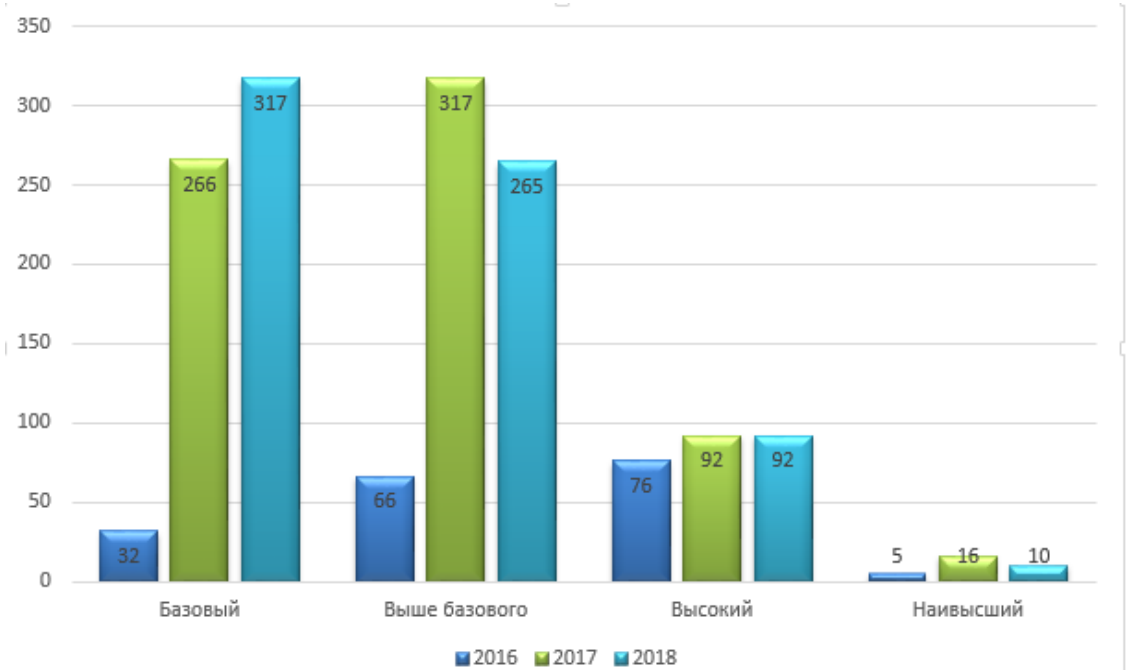


Рисунок 1 – Столбчатая диаграмма распределения уровней в % за три года

Исходя из полученных в ходе расчетов результатов видно, что среднее значение оценки рецензента возрастает ежегодно. В 2017 году минимальное значение рецензии было 2,25 балла, а в 2018 году 4,05, в то время как наибольшее значение за эти два года осталось неизменным и равно 95,8 баллам. Несмотря на то, что в среднем рецензенты стали оценивать работы выше, наиболее часто встречающийся уровень участников реестра уменьшился с уровня «высокий» до уровня «базовый». Стоит вопрос, как влияет оценка рецензента на уровень в участника в реестре? Видна положительная тенденция в зависимости уровня в Губернаторском реестре от значения средних оценок рецензентов, за три года это значение увеличилось на 0,622.

Таблица 2 – Расчет статистических показателей в период 2016 – 2018 годов

Статистическая функция	**2016 год**	**2017 год**	**2018 год**
Мода	Высокий	Выше базового	Базовый
Средне значение рецензирования	35,564	37,606	38,77368
Размах	79	93,35	91,77
Зависимость уровня в рейтинге относительно значения средней оценки рецензентов	-0,299	0,059	0,323
Дисперсия	397,380	419,560	479,221

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что за время существования Губернаторского реестра значительно улучшились методы его формирования, также ежегодно происходят изменения, что способствует увеличению зависимости между уровнем участника в Губернаторском реестре и средней оценкой рецензентами работы участника представленной на конкурс «Взлёт» или «Полёт». Несмотря на ежегодные улучшения, на данный момент

средняя оценка рецензента не имеет стабильной средней или максимальной корреляции, хоть и является ключевым параметром при формировании творческого рейтинга члена Губернаторского реестра.

Проведенный статистический анализ показал, что вместе с ежегодным увеличением количества участников реестра показатели средней оценки рецензентов, размаха этой оценки и дисперсии имеют положительную динамику от года в год. Ежегодно происходило снижение наиболее часто встречающегося уровня. Секция «Физика» заняла лидирующую позицию, как наиболее часто встречающаяся среди членов Губернаторского реестра за три года формирования.

Литература

1. Постановление Губернатора Самарской области от 29.05.2017 №100 «Об учреждении Губернаторского реестра творчески одаренной молодежи Самарской области в сфере науки и техники».

2. Единая Самарская областная система мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области (система «Творческая молодежь») [Электронный ресурс] / URL: http://www.creative-youth.ru (дата обращения: 28.03.2019).

3. Приказ Министерства образования и науки Самарской области от 09.07.2018 №244-од «Об утверждении Порядка включения детей и молодежи в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники».

4. Камальдинова З.Ф., Куликова Н.В. Анализ итогов проведения областного конкурса исследовательских проектов школьников с применением современных инфокоммуникационных технологий // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки, №1(21), 2019. С. 98-110.

М.А. Кокотов, А.В. Тимофеев

РАЗРАБОТКА МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УЧЕТА РЕМОНТА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

(Самарский государственный технический университет)

Эта работа выполняется с целью создания программы для учета ремонта компьютерной техники, которая будет служить для уменьшения временных затрат обслуживания клиентов и улучшения репутации организации.

Разрабатываемая данная информационная система предназначена, для уменьшения затрат на ранней стадии компаний которые только начали свою деятельность. Это позволит уменьшить расходы на закупку программ, ускорить заполнения заявки и увеличить количество обслуживаемых потребителей.

Информационная система содержит данные пользователей и оборудования которое находится на ремонте у фирмы в БД, благодаря чему сотрудники имеют возможность просматривать заявки и эффективнее обрабатывать запросы.

Для создания абстрактной модели системы использовался язык моделирования UML, являющийся наиболее простым и удобным для графического моделирования. UML — язык графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения, моделирования бизнес процессов, системного проектирования и отображения организационных структур. Рассмотрим диаграмму вариантов использования (рисунок 1). Цели диаграммы вариантов использования:

– определить общие границы и контекст моделируемой предметной области на начальных этапах проектирования системы;

– сформулировать общие требования к функциональному поведению проектируемой системы;

– разработать исходную концептуальную модель системы для её последующей детализации в форме логических и физических моделей;

– подготовить исходную документацию для взаимодействия разработчиков системы.

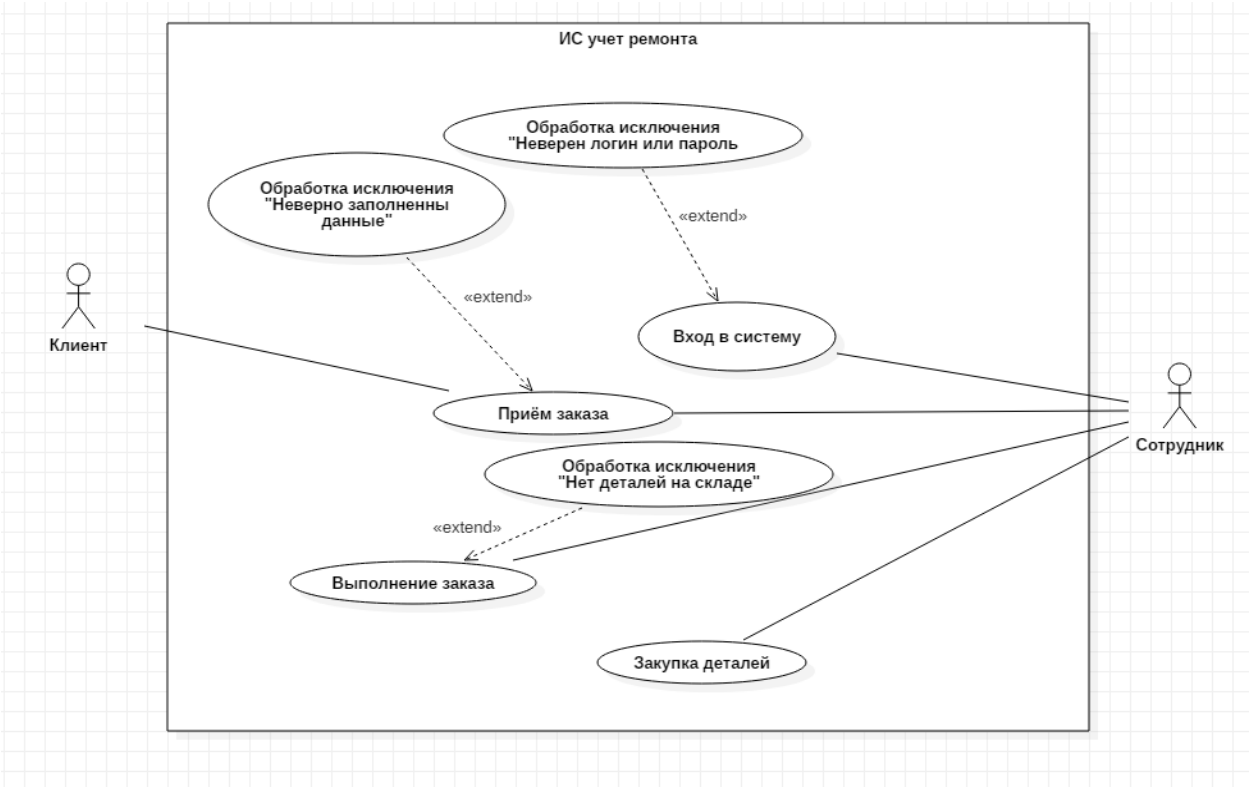


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Система содержит двух актеров: клиента и сотрудника, которые имеют свой перечень функций. Сотрудник это главный актер ИС для начала работы он должен выполнить вход в систему, после чего он может принимать заказы от клиентов и выполнять обслуживание оборудования, также он может выполнять

закупку деталей для ремонта техники. Клиент это физическое лицо он принимает участие только в составление заявки на обслуживание техники.

Рассмотрим диаграмму классов (рисунок 2). В данной диаграмме описаны классы, которые используются в представленной диаграмме. Главным классом является программный комплекс. От системы идут классы, которые относятся к ней. Они подразделены на два вида. Первый содержит в себе некую информацию, базу данных и обозначается значком «entity», второй вид классов обозначает действие, которое выполняет один из актеров в системе. Эти классы связаны с системой стрелками с наконечниками в форме ромба.

Таким образом, можно сделать выводы, что данная информационная система является простой в изучении и использовании. Она содержит в себе необходимые функции, которые должна иметь система учета ремонта. Она является удобной и легка в освоение. Эта система служит для уменьшения временных затрат обслуживания клиентов и увеличению количества принимаемых заказов на обслуживание

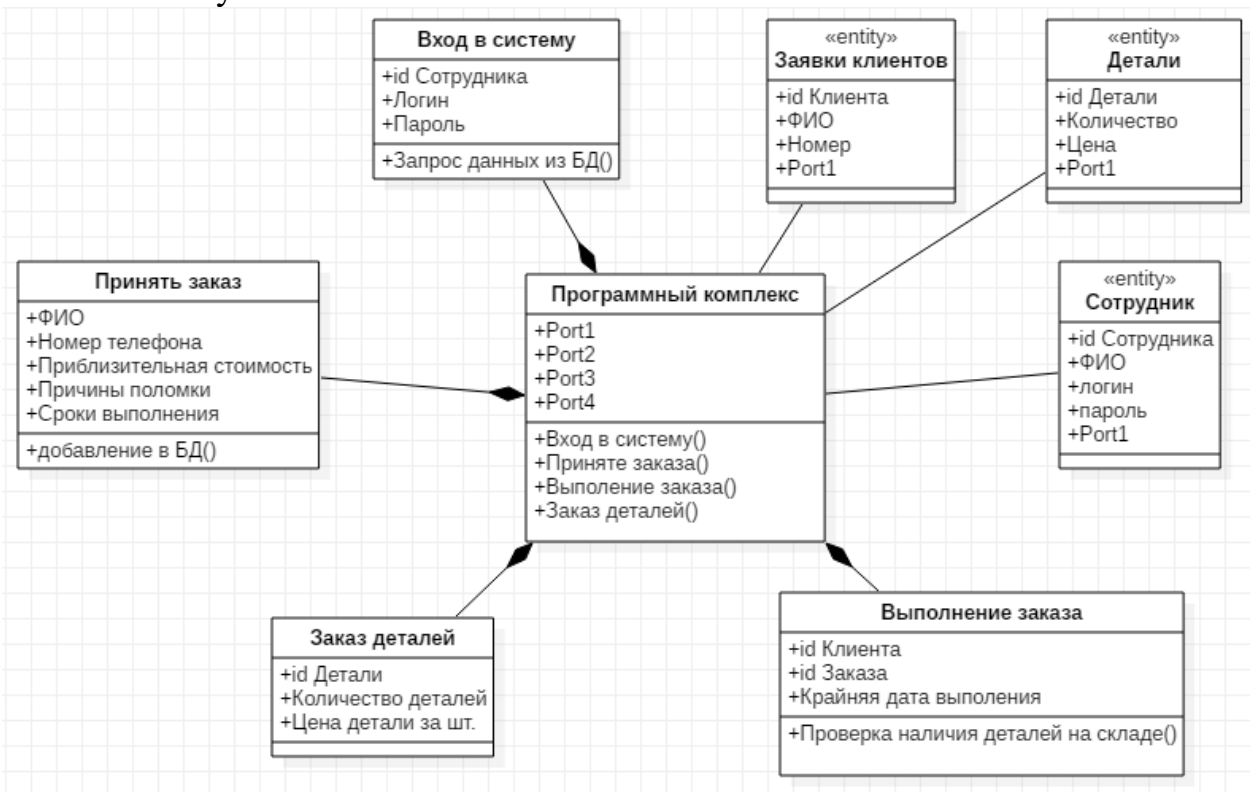


Рисунок 2 – Диаграмма классов для ИС

Литература

1. Константайн Ларри: Разработка программного обеспечения. – 1-е изд. -СПб.: БХВ-Петербург, 2004 – 592с

2. Система технического обслуживания и ремонта оборудования [Электронный ресурс] / URL: http://www.novosoft.ru/nerpa/sistema-toir.shtml (дата обращения 12.05.2019)

3. Леоненков А. Самоучитель UML. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.-234 с

Г. Л. Коробейников, В. В. Козлов

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДБОРА И ПОИСКА ЛЕКАРСТВ НА ОСНОВЕ ДЕРЕВА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

(Самарский государственный технический университет)

В последнее время, торговля в нашей стране стремительно растет, несмотря на все трудности (санкции, налоги и так далее) ситуация меняется к лучшему, это подталкивает на прогресс отечественного производителя, теперь предприятия делают ставку на разработку новых технологий, профессионализм своих сотрудников, что поднимает производство и экономику в целом.

На сегодняшний день, информационные системы повсюду, они имеют очень важное значение, так как используются во многих сферах жизни. Аптека не исключение, все аптеки используют программное обеспечение, которое упрощает, поиск нужных лекарств. Но не каждый человек имеет доступ к таким программам. С помощью краткого интервью пользователя, на основе дерева принятия решений, человек сможет сам поставить себе диагноз, после чего подбор нужных лекарственных препаратов, станет максимально простым. Дерево принятия решений - это средство поддержки принятия решения. Структура дерева представляет собой ветки и листья, в которых указаны возможные решения проблемы, на основе ответа «да» или «нет» мы приходим к нужному варианту.

Цель работы – написание приложения осуществляющего подбор лекарственных препаратов на основе интервью пользователя.

Система будет содержать двух актеров: пользователя и администратора. Администратор – это главный актер ИС. Он имеет полный перечень возможностей как у пользователя и возможность редактирования форм. Основное назначение информационной системы – ускорение и упрощение поиска нужных лекарственных препаратов.

Информационная система объединяет данные о диагнозах, цене, производителях, названиях лекарств в одну БД, благодаря чему Администратор имеет возможность редактировать параметры поиска лекарств.

При работе с системой пользователь и администратор должны иметь возможность выполнять следующие действия:

Для пользователя:

1. Составление поиска лекарств;
2. Выбор параметров поиска (цена, диагноз, производитель, название лекарства, дерево принятия решений);
3. Просмотр информационных справочников (цены, названия, производители).

Для администратора:

1. Составление информационных справочников;

2. Добавление параметров путешествия (цены, диагноза, лекарственного средства).
3. Удаление параметров поиска (цены, диагноза, лекарственного средства).

Общие функциональные требования к системе:

1. Авторизация входа в систему по логину и паролю, для редактирования параметров поиска.
2. Возможность формирования поиска лекарств.
3. Возможность просмотра справочников.

Система будет содержать 2 актёра: пользователь и администратор. Администратор - это главный актёр ИС. Он имеет возможность добавлять и удалять лекарства, диагнозы. Пользователь – заболевший человек, которому необходимо пройти интервью для выбора нужного лекарственного средства. Благодаря тому, что может выбрать цену, посмотреть производителя, ответить на краткие вопросы, выбор становится проще.

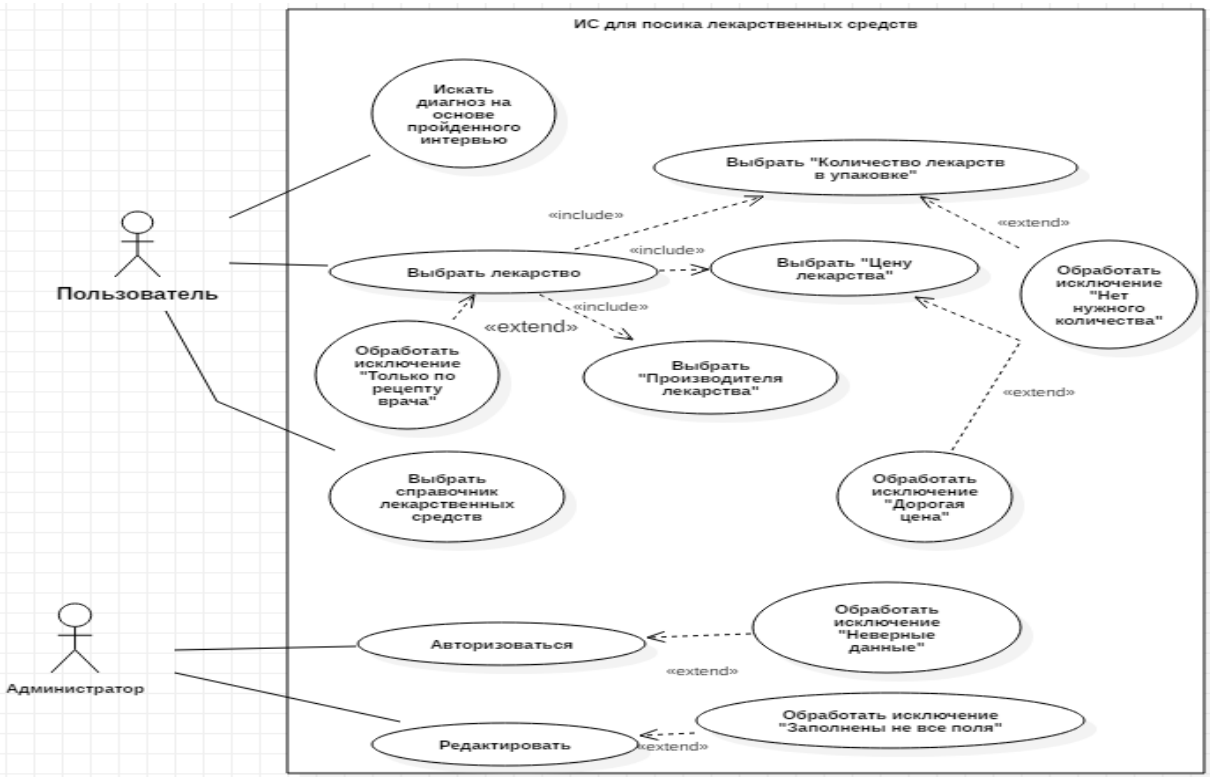


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для ИС

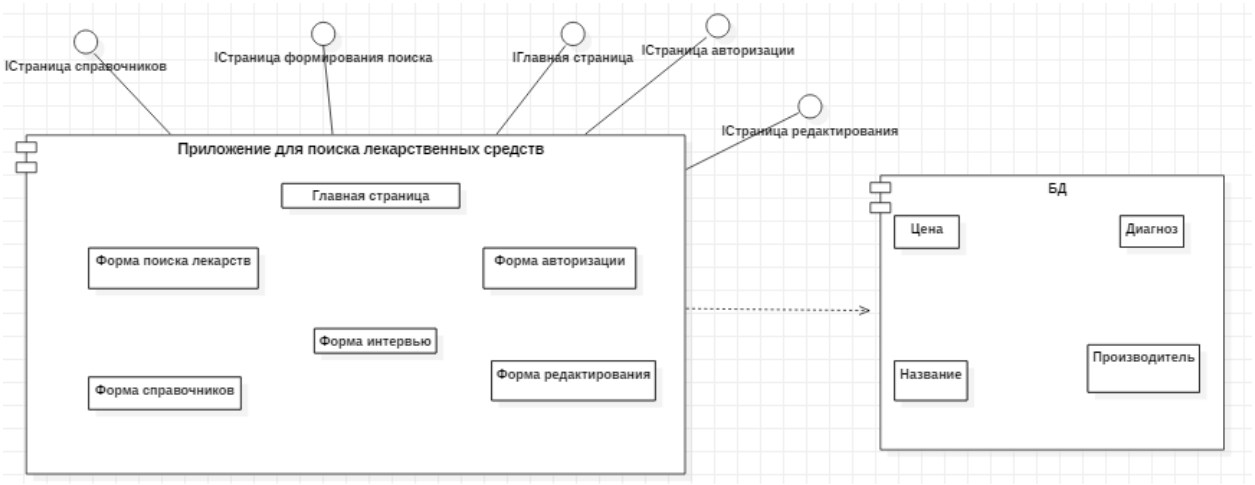


Рисунок 2 – Диаграмма компонентов для ИС

Диаграмма компонентов обеспечивает согласованный переход от логического представления к конкретной реализации проекта в форме программного кода.

Литература

1. UML [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/UML (дата обращения 15.02.2019)
2. Методы и средства моделирования программного обеспечения [Конспект лекций] Автор: Пальмов С.В. (дата обращения: 15.02.2019)
3. Проектирование информационных систем [Электронный ресурс] URL: http://rudocs.exdat.com/docs/index-482278.html (дата обращения 08.03.2019)
4. StarUML [Электронный ресурс] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/StarUML (дата обращения 10.04.2019)

С.А. Корчивой, А.В. Иващенко

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

(Научно-исследовательский институт радио, г. Москва,
Самарский государственный технический университет, г. Самара)

Развитие цифровой экономики на современном этапе связывается с расширением перечня цифровых услуг и обеспечением их доступности для населения [1, 2]. Для создания условий институционального и инфраструктурного развития экосистемы цифровой экономики разработана Программа Правительства РФ. В рамках этой программы выделено пять направлений развития, включающих совершенствование системы образования, развитие цифровой инфраструктуры, обеспечение информационной безопасности, формирование

исследовательских компетенций и технологических заделов и нормативное регулирования.

Одно из этих направлений, посвященное развитию цифровой инфраструктуры, представляет несомненный интерес для специалистов в области информационно-коммуникационных технологий. Оно включает развитие сетей связи, центров обработки данных и цифровых платформ для информационного взаимодействия субъектов экономических отношений. Отметим, что такие платформы не только обеспечивают информационную поддержку существующих, сложившихся в реальности, систем производства, распределения, обмена и потребления, но и обуславливают появление новых условий формирования экономических отношений.

В этом контексте можно говорить о влиянии чертвертичного сектора экономики (экономики знаний) на третичный (сферу услуг), когда цифровизация взаимодействия субъектов определяет новые правила, ограничения и стимулы для такого взаимодействия [3]. Таким образом, появляется новая область исследований, связанная с управлением в цифровых социальных и экономических системах с учетом виртуального характера возникающих экономических отношений.

Важным показателем развития цифровой платформы как основы инфраструктурных решений цифровой экономики является реализация качественно новых источников экономической эффективности. Для оценки ключевых показателей и индикаторов в этой области предлагается модель инфраструктурного возврата [4 – 6], которая позволяет формализовать эффект эмиссии сервисов в рамках информационного взаимодействия. Модель инфраструктурного возврата может быть использована для оценки правильности архитектурных решений, принятых при создании и реализации цифровой платформы.

Архитектурно такая платформа будет содержать программные компоненты, условно разбитые по следующим уровням (слоям)

1. Базовые сервисы – компоненты, предоставляющие универсальную функциональность на инфраструктурном уровне: доступ к данным, интеграционной шине, геоплатформе, аналитическим компонентам анализа больших данных и т.п.
2. Компоненты библиотек – специализированное программное обеспечение, реализующее логику работы приложения на стороне сервера. Данные компоненты могут быть использованы в качестве SDK – средств разработки программного обеспечения для реализации специфической функциональности, требуемой в рамках предметной области.
3. Компоненты пользовательского интерфейса, обеспечивающие ввод и вывод данных от пользователей. В настоящее время здесь широко используются средства интерактивной визуализации, позволяющие построить удобный и функционально насыщенный пользовательский интерфейс.
4. Виртуальные площадки, обеспечивающие взаимодействие акторов в реальном времени или в рамках имитационного моделирования. Данные площад-

ки реализуют сеть сервисов, обеспечивая возможности по их комбинированию и эмиссии.

5. Программные агенты с автономным поведением, позволяющие реализовывать или моделировать действия реальных пользователей посреднического оператора.
6. Компоненты мониторинга и управления, обеспечивающие контроль за выполнением операций и выполняющие вспомогательные функции регулятора.

В качестве одного из сервисов такой платформы можно предложить модели профит-краулера и риск-краулера, построенные по аналогии с распространенными поисковыми роботами, доказавшими эффективность в сети Интернет. Профит-краулер представляет собой программного агента, настраиваемого в соответствии с требованиями потребителя услуг и возможностями сети сервисов. В дополнение к решению описанной задачи поиска комбинации сервисов по запросу краулер производит непрерывный мониторинг сети, конструктивно проходя ее согласно появляющимся контрактам, и подсчитывает возможную доходность от попарного объединения сервисов, помечая возможные новые контракты. Риск-краулер аналогично динамически определяет возникающие угрозы и обеспечивает мониторинг развития ситуации для предупреждения возможного ущерба.

В момент появления нового запроса краулер возвращается по найденным вершинам сети сервисов и собирает найденные консолидации. В результате время на поиск возможных вариантов для пользователя сокращается. Реализация краулеров иллюстрирует идею витуализации дополнительных сервисов в рамках цифровой платформы посреднического оператора, повышающих инфраструктурный возврат.

Предложенное архитектурное решение для цифровой платформы посреднического оператора позволяет реализовать модель инфраструктурного возврата и обеспечить реализацию качественно новых экономических отношений, возникающих за счет интенсивного использования ресурсов ИТ инфраструктуры.

Литература

1. Цифровая Россия: новая реальность // А. Аптекман, В. Калабин, В. Клинцов, Е. Кузнецова, В. Кулагин, И. Ясеновец. – Доклад Digital McKinsey, июль 2017. – 133 с.

2. Государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р

3. Румянцева Е.Е. Новая экономическая энциклопедия. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 810 с.

4. Иващенко А.В., Корчивой С.А. Модель инфраструктурного возврата в цифровой экономике // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 5. – с. 204 – 207

5. Иващенко А.В., Корчивой С.А., Прохоров С.А. Инфраструктурные модели цифровой экономики // Известия Самарского научного центра РАН, т. 20, № 6(2), 2018. – с. 373 – 378

6. Иващенко А.В., Корчивой С.А. Риск-краулер для цифровой экономики // Экономика и менеджмент систем управления, 2018. – № 4.2 (30). – с. 273 – 285

В.А. Леман, В.Д. Бельский

ПРОБЛЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ

(Самарский государственный технический университет)

Высшие учебные заведения и предприятия давно сотрудничают друг с другом, однако студенты не готовы к работе, так как не знакомы с практической стороной своей специальности. Изучив данный вопрос, я решил разработать программу, которая смогла бы помочь как студентам, так и представителям предпринимательской деятельности. Данная программа будет содержать в себе базу данных студентов, по которой представитель организации сможет выбрать нужную специальность, а также отобрать студентов по данной специальности для прохождения практики на их предприятии. Графическое изображение полученной даталогической модели приведено на рисунке 1.

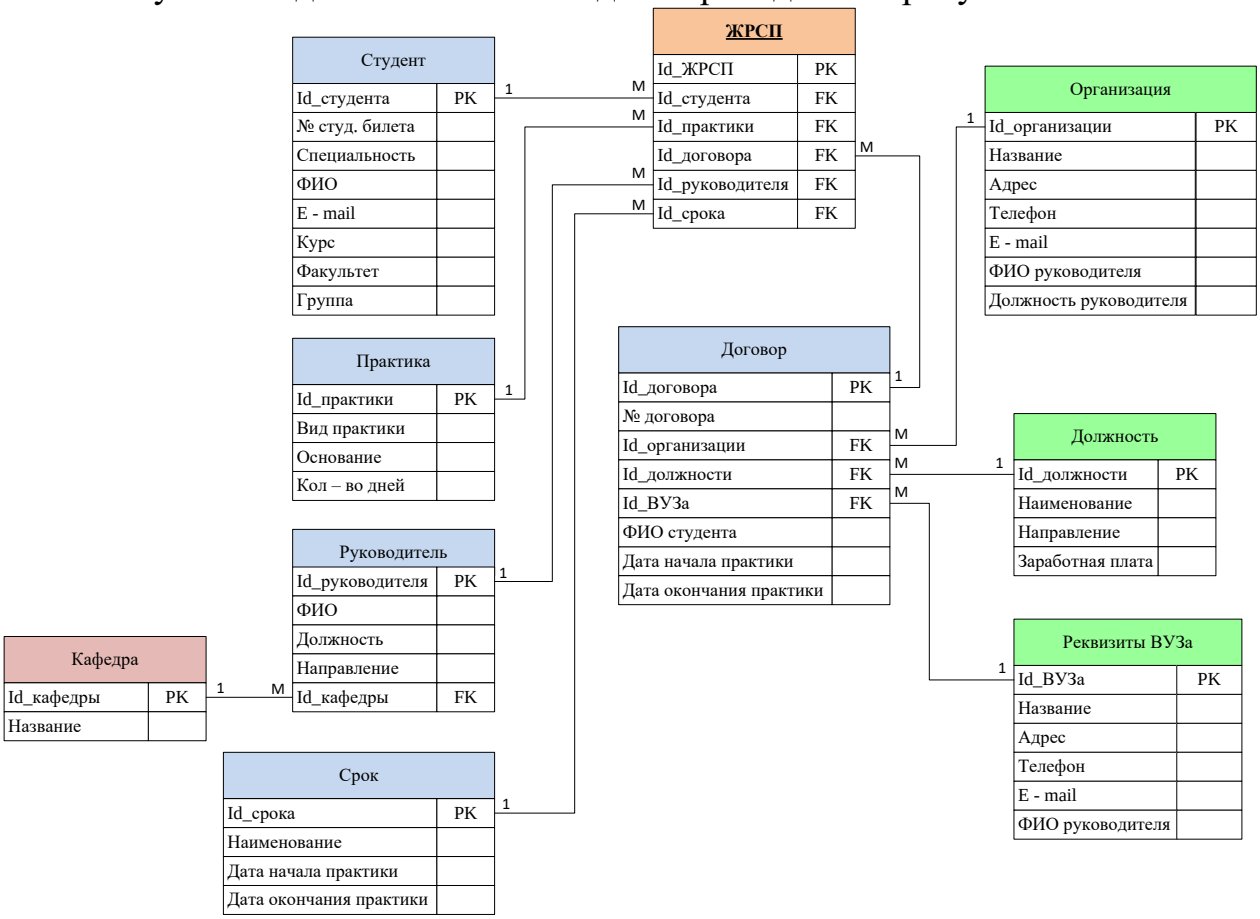


Рисунок 1 – Даталогическая модель данных

Таким образом, это поможет студентам быть конкурентоспособными или востребованными на рынке труда, а также организации будут уверенны в квалификации своих будущих сотрудниках. Данная программа позволит осуществить одну из важнейших задач в аспекте формирования механизмов внутреннего диалога предприятий и вузов через интерактивную систему: сформированное единое информационное пространство всех участников сотрудничества (студенты; вузы; предприятия). Тем самым, повысится эффективность, как самого процесса образования, так и степень успешного трудоустройства выпускников вузов.

Литература

1. Пирогов В.Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование. [Текст] СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 528 с., ил.
2. Советов, Б.Я. Базы данных: теория и практика. Учебник для бакалавров. [Текст] М.: Юрайт, 2013. - 463 с., ил.
3. Шевченко Д.А., Каплан Д.А., Куневич Я.Ю. Современная организация взаимодействия вуза и работодателей // Человеческий капитал и профессиональное образование. – 2012. - № 1 (1). – с. 13-17.
4. Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования ФГБОУ ВО «СамГТУ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://uup.samgtu/sites/files/praktika – Загл. с экрана

С.А. Небылицын, А.В. Иващенко

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный технический университет)

Социальные сети представляют собой специальные сайты, где пользователи могут общаться друг с другом и делиться своими мыслями с другими пользователями сети. Созданные для общения и обмена информацией между людьми, социальные сети ежедневно генерируют огромный поток информации. В Интернете существуют огромное количество различных социальных сетей, такие как: Facebook, Twitter, ВКонтакте, Instagram, Одноклассники и другие.

В настоящее время проблемы анализа и моделирования поведения членов социальных сетей представляет больший интерес для применения современных информационных технологий и технологий организационного управления [1 – 4].

В социальных сетях, у пользователя, в частых случаях, круг людей составляют те, с кем он общается и взаимодействует в жизни (одноклассники, друзья, коллеги по работе, родственники и т.д.). Однако, если человек стремится к обретению нового опыта или новых знаний, он обращается к новым людям.

Поэтому социальные сети стараются помочь пользователям приобрести новые взаимосвязи с другими пользователями сети. Пользователи, которые не знакомы в жизни и не связаны социальными обстоятельствами, начинают взаимодействовать в социальной сети, обсуждая интересные им темы.

Задача моделирования интересов пользователя состоит в том, чтобы определить темы, которые интересны пользователю. Обычно открытая информация состоит из сообщений пользователя и его социальных связей (друзья, подписчики). При этом, например, определение информации о пользователе в социальной сети Twitter усложняется ограниченностью и зашумленностью информации, генерируемой пользователем – длина сообщений ограничена. Поэтому пользователи используют множество сокращений, сленговых слов и совершают ошибки в словах.

В некоторых социальных сетях имеется возможность заполнить свои темы в профиле (например, Facebook и ВКонтакте), что упрощает задачу нахождения данных и формирования круга интересов конкретного пользователя. Но в социальной сети Twitter такой возможности не присутствует, за исключением короткого неструктурированного поля, что затрудняет решение задачи.

Целью данной работы является реализация возможности анализа социальных сетей путем кластеризации сообщений пользователей по темам, и моделирования их в соответствии с реальной активностью.

В качестве типовой социальной сети была выбрана сеть Twitter.

В ходе выполнения исследования были решены следующие задачи:

- провести анализ разработок в области исследования социальных сетей;
- разработать проект информационной системы и информационно-логическую модель на языке UML;
- реализовать информационную систему на языке Python;
- реализовать возможности кластеризации постов и моделирования поведения пользователей;
- исследовать полученные результаты и дать рекомендации по исследованию выбранной социальной сети.

В результате было проведено проектирование и разработка информационной системы, позволяющей:

- анализ поведения пользователей позволяет выгрузить сообщения определенного автора за месяц и провести кластеризацию сообщений по темам;
- моделирование поведения пользователя позволяет сгенерировать дескрипторы сообщений по заданным темам и распределить их по времени.

Таким образом, исследованы вопросы интеграции с социальной сетью, выгрузки и анализа сообщений, моделирования пользователя с заданными параметрами поведения.

Литература

1. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства, 2010. – 228 стр.

2. Барабанов И.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Динамические модели информационного управления в социальных сетях, Автоматика и телемеханика, 2010, № 11. – с. 172 – 182

3. Иващенко А.В., Орлов А.Ю., Вольман С.И., Минаков И.А. Виртуальные сообщества в сети Интернет. Организация и управление // Самара: Самарский научный центр РАН, 2008 – 99с., ил.

4. Бонцанини М. Анализ социальных медиа на Python. ДМК-Пресс, 2018. – 288 с.

Т.В. Никифорова, З.Ф. Камальдинова

МОДУЛЬ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ТВОРЧЕСКИ ОДАРЁННОЙ МОЛОДЕЖИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА

(Самарский государственный технический университет)

Сегодня цифровизация становится новым трендом общественного развития, который сменил в свою очередь компьютеризацию и информатизацию [1]. В отличие от информатизации, цифровизация направлена на изменение ключевых процессов на объекте при внедрении новых технологий. Процесс цифровой трансформации затрагивает все основные сферы деятельности человека, включая и образование. Ключевой целью цифровизации сферы образования является создание современной и безопасной цифровой образовательной среды, обеспечивающей высокое качество и доступность образования всех видов и уровней [2].

Одним из ярких примеров цифровизации образования стала информационная платформа поддержки мероприятий [3], реализуемых в рамках Концепции Единой Самарской областной системы мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области» (далее – Концепция Единой системы мер) [4]. Инфокоммуникационная система мониторинга проектной деятельности включает в себя три модуля: мониторинг и поддержка выполнения проектов, аналитический центр обработки информации и принятия решений, психологическая поддержка участников проектных команд.

В рамках данной системы участники предоставляют свои исследования в виде проекта, выполнение которых координируются научным руководителем и научным консультантом в системе, которая позволяет фиксировать научные достижения участников для дальнейшей оценки организаторами и жюри [5].

Интеграция современных цифровых технологических решений изменила базовые принципы выполнения проектных, научно-исследовательских и творческих работ в системе [6]. Удалось автоматизировать многие операции, которые прежде выполнялись вручную, например мониторинг, оценка работ, заполнение отчетных форм, формирования единого профиля и результатов работы.

Процесс постановки задач, их распределения и оценки качества выполнения также становится автоматизированным, прозрачным, централизованным, эффективным.

Каждому участнику программы как творчески одаренной личности необходимо всестороннее развитие, чтобы лучше понять свой потенциал, выявить свои сильные и слабые стороны, навыки, которые необходимо развивать и прочие личностные характеристики. Для этих целей в инфокоммуникационную систему был включен психологический модуль. Данный модуль позволяет выявить круг проблем, узких и слабых мест у участников программы на основании результатов пройденных тестов, кластеризовать участников на группы, для каждой из которых формируется отдельная программа развития и обучения [7]. Также психологический модуль оптимизирует труд психологов, делает его эффективным и дистанционным.

Но насколько применима цифровизация в разрезе психологического сопровождения и поддержки творчески одаренной молодежи? Возникает необходимость в использовании информационных технологий максимально приближенных к реальности и комфортных для использования и применения. Использование прогрессивных технологий, например, Big Data (большие данные), Artificial Intelligence (AI, искусственный интеллект), RPA (технология автоматизации бизнес-процессов, базирующаяся на использовании программных роботов [8]) или Data Science (анализ данных), которые направлены на обработку потоков информации, на основании которой можно принимать решения, адаптировать предложения и формировать программы развития под конкретных участников, прогнозировать их поведение – всё это дает перспективу для развития и внедрения.

Модуль инфокоммуникационной системы психологической поддержки включает в себя три блока:

1. Блок тестирования, анализа и обработки данных, который полностью автоматизирован. Результатом его работы становится накапливаемая структурированная информация. Автоматизация данных операций сводит риск ошибок к минимуму и сокращает время на обработку информации, а также позволяет получать более глубокую, масштабную и качественную аналитику по каждому участнику, разбивать весь поток участников на группы в зависимости от определённых потребностей и выявленных проблем. Для каждой группы определены рекомендации и план для личностного развития.

2. Инфокоммуникационный блок, который позволяет проводить вебинары, видео-трансляции и конференции, используя информационные технологии, но с возможностью получения обратной связи и непосредственного взаимодействия участника с психологом в случае возникшей потребности.

3. Блок коммуникаций, который включает в себя лекции психологов, тренинги и прочие виды личных коммуникаций, без применения информационных технологий.

Таким образом, можно сказать, что цифровизация может быть применима к процессу психологического мониторинга и поддержки. Благодаря приме-

нению цифровизации в модуле инфокоммуникационной системы психологической поддержки творчески одарённой молодежи появляется возможность осуществлять эффективный мониторинг, каждый участник программы будет иметь возможность глубже осознать проявление своей личности через психологическое тестирование, лично взаимодействовать с психологом для преодоления затруднений повседневной, научной и творческой деятельности. Это способствует проявлению как научно-технической одаренности, так и личностного развития.

Литература

1. Халин, В. Г. Цифровизация и ее влияние на Российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски/ В. Г. Халин, Г. В. Чернова // Управленческое консультирование. — 2018. — № 1. — С. 46—63.

2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р [Электронный ресурс]. — URL: http://government.ru/docs/all/112831/ (дата обращения: 10.05.2019).

3. Единая Самарская областная система мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области (система «Творческая молодежь») / URL: http://www.creative-youth.ru (дата обращения: 25.11.2018).

4. Концепция Единой Самарской областной системы мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области, утвержденной председателем Координационного совета при Администрации Губернатора Самарской области по работе с одаренной молодежью в сфере науки и техники, вице-губернатором – руководителем Администрации Губернатора Самарской области 27.01.2016 г.

5. Пиявский, С. А. О формировании экспериментального сегмента национальной развивающей коммуникационной научно-образовательной среды дополнительного образования творчески одаренных детей и молодежи / С. А. Пиявский, М. Н. Елунин, З. Ф. Камальдинова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018): труды Международной научно-технической конференции. – Самара, 2018. -С. 1292-1295.

6. Акопов, Г. В. Психологический компонент виртуальной научно-образовательной среды творческой молодежи/ Г.В. Акопов, Е.И. Колесникова, Т.В. Никифорова, С.А. Пиявский // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018): труды Международной научно-технической конференции. – Самара, 2018. -С. 1286-1289.

7. Колесникова, Е. И. Информационная система психологической поддержки одаренных студентов в рамках психологического модуля областной научно-образовательной программы «Полет» / Е.И. Колесникова, Т.В. Никифорова, С. А. Пиявский // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара, 2017. -С. 1090-1092.

8. RPA | Роботизированная Автоматизация Процессов. Центр роботизации и искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: https://rparussia.ru/. (15.05.2019).

М. Г. Орлова, А. В. Тимофеев

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЁТА ПИТАНИЯ В ШКОЛЬНОЙ СТОЛОВОЙ

(Самарский государственный технический университет)

Одной из проблем школьного образования на сегодняшний день является питание учеников во время учебного дня [1]. Школьное питание - одно из важных условий, определяющих залог здоровья подрастающего поколения, а также способности к эффективному обучению. Хорошая организация школьного питания ведёт к улучшению показателей уровня здоровья детей, учитывая, что в школе они проводят большую часть своего активного времени. Полноценное и сбалансированное питание содействует профилактике заболеваний, повышению трудоспособности и успеваемости, физиологическому и интеллектуальному формированию детей и школьников, формирует требование к их адаптации к современной жизни. По этой причине питание считается одним из важных условий, определяющих здоровье учеников.

Принимая во внимание значимость школьного питания, одной из задач образовательного учреждения является автоматизация концепции контроля питания учащихся, а так же безопасности оплаты питания родителями.

Идея применения информационных систем с целью учета питания учеников в общеобразовательных учреждениях возникала неоднократно. Автоматизированные концепции учета и управления успешно используются на предприятиях общепита на протяжении длительного времени. С помощью автоматизированных систем удается структурировать товарные и денежные потоки, снизить себестоимость производства, повысить производительность и качество труда, тем самым увеличивая количество получаемой прибыли. Автоматизированная система учета дает возможность анализировать питание учеников в школьных столовых, переход на безналичный способ оплаты, выбор меню и ассортимент продуктов, осуществлять подсчет индивидуальных затрат каждого ученика на питание, позволяет родителям следить за питанием детей в учреждениях начального и среднего образования.

Цель работы - разработать информационную систему, которая позволит вводить, сохранять и вести учет данных о балансе, блюдах и меню, а так же формировать отчеты с целью упрощения и повышения эффективности деятельности этого подразделения школы.

Задачи:

- разработать информационную систему для автоматизации учёта оплаты питания в школьной столовой;

- перевод на безналичную систему оплаты питания;
- автоматизированное формирование отчетности в электронном виде;
- проанализировать аналоги информационной системы;
- изучить литературу, необходимую для создания информационной системы;
- внедрить программный продукт в работу школьной столовой.

В данной статье описывается информационная система, которая будет содержать в себе пять частей. Одна часть для учителя, где он сможет составлять заявки на питание и просматривать сведения о меню и балансе. Вторая часть для администратора, где у него есть возможность регистрировать новых пользователей, редактировать текущих, а также вводить данные (о рационе питания). Третья часть для пользователя, где он сможет просмотреть сведения о меню и балансе и отчёт о заявке на питание. Четвёртая часть для повара, он может вводить рацион питания. Пятая часть для бухгалтера, его главная задача это редактировать баланс учеников.

Основное назначение информационной системы – исключение использования наличных денег за оплату питания.

При работе с системой учитель, пользователь, администратор, бухгалтер и повар будут иметь возможность выполнять следующие действия:

Для учителя:

1. Просмотр сведений о меню и балансе;
2. Составление заявок на питание.

Для пользователя:

1. Просмотр сведений о меню и балансе;
2. Составление заявок на питание.

Для администратора:

1. Регистрирование новых пользователей;
2. Редактирование текущих пользователей;
3. Введение данных.

Для бухгалтера:

1. Редактирование баланса.

Для повара:

1. Добавление меню.

Для создания абстрактной модели системы использовался язык моделирования UML, являющийся наиболее простым и удобным для графического моделирования.

UML - язык графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения, моделирования бизнес процессов, системного проектирования и отображения организационных структур [2].

Диаграмма ВИ - исходная концептуальная модель системы в процессе её проектирования и разработки [4].

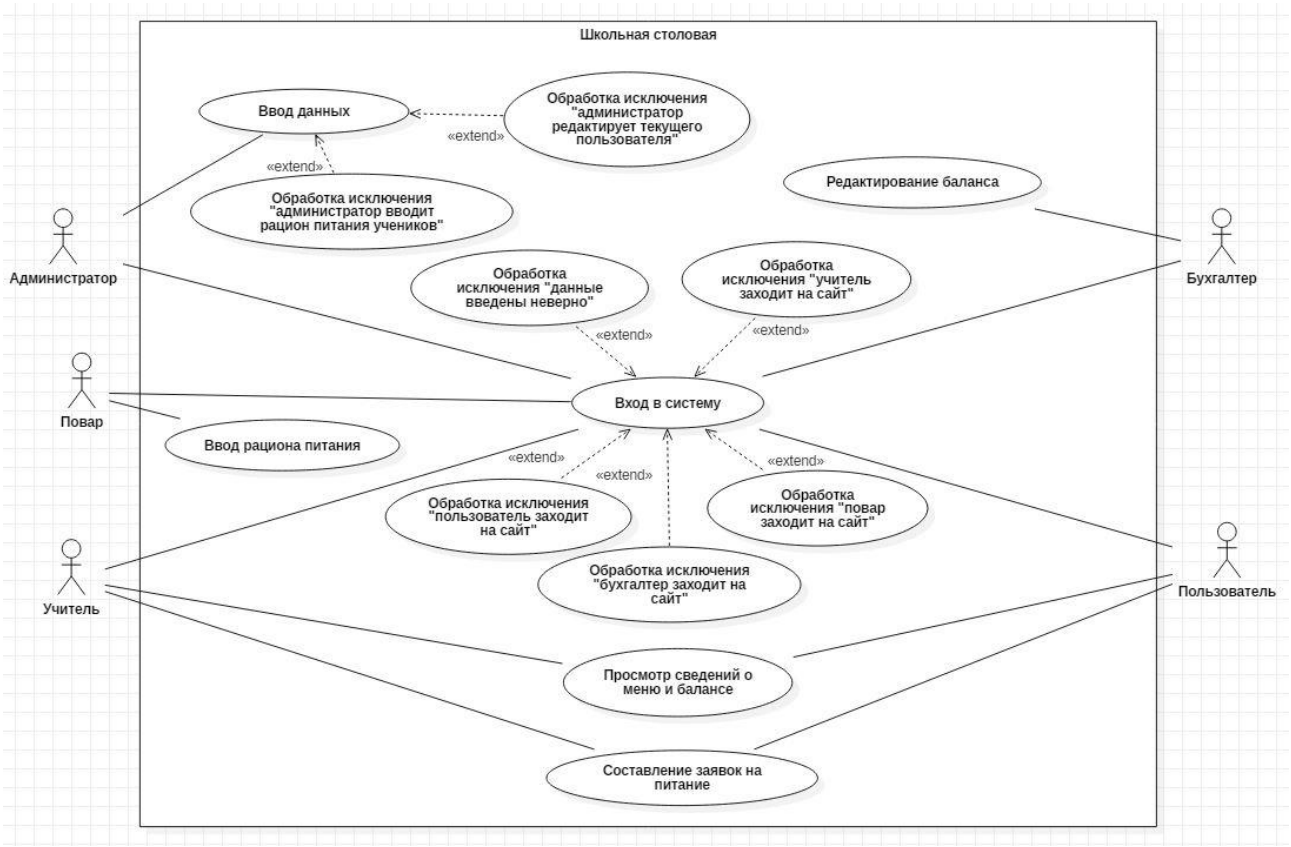


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для ИС

Система будет содержать 5 актёров: учитель, пользователь, администратор, бухгалтер и повар. Администратор это главный актёр ИС. Он имеет возможность добавлять и редактировать пользователей, а также вводить данные. Учитель заполняет форму заявки на питание и может просматривать сведения о меню и балансе. Пользователь - ученик или родитель, который может просмотреть отчёт о заявке на питание и просмотреть информацию о состоянии баланса ученика, а также подать заявку на питание. Бухгалтер редактирует баланс учеников. Повар вводит рацион питания.

Диаграмма классов - служит для представления статической структуры модели системы в терминологии классов объектно-ориентированного программирования [4].

В диаграмме классов для проектируемой ИС отражаются взаимосвязи между отдельными сущностями, описывают их внутреннюю структуру и типы отношений.

В результате всей работы была спроектирована «ИС для школьной столовой». В ходе её разработки освоено построение диаграмм входящих в язык моделирования UML.

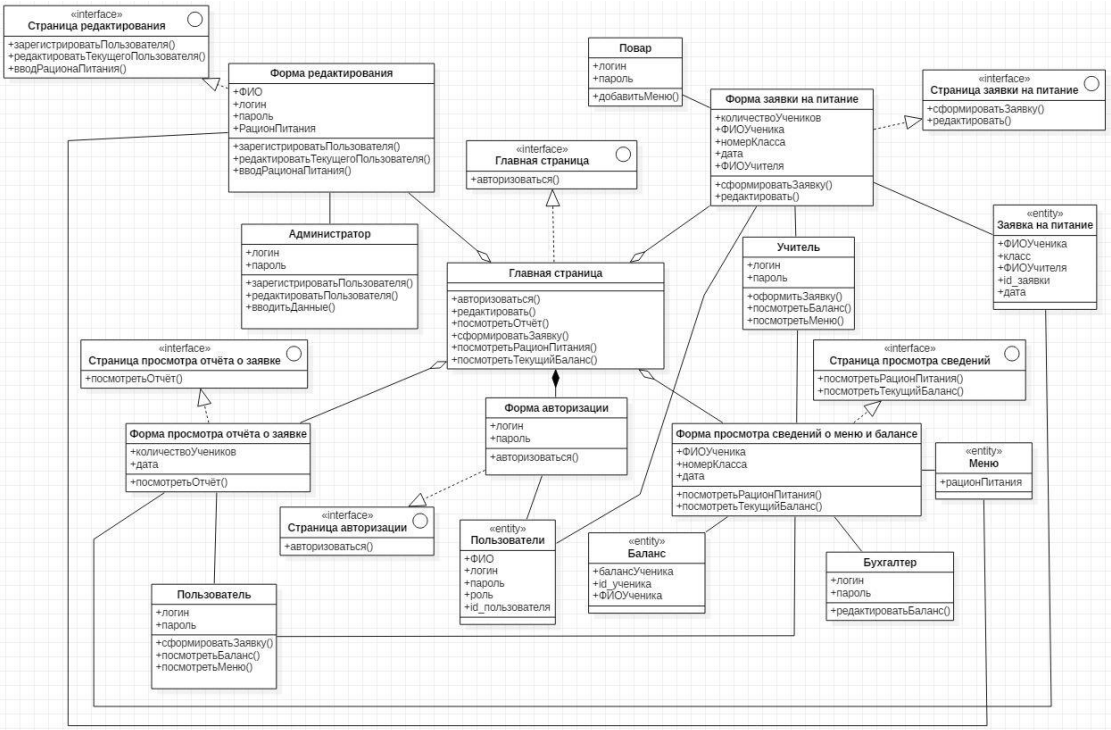


Рисунок 2 – Диаграмма классов для ИС

Литература

1. Орлова М.Г. ИС учёта питания в школьной столовой [Текст] / М. Г. Орлова, А. В. Тимофеев // Перспективные этапы развития научных исследований: теория и практика –2018. –Том 3.–С.59–60.

2. UML [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/UML

3. Методы и средства моделирования программного обеспечения [Конспект лекций] Автор: Пальмов С.В.

4. Чистов, Д.В. Проектирование информационных систем [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата / Д. В. Чистов, П. П. Мельников, А. В. Золотарюк, Н. Б. Ничепорук; под общей редакцией Д. В. Чистова. – Москва: Издательство Юрайт, 2018.–258 с. –(Бакалавр.Академический курс).–ISBN 978-5-534-00492-2.

В.Е. Румянцев, В.В. Козлов

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОБСЛУЖИВАНИЯ МАГАЗИНА С ПРИМЕНЕНИЕМ СКАНЕРА ШТРИХКОДА

(Институт автоматики и информационных технологий СамГТУ)

Была поставлена задача разработать программный комплекс, который будет обслуживать продуктовый магазин.

На рынке информационного обслуживания предприятий представлено множество программ, которые имеют большой функционал. Так как этот рынок постоянно развивается, появляются новые системы, обновляются старые и они

начинают включать в себя функционал, который не нужен для широкого использования. Помимо того, что информационные системы имеют ряд лишних функций, цена их внедрения настолько высока, что не каждое предприятие сможет их внедрить. Проведем сравнение существующих систем на рынке и разработанного программного комплекса. Для сравнения были выбраны следующие аналоги:

- Галактика Business Suite;
- Microsoft Axapta;
- 1С:Предприятие.

Сравнение аналогов представлено в виде таблицы.

Таблица 1 – Сравнение аналогов

Название	Сфера применения	Особенности	Требования к характеристикам	Стоимость лицензии
Галактика Business Suite	Рассчитано на крупные предприятия	Соответствие концепции ERP и стандарту MRP-II. Современные методики управления и учет российской специфики	Высокие требования, необходимость наличия выделенного сервера	Лицензия $350-1200 на одно рабочее место
Microsoft Axapta	Рассчитано на средние и крупные предприятия	Универсальность (Система соответствует требованиям российских и международных стандартов.) Работа в нескольких компаниях	Высокие требования, необходимость наличия выделенного сервера	Лицензия на одного пользователя от 20тр/ год
1С:Предприятие	Рассчитано на малые, средние и крупные предприятия	Использование конфигураций, позволяющих автоматизировать различные виды деятельности предприятий. Ориентирована на русского пользователя	Адаптируемые требования в зависимости от объема предприятия	Лицензия на одно рабочее место $150-600
Разрабатываемый программный комплекс	Ориентированно на конкретное предприятие	Обеспечение максимальной эффективности. Ориентированность на потребности предприятия, отсутствие лишних функций, простое использование	Низкие требования, отсутствие необходимости наличия отдельного сервера	Не требует лицензии

В магазине работают люди с различной степенью доступа, необходимо обеспечить раздельный доступ к каждой программе в зависимости от должности, занимаемой работником. Для этого были введены следующие должности:

- Администратор;
- Менеджер;
- Продавец;

– Бухгалтер.

Функционал программного комплекса был разделен между отдельными программами, разработанными под конкретные цели. Разработанные программы взаимодействуют с общей базой данных. Всего разработано 4 программы:

– Программа для добавления новых позиций;
– Программа для постановки товара на учет;
– Программа для изменения товара;
– Программа для добавления нового сотрудника;
– Программа для изменения сотрудника
– Программа кассового обслуживания;
– Программа вывода отчетов.

Кроме этих программ есть модуль, отвечающий за авторизацию, этот модуль выполнен отдельно и подключен к каждой программе для большой гибкости программы.

Каждая из программ имеет свой уровень доступа, соответствующий занимаемой должности. Кассир не сможет внести новый товар в базу данных или просмотреть отчеты.

Наглядно уровни доступа к каждой программе указаны на диаграмме вариантов использования

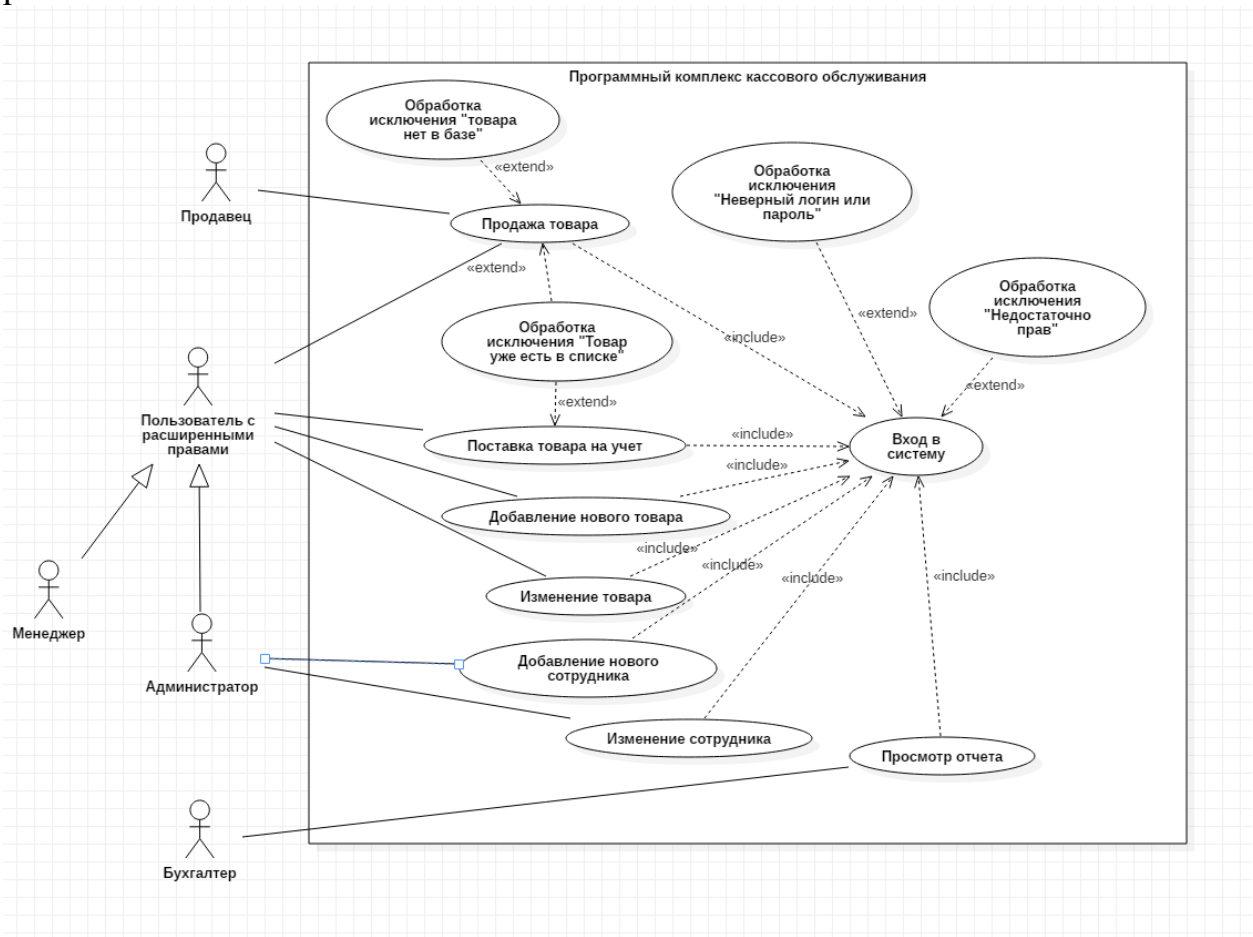


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Литература

1. Публикация Internet http://www.caseclub.ru/articles/rose2.html?next=31, Сергей Трофимов «UML диаграммы в RationalRose».
2. Тимошок, Т.В. Microsoft Office Access 2007: самоучитель // Т.В. Тимошок. - М.: Вильямс, 2008. - 464 с.
3. Грабер, Мартин SQL для простых смертных // Мартин Грабер. - М.: ЛОРИ, 2014. - 378 с.
4. Матвеев В.А. Научные школы кафедры «системы обработки информации и управления» МГТУ им. Н.Э. Баумана // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2016. – Т. 14. – №12. – С. 5-8.
5. Самюел, П. Харбисон Язык С с примерами / Самюел П. Харбисон, Гай Л. Стил. - М.: Бином, 2011. - 522 с.
6. Леоненков А. Самоучитель UML. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.-234с.

Л.Д. Семочкина, А.В. Тимофеев

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПУТЕШЕСТВЕННИКА (НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ)

(Самарский государственный технический университет)

Туризм сегодня - это глобальный компьютеризированный бизнес, в котором участвуют крупнейшие авиакомпании, гостиничные цепочки и туристические корпорации всего мира.

Туризм в России - одна из самых перспективных и быстроразвивающихся индустрий. Сдерживающим фактором для бурного и качественного роста является низкая информационная грамотность и слабые коммуникации. Однако в России уже есть готовые решения для успешного использования в туризме по автоматизации бизнес процессов и подключение к сети Интернет.

В современном мире путешествия стали доступными для всех, и современные информационные технологии позволяют ускорить [1], улучшить процесс поиска маршрута, бронирование отеля и т.д.

Одним из интересных направлений является составление маршрутов.

Назначением информационной системы является функционирование работы сайта, который составляет маршруты. Ввод данных в форму формирования маршрута позволит пользователю, упростить формирование маршрута. Возможность редактирования позволит администратору редактировать данные для формирования маршрута. Таким образом, система обеспечит быстрый и удобный способ формирования маршрутов, позволяя при этом сэкономить время пользователей.

Цель работы – формирование маршрутов для путешествия по полуострову Крым, сокращение временных затрат при составлении маршрутов.

Задачи: создание Информационной системы поддержки путешественника (на территории полуострова Крым).

Данная ИС позволит упростить путешествия по полуострову Крым, что позволит сокращать временные затраты.

Если говорить о технической стороне вопроса, то информационные системы составляют важную часть информационных технологий, которыми пользуется человек. В свою очередь, информационные технологии выделены правительством Российской Федерации как одно из перспективных направлений разработки, что говорит о важности данного направления.

В настоящей статье описывается информационная система, которая будет содержать в себе две части. Одна часть для пользователя, где он сможет составить себе маршрут для путешествия, просматривать справочники. Вторая часть для администратора, где у него есть возможность редактировать параметры путешествия для путешественника (добавление и удаление городов, достопримечательностей и т.д.) [2].

Информационная система объединит данные о городах, отелях, достопримечательностях, транспорте, датах путешествий в одну БД, благодаря чему Администратор имеет возможность редактировать параметры путешествий [3].

При работе с системой пользователь и администратор будут иметь возможность выполнять следующие действия:

Для пользователя:

1) Составление маршрута путешествия;
2) Выбор параметров путешествия (город, транспорт, достопримечательности, бюджет, отель, дата путешествия);
3) Просмотр информационных справочников (города, отели, достопримечательности).

Для администратора:

1. Составление информационных справочников;
2. Добавление параметров путешествия (транспорт, город, достопримечательности, отель).
3. Удаление параметров путешествия (транспорт, город, достопримечательности, отель).

Основные задачи к работе:

1. Разработать полные маршруты путешествия;
2. Разработать БД удовлетворяющую всем требованиям;
3. Спроектировать ИС;
4. Разработать ИС.
5. Внедрить разработанную ИС.

Общие функциональные требования к системе:

1. Авторизация входа в систему по логину и паролю, для редактирования параметров маршрута.
2. Возможность формирования маршрута.
3. Возможность просмотра справочников.

Для создания абстрактной модели системы использовался язык моделирования UML, являющийся наиболее простым и удобным для графического моделирования.

UML - язык графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения, моделирования бизнес процессов, системного проектирования и отображения организационных структур[4].

Диаграмма ВИ – исходная концептуальная модель системы в процессе её проектирования и разработки.

Система будет содержать 2 актёра: пользователь и администратор. Администратор это главный актёр ИС. Он имеет возможность добавлять и удалять транспорт, достопримечательности, города и места проживания (отели). Пользователь – путешественник, которому необходимо составить маршрут своего отдыха. Благодаря тому, что может выбирать транспорт, достопримечательности, указывать свой бюджет который он готов потратить, а также ему предоставляется возможности указать дату путешествия.

Композитная структура показывает конфигурацию частей, которые совместно реализуют поведение содержащего их классификатора. В диаграмме композитной структуры для проектируемой ИС мы видим, что у нас есть пять интерфейсов. Из пяти интерфейсов все пять относятся к предоставляемым интерфейсам (IГлавная страница, IСтраница формирования маршрута, IСтраница справочников, IСтраница авторизации, IСтраница редактирования). Все элементы ИС связаны между собой портами.

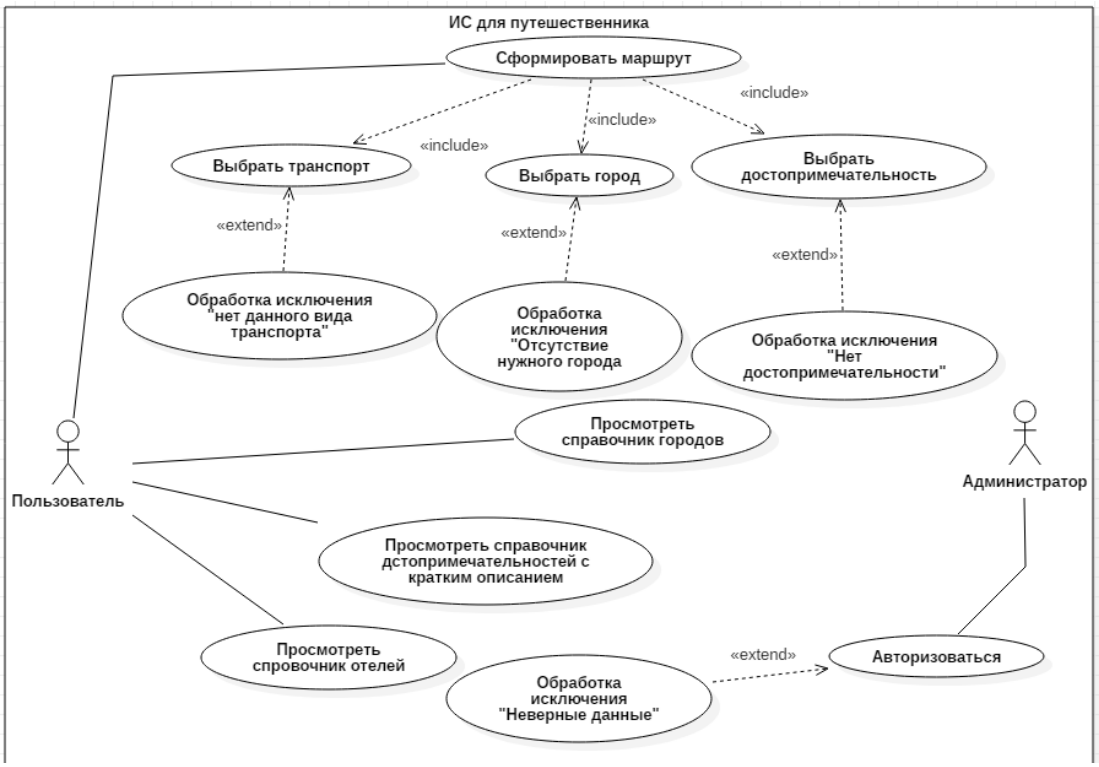


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для ИС

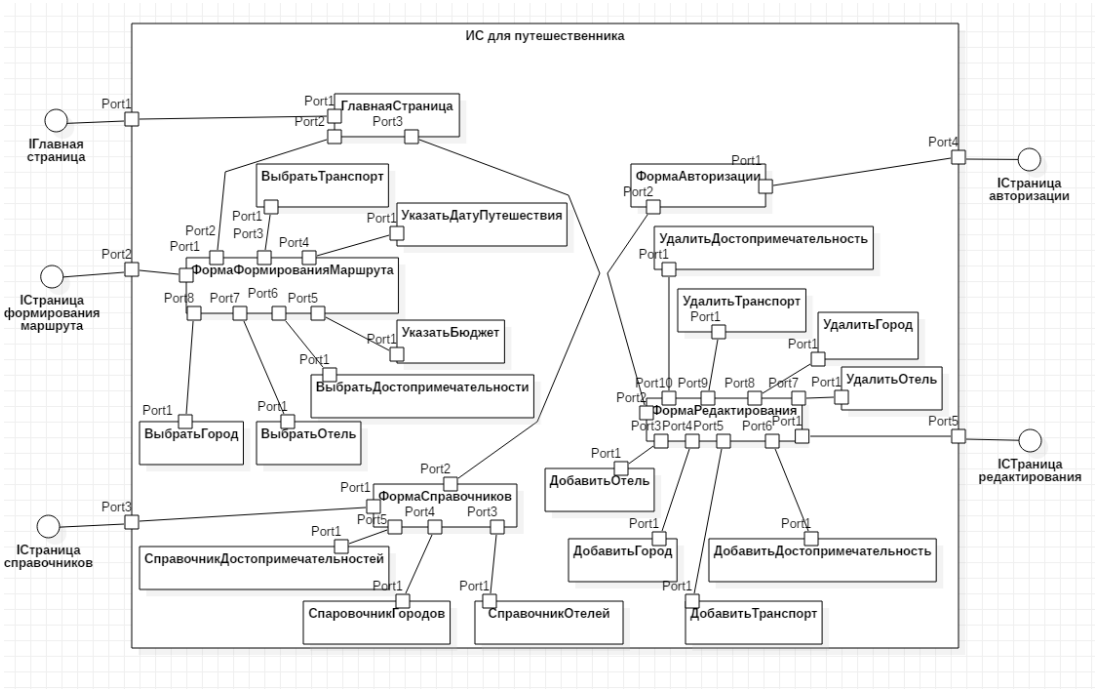


Рисунок 2 – Диаграмма композитной структуры для ИС

В результате всей работы были поставлены цели и задачи для проектирования и реализации ИС. В ходе ее разработки освоено построение диаграмм входящих в язык моделирования UML, изучены основы языка моделирования UML.

Литература

1. Семочкина, Л.Д. ИС поддержки путешественника (на примере РФ) [Текст] / Л. Д. Семочкина, А. В. Тимофеев // Вопросы развития мировых научных процессов. –2018. –Том 1. –С.33–34.

2. Семочкина, Л.Д. ИС поддержки путешественников [Текст] / Л.Д. Семочкина, В. В. Козлов // Перспективные этапы развития научных исследований: теория и практика. –2018. –Том 2. –С.65–66.

3. Камальдинова, З. Ф. Методика количественно-качественной оценки тестопригодности программных систем на ранних этапах разработки [Текст] / З. Ф. Камальдинова, О. А. Затеева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. –2018.–№4.–С.134–142.

4. Чистов, Д.В. Проектирование информационных систем [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата / Д. В. Чистов, П. П. Мельников, А. В. Золотарюк, Н. Б. Ничепорук; под общей редакцией Д. В. Чистова. – Москва: Издательство Юрайт, 2018. –258 с. – (Бакалавр. Академический курс). –ISBN 978-5-534-00492-2.

А.А. Татаринов

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРОДАЖ ЧАСТНОГО АВТОСЕРВИСА

(Самарский государственный технический университет)

В наше время автосервис является неотъемлемой частью в повседневной жизни людей. С каждым годом количество машин на улицах города увеличивается. Наверняка каждый владелец автомобиля сталкивался с проблемами неисправной работы транспорта: отказ генератора, дрожание рулевого колеса, перегрев двигателя. Этот перечень может быть достаточно объемным. Исправить данные проблемы и предотвратить появление новых можно путем своевременного диагностирования и планового технического обслуживания. Автосервисы оказывают широкий спектр услуг по техобслуживанию, текущему, восстановительному и капитальному ремонту автомобилей, а также по установке на него дополнительного оборудования. В век компьютерных технологий, становится очевидно, что нынешняя система обеспечения работы автосервисов при помощи журнала устарела. Было бы неплохо создать такую систему, которая позволяла бы фиксировать поток клиентов, наполнение склада, формирование отчетов и запись в автосервис.

Основное назначение системы – создание программного продукта для определенной организации, с учетом их предпочтений, которая поможет оптимизировать и ускорить как запись, так и работу администратора.

Функции, реализуемые системой:

- авторизация администратора по логину и паролю;
- запись клиента в сервис;
- просмотр очереди;
- хранение данных о наполнении склада;
- формирование отчета:
- хранение списка услуг;
- хранение данных о проведенных работах.

Работа системы осуществляемой терминалом. Пользователь активирует терминал и выбирает нужный ему пункт меню:

- Запись в сервис;
- Просмотр очереди.

Работа системы осуществляемой персонального компьютера. Администратор активирует персональный компьютер и выбирает нужный ему пункт меню:

- Формирование отчета;
- Редактирование списка услуг;
- Редактирование склада.

Действия программы представлены в диаграмме вариантов использования и текстовом сценарии.

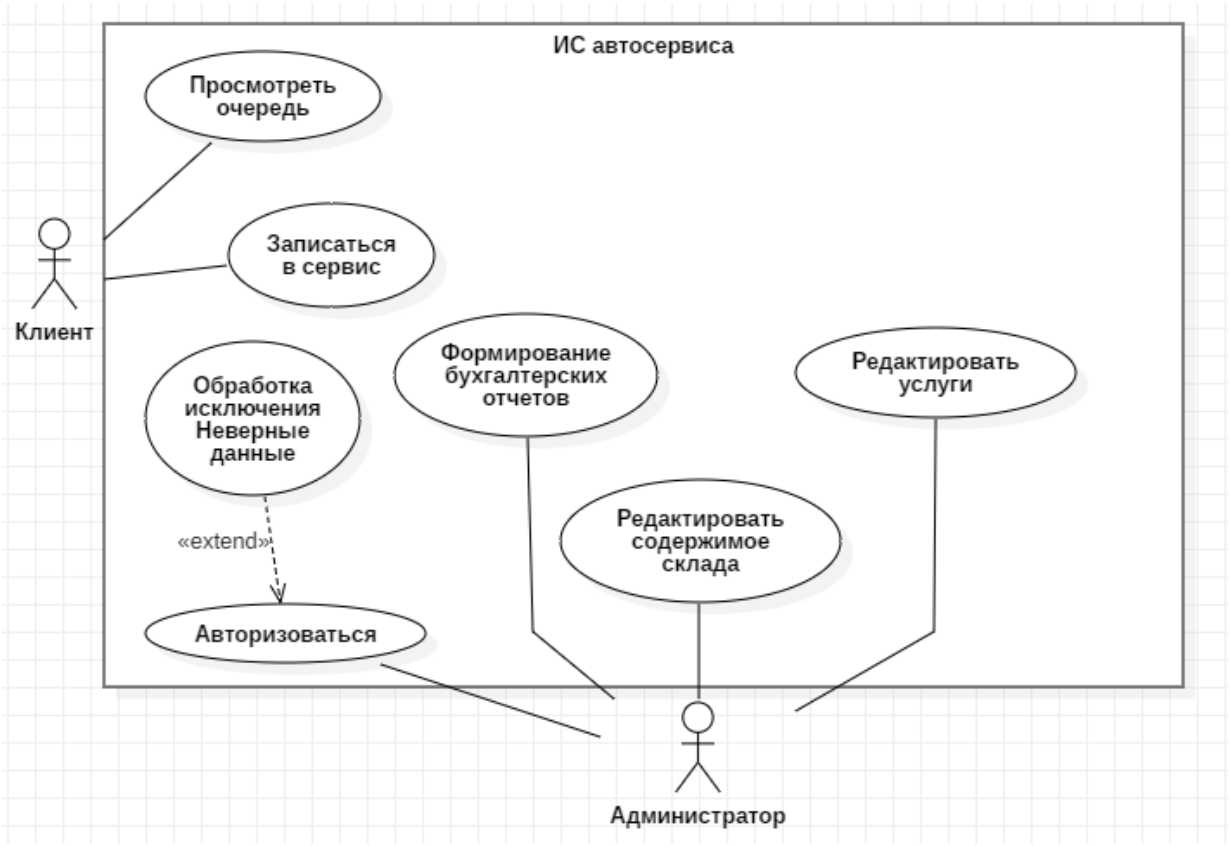


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Таблица 1 – Сценарий ВИ «Записаться в сервис»

Вариант использования	Записаться в сервис
Актеры	Клиент
Цель	Записаться в сервис
Типичный ход событий	
Действие актеров	Отклик системы
1. Клиент активирует терминал. 2. Нажимает кнопку "Записаться в сервис"	3. Система обращается к БД. 4. Система выгружает данные из БД. 5. Система отображает для заполнения формы выбора услуг.
6. Клиент заполняет форму. 7. Клиент нажимает кнопку «Запись».	8. Система загружает данные в БД. 9. Система сохраняет запись. 10. Система возвращается на главную страницу

Данная программа будет содержать требуемый для фирмы функционал по записи в сервис, учету склада и формированию отчетов, что позволит удовлетворть потребности компании.

Литература

1. Пальмов, С.В. Методы и средства моделирования программного обеспечения [Электронный ресурс] / С.В. Пальмов. — Самара: Изд-во ПГУТИ, 2016. — 160 с. — Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Palmov_Metody_i_sredstva_modelirovaniya_programmnogo_obespetsheniya.pdf
2. Современные технологии создания программного обеспечения — Режим доступа: http://citforum.ru/programming/application/program/1.shtml

А.А. Тихонов, А.В. Тимофеев

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОГО ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

(Самарский государственный технический университет)

Развитие технологий диагностики основных узлов и агрегатов следует в фарватере развития автомобильной техники – осуществляется переход от системы диагностики и ремонта на основании опыта механиков к системе интеллектуальной высокоэффективной диагностики основных электронных, механических и пневматических узлов, систем и агрегатов, основанной на стандартах OBD-II и ISO. Однако ввиду сложности конструкции, развития технологий производства узлов и агрегатов диагностирование на основании данных стандартов неэффективно по причине отсутствия учета ими износа основных механических компонентов и отсутствия возможности прогнозирования и анализа технического состояния транспортного средства.

Для автомобилей – как сложных человеко-машинных комплексов – проблема адекватной диагностики и прогнозирования технического состояния является достаточно актуальной по причине роста сложности техники и интенсивности эксплуатации в различных тяжелых условиях – в городском трафике, на бездорожье, в тяжелых климатических условиях (отличающихся от расчетных на этапе проектирования и компоновки автомобиля). При этом растет количество случаев отзывов большого количества автомобилей производителями по причине несвоевременного обнаружения и исправления ошибок в конструкции и технологии производства, что приводит к большим затратам автопроизводителей на внеплановое гарантийное обслуживание и ремонт продукции.

Объект разработки - программный модуль, выполняющий функции оценки и прогноза технического состояния тормозной системы грузового автомобиля на основе данных, полученных из системы журналирования состояния узлов и агрегатов транспортного средства, с использованием статистических данных по ресурсу узла и оценок гарантийного срока службы тормозной подсистемы производителем.

Цель работы – создание инструментального модуля с разными сценариями использования для формирования результатов оценки остаточного ресурса тормозной системы грузового автомобиля.

В проекте будет описываться информационная система, которая будет содержать в себе 2 части. Одна часть для пользователя, где он сможет просмотреть анализ и прогноз износа тормозной системы, просматривать справочники. Вторая часть для администратора, где у него есть возможность редактировать параметры анализа и прогноза технического состояния тормозной системы (добавление и удаление транспортных средств, добавление или удаление справочников).

Основное назначение информационной системы – предоставить пользователю информацию об износе тормозной системы.

Цель работы – анализ и прогноз технического состояния тормозной системы.

Информационная система объединяет данные о транспортных средствах, тормозных системах и расчетных данных в одну БД, благодаря чему Администратор имеет возможность редактировать параметры анализа и прогноза технического состояния тормозной системы.

При работе с системой пользователь и администратор должны иметь возможность выполнять следующие действия:

Для пользователя:

1. Анализировать и прогнозировать техническое состояние тормозной системы;
2. Просмотр технической документации (транспортные средства, тормозные системы и расчетные данные).

Для администратора:

1. Добавление технической документации;
2. Добавление параметров для анализа и прогноза технического состояния (транспортные средства, тормозные системы и расчетные данные).
3. Удаление параметров для анализа и прогноза технического состояния (транспортные средства, тормозные системы и расчетные данные).

Общие функциональные требования к системе:

1. Авторизация входа в систему по логину и паролю, для редактирования параметров анализа и прогноза технического состояния.
2. Возможность анализировать и прогнозировать техническое состояние.
3. Возможность просмотра технической документации.

Система будет содержать 2 актёра: пользователь и администратор. Администратор это главный актёр ИС. Он имеет возможность добавлять и удалять транспорт, статистику транспортного средства и статистику тормозной системы. Пользователь – юридическое лицо, которому необходимо просмотреть статистику ТС и отдельных элементов тормозной системы в целях оценки состояния агрегата для дальнейшего использования ТС.

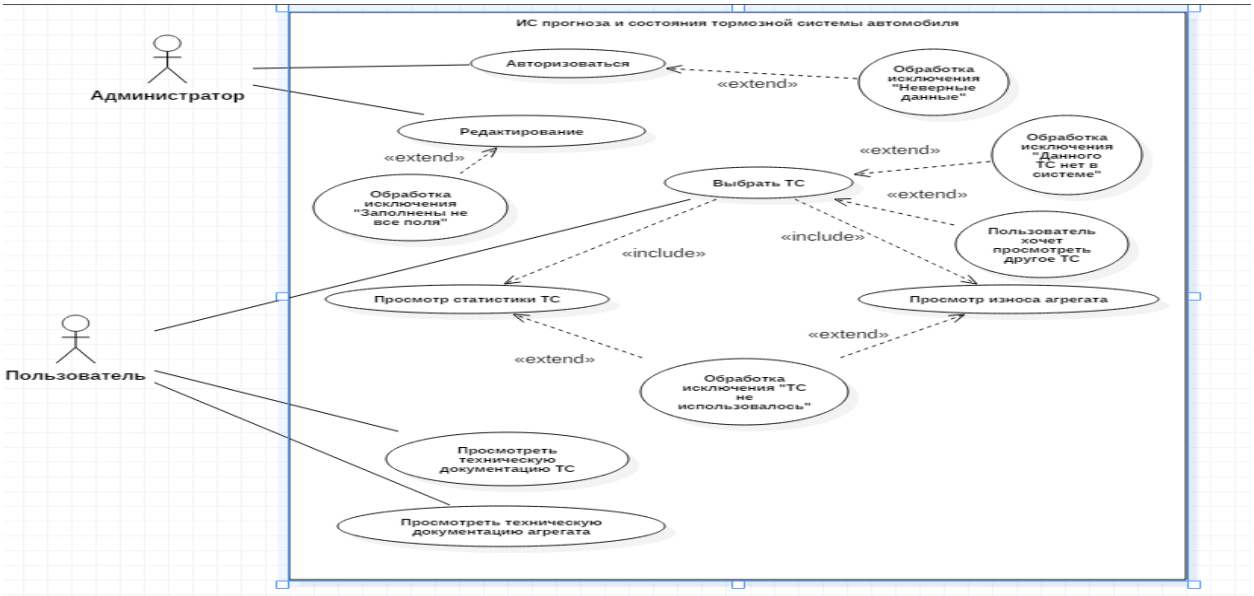


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для ИС

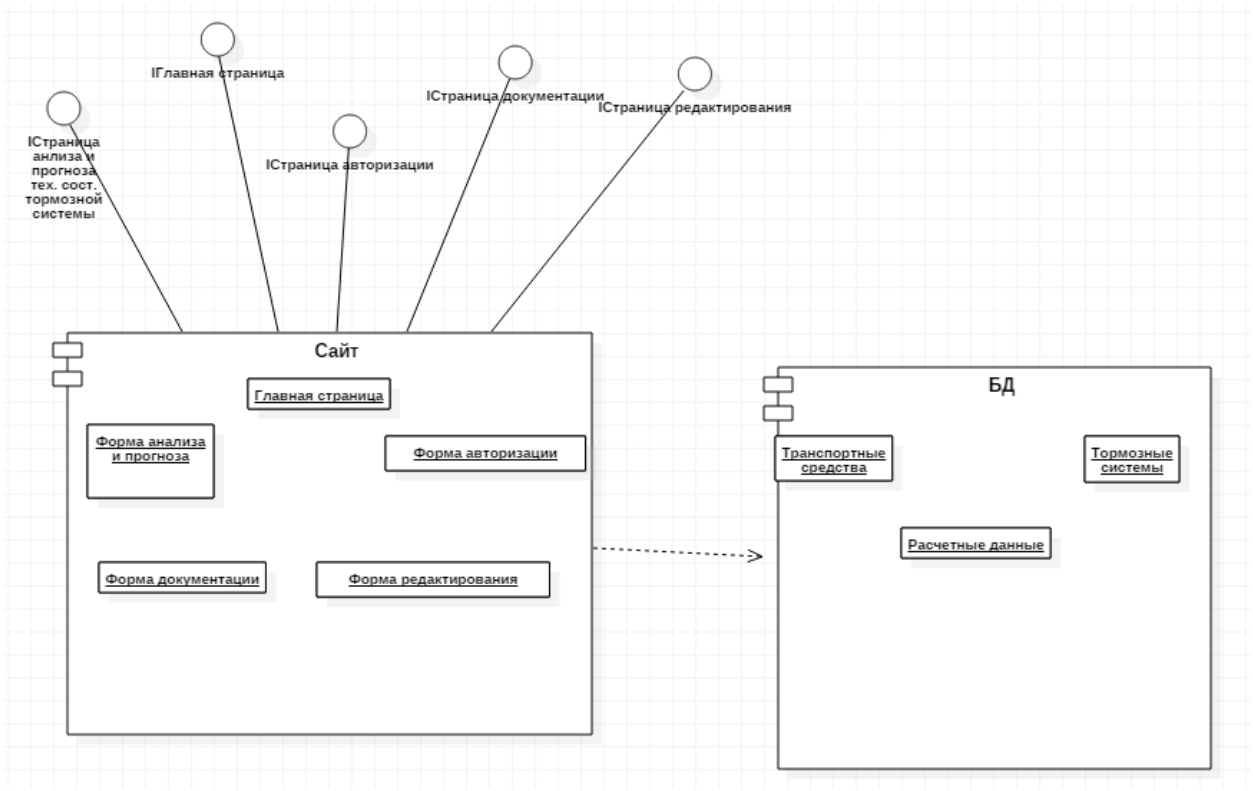


Рисунок 2 – Диаграмма компонентов для ИС

Диаграмма компонентов обеспечивает согласованный переход от логического представления к конкретной реализации проекта в форме программного кода.

Литература

1. Прогнозирования технического состояния и модели отказов [Электронный ресурс] URL: https://eam.su/lekciya-6-prognozirovanie-texnicheskogo-sostoyaniya-i-modeli-otkazov.html (дата обращения: 28.04.19).

2. EBS. Тормозные системы с электронным управлением. Описание системы и ее функционирования [Учебное пособие] Автор: WABCO Europe BVBA (дата обращения: 05.05.19).

3. Техническая диагностика. Оценка состояния и прогнозирование остаточного ресурса технически сложных объектов [Учебное пособие]. Автор: Дмитриенко А. Г. (дата обращения: 06.05.19).

4. Методы и средства моделирования программного обеспечения [Конспект лекций] Автор: Пальмов С.В. (дата обращения: 12.05.19).

5. Проектирование информационных систем [Электронный ресурс] URL: http://rudocs.exdat.com/docs/index-482278.html (дата обращения 12.05.2019).

Н.М. Чернов

СИСТЕМА ПОИСКА СКРЫТЫХ ДЕФЕКТОВ В АВТОМОБИЛЯХ

(Самарский государственный технический университет)

Основное назначение системы - поиск скрытых дефектов и возможных неисправностей в автомобиле.

Скрытый дефект - дефект, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования, но выявленный при проведении технического обслуживания или специальными методами диагностики.

Функции, реализуемые системой:

— Авторизация для входа в систему по логину и паролю;

— ввод и редактирование исходных данных для решения задачи поиска скрытых дефектов по объекту;

— решение задачи поиска методами экспертных оценок, функционального ресурсного анализа по поиску дефектов в автомобиле;

— хранение истории решения задач поиска скрытых дефектов с возможностью просмотра и поиска по идентификатору;

— формирование отчётов:

— история поиска дефектов;

— наиболее часто встречающиеся дефекты;

— выгрузка результатов поиска в Excel.

Работа системы осуществляется следующим образом. Пользователь отмечает несколько имеющихся в системе признаков неисправностей (до 5 одновременно), после чего система производит поиск и сопоставление введенных признаков и на основании поиска выводит возможные неисправности, включая

наименование неисправности, уровень значимости и значение сходства в процентах.

В системе также должна быть реализована база знаний, состоящих из связанных по признакам статей, описывающих характерные неисправности автомобиля и их признаки.

Учет конкретных автомобилей и осуществление поиска дефектов для конкретного автомобиля с сохранением истории поиска.

Пользователь может осуществлять поиск дефектов в рамках конкретно учтенного автомобиля и просматривать историю такого поиска.

Кроме того, в систему будут загружаться конкретные характерные неисправности конкретной модели автомобиля и поиск будет осуществляться с учетом данной информации.

В состав системы должны входить следующие справочники:

- Блоки автомобиля;
- Неисправности;
- Признаки неисправностей;
- Уровни значимости;
- Пользователи;
- Марка автомобиля;
- Модель автомобиля;
- Автомобиль;
- Характерные неисправности для конкретной модели автомобиля.

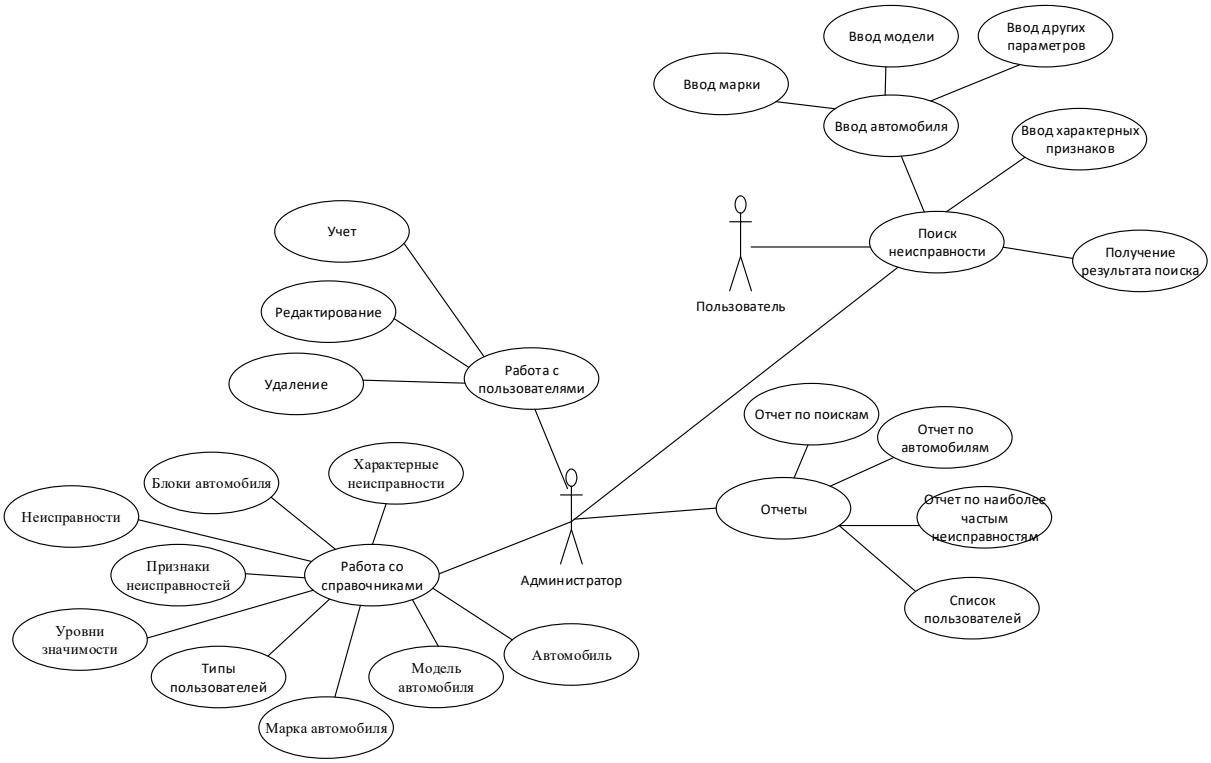


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Система поиска скрытых дефектов в автомобилях должна помочь станциям технических обслуживаний и гаражным кооперативам в устранении неисправностей авто, с сокращением времени и средств на поиски неисправностей.

Литература

1. Антониоу, Грос, Хоекстра: Семантический веб, М, ДМК-Пресс, 2016 г., 240 с.
2. Бондарев В. В., Введение в информационную безопасность автоматизированных систем. Учебное пособие, М. , МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 г., 252 с.
3. Бэнкс, Порселло: React и Redux. Функциональная веб-разработка, М. Питер, 2018 г., 336 с.
4. Веллинг, Томсон: Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL, М, Диалектика, 2017 г., 768 с.
5. Джон Дакетт: Javascript и jQuery. Интерактивная веб-разработка, М. Эксмо, 2017 г., 640 с.
6. Дино Эспозито: Разработка современных веб-приложений. Анализ предметных областей и технологий, М, Вильямс, 2017 г., 464 с.
7. Дэвид Скляр: Изучаем PHP 7. Руководство по созданию интерактивных веб-сайтов, М. Диалектика, 2017 г., 464 с.
8. Залогова Л. А., Основы объектно-ориентированного программирования на базе языка C#, М., Лань 2018 г., 192 с.
9. Зоткин С. А., Программирование на языке высокого уровня C/C++. Конспект лекций, М., МГСУ, 2018 г, 140 с.
10. Итан Браун: Веб-разработка с применением Node и Express. Полноценное использование стекаJavaScript, М., Питер, 2017 г., 336 с.
11. Колисниченко Д.Н,: PHP и MySQL. Разработка Web-приложений, М, BHV, 2017 г., 740 с.
12. Кузьменко Е.А., Мойзес О.А., Информатика. Углубленный курс. Учебное пособие для СПО, М., Юрайт, 2018 г., 164 с.
13. Мэтью Макдональд: Веб-разработка. Исчерпывающее руководство, М. Питер, 2017 г., 640 с.

Е.В Якушина, В.В Козлов

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА КАФЕДРУ

(Самарский государственный технический университет)

Целью этой работы является разработка информационной системы расчёта нагрузки для кафедры.

Задачи для решения поставленных целей:

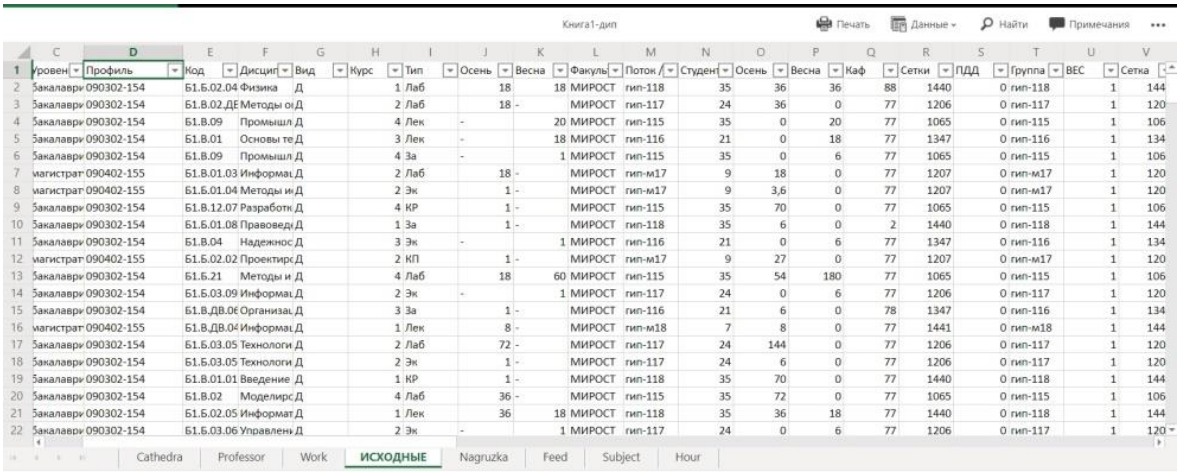
1. Разработка базы данных, хранящей данные о преподавателях, кафедре, предметах и часах;

2. Разработка интерфейсов программ и обеспечение работы с БД;
3. Внедрение программного комплекса;
4. Тестирование и отладка программного комплекса в работе.

Для обзора были выбраны следующие аналоги:

- Система расчёта нагрузки по форме MS excel САМГТУ;
- Система расчёта нагрузки по форме MS excel другого вуза;

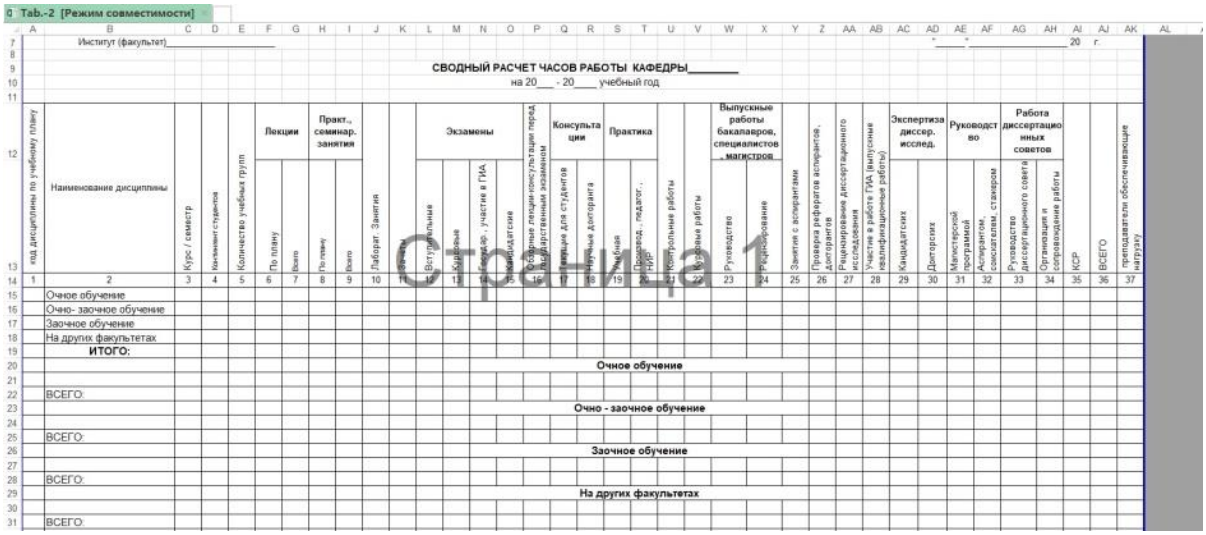
Система Расчёта нагрузки по САМГТУ представлена на рисунке 1.



Уровен	Профиль	Код	Дисцип	Вид	Курс	Тип	Осень	Весна	Факульт	Поток /	Студент	Осень	Весна	Каф	Сетки	ПДД	Группа	ВЕС	Сетка
Бакалавр	090302-154	Б1.Б.02.04	Физика	Д	1	Лаб	18	18	МИРОСТ	гип-118	35	36	36	88	1440	0	гип-118	1	144
Бакалавр	090302-154	Б1.В.02.ДЕ	Методы оі	Д	2	Лаб	18	-	МИРОСТ	гип-117	24	36	0	77	1206	0	гип-117	1	120
Бакалавр	090302-154	Б1.В.09	Промышл	Д	4	Лек	-	20	МИРОСТ	гип-115	35	0	20	77	1065	0	гип-115	1	106
Бакалавр	090302-154	Б1.В.01	Основы те	Д	3	Лек	-	18	МИРОСТ	гип-116	21	0	18	77	1347	0	гип-116	1	134
Бакалавр	090302-154	Б1.В.09	Промышл	Д	4	За	-	1	МИРОСТ	гип-115	35	0	6	77	1065	0	гип-115	1	106
магистр	090402-155	Б1.В.01.03	Информац	Д	2	Лаб	18	-	МИРОСТ	гип-м17	9	18	0	77	1207	0	гип-м17	1	120
магистр	090402-155	Б1.Б.01.04	Методы ин	Д	2	Эк	1	-	МИРОСТ	гип-м17	9	3,6	0	77	1207	0	гип-м17	1	120
Бакалавр	090302-154	Б1.В.12.07	Разработк	Д	4	КР	1	-	МИРОСТ	гип-115	35	70	0	77	1065	0	гип-115	1	106
Бакалавр	090302-154	Б1.Б.01.08	Правоведі	Д	1	За	1	-	МИРОСТ	гип-118	35	6	0	2	1440	0	гип-118	1	144
Бакалавр	090302-154	Б1.В.04	Надежнос	Д	3	Эк	-	1	МИРОСТ	гип-116	21	0	6	77	1347	0	гип-116	1	134
магистр	090402-155	Б1.Б.02.02	Проектирс	Д	2	КП	1	-	МИРОСТ	гип-м17	9	27	0	77	1207	0	гип-м17	1	120
Бакалавр	090302-154	Б1.Б.21	Методы и	Д	4	Лаб	18	60	МИРОСТ	гип-115	35	54	180	77	1065	0	гип-115	1	106
Бакалавр	090302-154	Б1.Б.03.09	Информац	Д	2	Эк	-	1	МИРОСТ	гип-117	24	0	6	77	1206	0	гип-117	1	120
Бакалавр	090302-154	Б1.В.ДВ.06	Организац	Д	3	За	1	-	МИРОСТ	гип-116	21	6	0	78	1347	0	гип-116	1	134
магистр	090402-155	Б1.В.ДВ.04	Информац	Д	1	Лек	8	-	МИРОСТ	гип-м18	7	8	0	77	1441	0	гип-м18	1	144
Бакалавр	090302-154	Б1.Б.03.05	Технологи	Д	2	Лаб	72	-	МИРОСТ	гип-117	24	144	0	77	1206	0	гип-117	1	120
Бакалавр	090302-154	Б1.Б.03.05	Технологи	Д	2	Эк	1	-	МИРОСТ	гип-117	24	6	0	77	1206	0	гип-117	1	120
Бакалавр	090302-154	Б1.В.01.01	Введение	Д	1	КР	1	-	МИРОСТ	гип-118	35	70	0	77	1440	0	гип-118	1	144
Бакалавр	090302-154	Б1.В.02	Моделирс	Д	4	Лаб	36	-	МИРОСТ	гип-115	35	72	0	77	1065	0	гип-115	1	106
Бакалавр	090302-154	Б1.Б.02.05	Информат	Д	1	Лек	36	18	МИРОСТ	гип-118	35	36	18	77	1440	0	гип-118	1	144
Бакалавр	090302-154	Б1.Б.03.06	Управлени	Д	2	Эк	-	1	МИРОСТ	гип-117	24	0	6	77	1206	0	гип-117	1	120

Рисунок 1

Система расчёта нагрузки, форма другого вуза представлена на рисунке 2.



Институт (факультет)_____ 20 г.

СВОДНЫЙ РАСЧЕТ ЧАСОВ РАБОТЫ КАФЕДРЫ_____
на 20___ - 20___ учебный год

код дисциплины по учебному плану	Наименование дисциплины	Курс / семестр	Количество студентов	Количество учебных групп	Лекции		Практ., семинар. занятия		Лаборат. Занятия	Экзамены				Консультации		Практика		Контрольные работы	Курсовые работы	Выпускные работы бакалавров, специалистов, магистров		Занятия с аспирантами	Правка рефератов аспирантов, докторантов	Рецензирование диссертационного исследования	Участие в работе ГАК (выпускные квалификационные работы)	Экспертиза диссер. исслед.		Руководство		Работа диссертационных советов		КСР	ВСЕГО	преподаватели обеспечивающие нагрузку
					По плану	Всего	По плану	Всего		Вступительные	Выпускные	Междисциплинарные	Защита ВКР, участие в ГИА	Предэкзаменационные консультации перед экзаменом	Выборные лекции-консультации перед Государственным экзаменом	Текущие для студентов	Текущие для докторанта	Учебная	Производ., педагог., НИР			Руководство	Рецензирование					Кандидатских	Докторских	Министерской программой	Аспирантом, соискателем, стажером	Руководство диссертационного совета	Организация и сопровождение работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
	Очное обучение																																			
	Очно- заочное обучение																																			
	Заочное обучение																																			
	На других факультетах																																			
	ИТОГО:																																			
																		Очное обучение																		
	ВСЕГО:																																			
																		Очно - заочное обучение																		
	ВСЕГО:																																			
																		Заочное обучение																		
	ВСЕГО:																																			
																		На других факультетах																		
	ВСЕГО:																																			

Отрисца 1

Рисунок 2

Ниже приведена таблица с сравнением аналогов разрабатываемой системы, на этой таблице можно в доступном виде рассмотреть основные различия разрабатываемой информационной системой с аналогами, используемыми крупными фирмами.

Таблица 6 – Сравнение аналогов

Название	Сфера применения	Особенности	Требования к характеристикам	Цена внедрения
Система расчета кафедры САМГТУ в MS excel	Ориентированно на использование продвинутых пользователей	• Устаревший интерфейс • Неудобность работы для начинающего пользователя	• Низкие требования • Требует навыков работы в MS excel	Низкая
Система расчёта нагрузки Другого вуза в MS excel	Ориентированно на использование продвинутых пользователей	• Устаревший интерфейс • Неудобность работы для начинающего пользователя	• Низкие требования • Требует навыков работы в MS excel	Низкая
Разрабатываемый программный комплекс	Ориентированно на использование начинающих пользователей	• Удобные в освоении интерфейсы, • Простота использования программы для начинающего пользователя	• Низкие требования • Требует навыков работы в MS access Простота в использовании	Низкая

Для реализации проекта разработана база данных. Схема базы данных на рисунке 3.

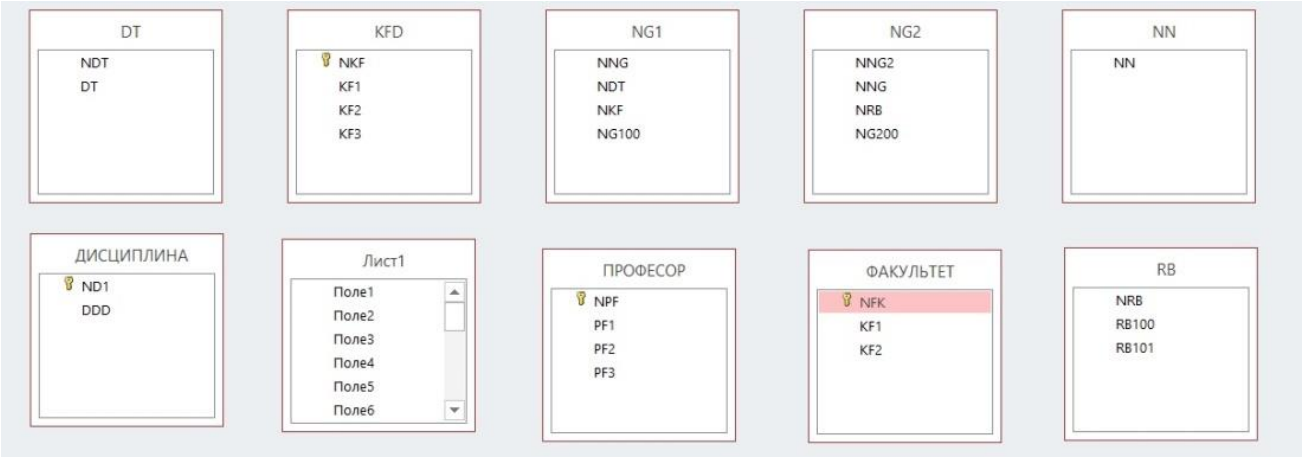


Рисунок 3 – Схема разработанной базы данных

В база данных комплектующих состоит из 10 таблиц:

- Кафедра;
- Профессор;
- Работы;
- Нагрузка;
- Часы;
- Факультет
- Дисциплина

Была реализована программа, позволяющая рассчитать нагрузку кафедры на преподавателей, так же реализована возможность добавления новой информации в базу данных, что позволит расширить список функционала. В программе реализована и доступна функция изменения данных по нагрузки и редактированию имеющейся информации.

Просмотр часов кафедры по категориям представлено на рисунке 4.



АУТП	Автоматизация и управление технологическими процессами	9482
АСиИС	Автоматизированные станочные и инструментальные системы	11502
АЭЭС	Автоматизированные электроэнергетические системы	6783
АУТС	Автоматика и управление в технических системах	10693
АДиГСС	Автомобильные дороги и геодезическое сопровождение	10228
АФХ	Аналитическая и физическая химия	7381
АСГиИИ	Архитектурно-строительная графика и изобразительное искусство	9485
Архитектуры	Архитектуры	8139
АЖОЗ	Архитектуры жилых и общественных зданий	13058
БЖД	Безопасность жизнедеятельности	5722
БНГС	Бурение нефтяных и газовых скважин	36567
ВВ	Водоснабжение и водоотведение	12835
ВОЕНКА	Военная кафедра	132
ВМ	Высшая математика	6266
ВМиПИ	Высшая математика и прикладная информатика	13881
ВТ	Вычислительная техника	8068
ГиГ	Геология и геофизика	9357
ГРАДО	Градостроительства	8876
Дизайн	Дизайн	5424
ИГОФ	Инженерная геология, основания и фундаменты	7590
ИГ	Инженерная графика	8336
ИП	Инновационное проектирование	5903
ИнЯз	Иностранные языки	24932
ИИТ	Информационно-измерительная техника	8000
ИТ	Информационные технологии	8473
ЛМКиРКИ	Лингвистика и межкультурная коммуникация и русский как иностранный	9022
ЛВТ	Литейные и высокоэффективные технологии	9016
МиТЭ	Материаловедение и товарная экспертиза	4309
МОНХП	Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств	10954
МИРОСТ	Межвузовская кафедра Информационные и разивающие образовательные системь	9243
МДК	Металлические и деревянные конструкции	9361
МПМН	Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы	11311
МАЭС	Механизация, автоматизация и энергоснабжение строительства	9954
Мех	Механика	15279
НМЭ	Национальная и мировая экономика	26325
ОиНХ	Общая и неорганическая химия	10941
ОПФХ	Общая и прикладная физика и химия	10686
ОФиФНГП	Общая физика и физика нефтегазового производства	15260
ОХ	Органическая химия	9725

Лек	1222
Лаб	4902
Пр	136
Эк	248
ЗаО	60
За	112
КП	258
КР	668
РГР	0
Эс	0
Реф	0
Итого	306
ВКР	898
ГЭ	0
ГЭК	185
ЦПО	0
Кафедра	70
Факультет	0
Институт	0

Рисунок 4 – Просмотр часов кафедры по категориям

В данной работе при помощи методов и средств разработки UML 2.0 будет разработана информационная система программного комплекса расчёта нагрузки на кафедре и представлена на рисунке 3.

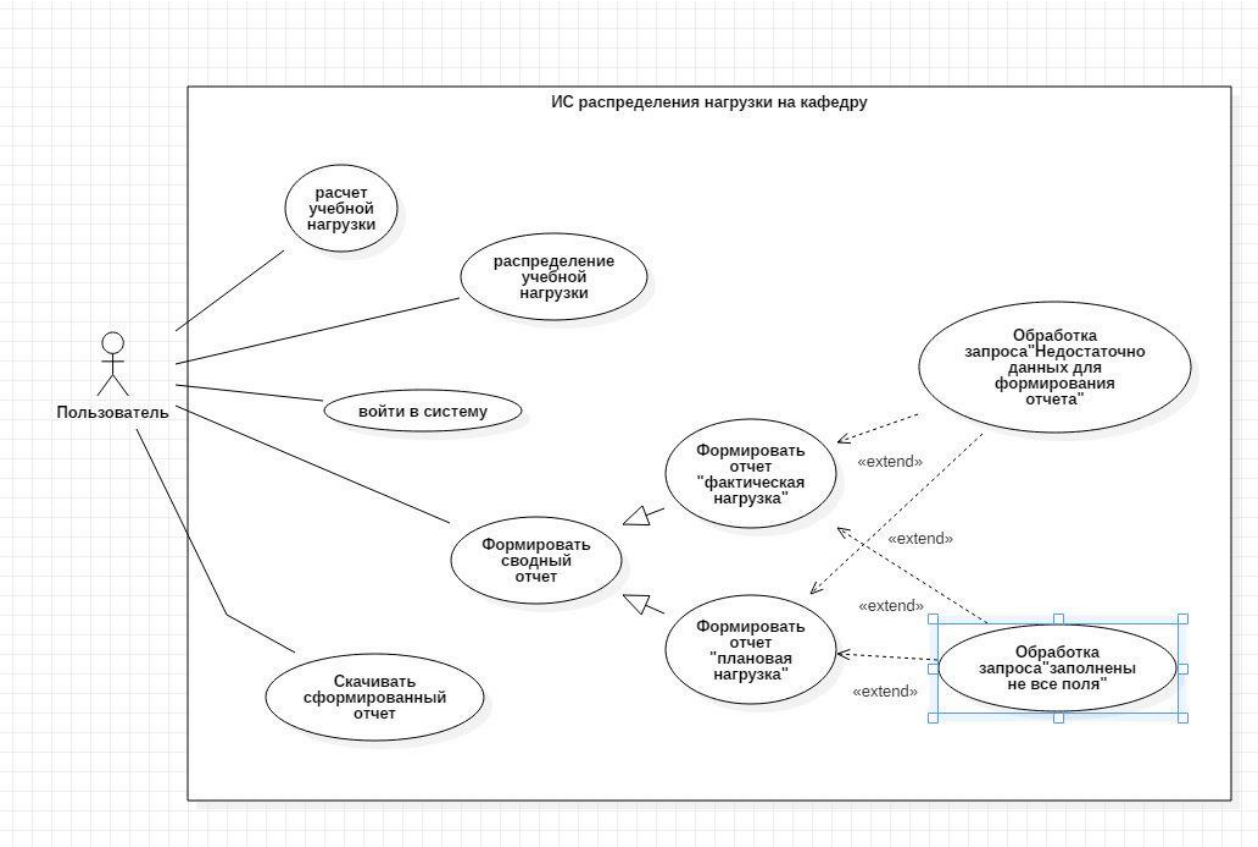


Рисунок 5 – Диаграмма вариантов использования

В результате проведенной работы была создана информационная система, в состав которой входит программа, позволяющая повысить эффективность работы сотрудников кафедры. Внедрение информационной системы позволит упростить пользователю рассчитывать нагрузку, и формирование отчётов так как вся информация по предметам часам и преподавателям хранится в базе данных.

Литература

1. Аблязов В.И. Издательство Политехнического университета 2014 Проектирование Баз данный в среде Microsoft Office Access 2003 2007 2010

2. Матвеев Евгений "Visual Basic для новичков. Шаг за шагом. Самоучитель/справочник"

3. Patrice Pelland Microsoft Visual Basic 2005 Express Edition – Build a Program Now Patrice Pelland; Наука - **,** 2017. - 224 с

4. Patricia Hartman Teach Yourself® Visual Basic® 6 Patricia Hartman**;** Наука**,** 2015**.**

5. Ананьев А. Самоучитель Visual Basic 6.0 А. Ананьев; БХВ-Петербург -, 2014**. –** 1795 с.

6. Ванг Уоллес Visual Basic 2005 Express на практике (+ CD-ROM) Уоллес Ванг; НТ Пресс -, 2016. - 656 с.

Э.Н Янюшев, В.В Козлов

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДБОР КОНФИГУРАЦИ КОМПЬЮТЕРНЫХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ

(Самарский государственный технический университет)

Целью этой работы является разработка информационной системы подбора конфигураций компьютерных комплектующих.

Задачи для решения поставленных целей:

1. Разработка базы данных, хранящей данные о комплектующих, пользователях, и оформленных заказах;
2. Разработка интерфейсов программ и обеспечение работы с БД;
3. Внедрение программного комплекса;
4. Тестирование и отладка программного комплекса в работе.

Для обзора были выбраны следующие аналоги:

- Система Выбора конфигурации сайта интернет магазина СИТИЛИНК;
- Система Выбора конфигурации сайта интернет магазина ДНС;

Система Выбора конфигурации сайта интернет магазина СИТИЛИНК представлена на рисунке 1.

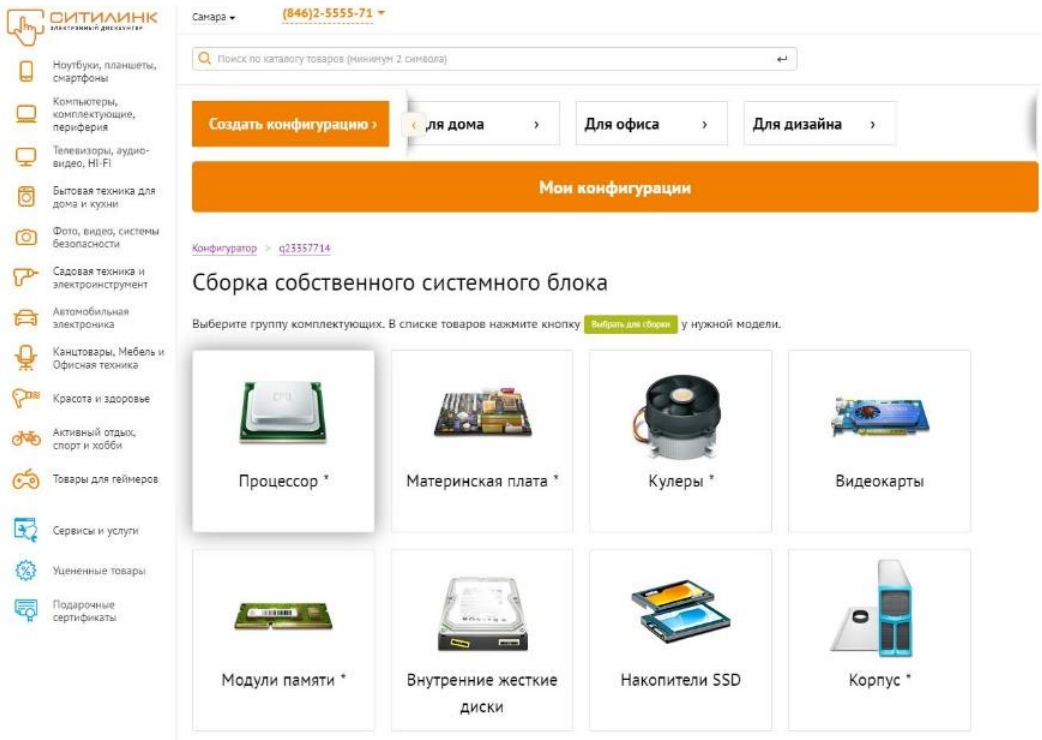


Рисунок 1

Конфигуратор интернет магазина СИТИЛИНК позволяет подобрать конфигурацию компьютера, и оформить заказ.

Система Выбора конфигурации сайта интернет магазина ДНС представлена на рисунке 2.

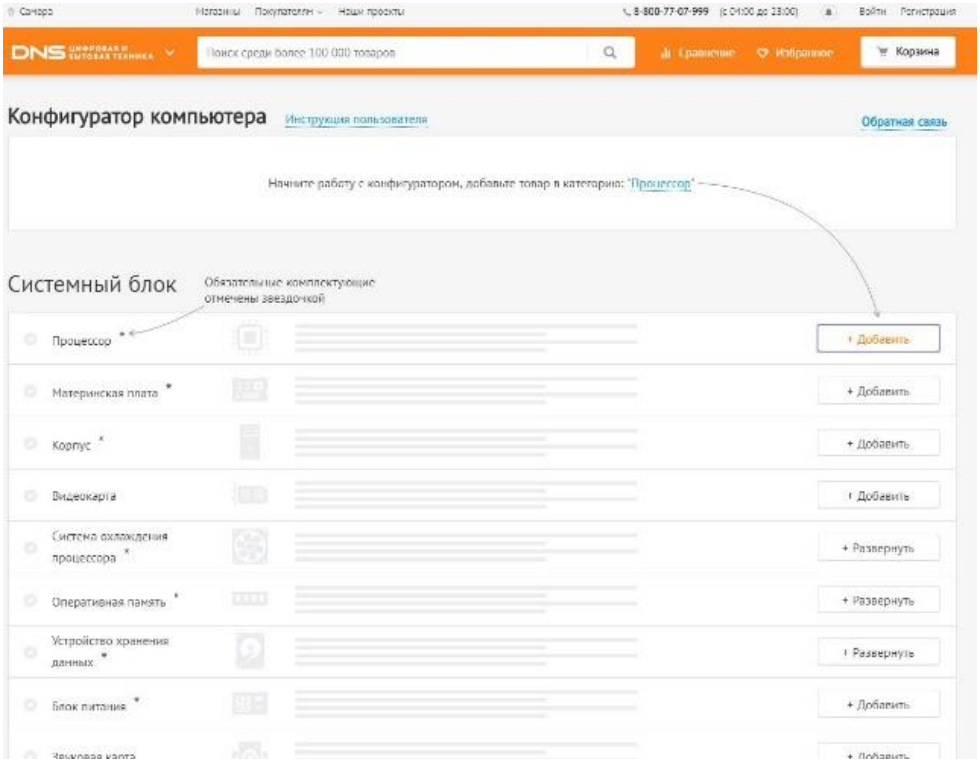


Рисунок 2

Конфигуратор интернет магазина СИТИЛИНК позволяет подобрать конфигурацию компьютера, и оформить заказ

Ниже приведена таблица с сравнением аналогов разрабатываемой системы, на этой таблице можно в доступном виде рассмотреть основные различия разрабатываемой информационной системой с аналогами, используемыми крупными фирмами представлена в таблице 1

Для реализации проекта разработана база данных. На рисунках 3 – 4. изображена схема разработанной базы данных с комплектующими и совместимостью между собой

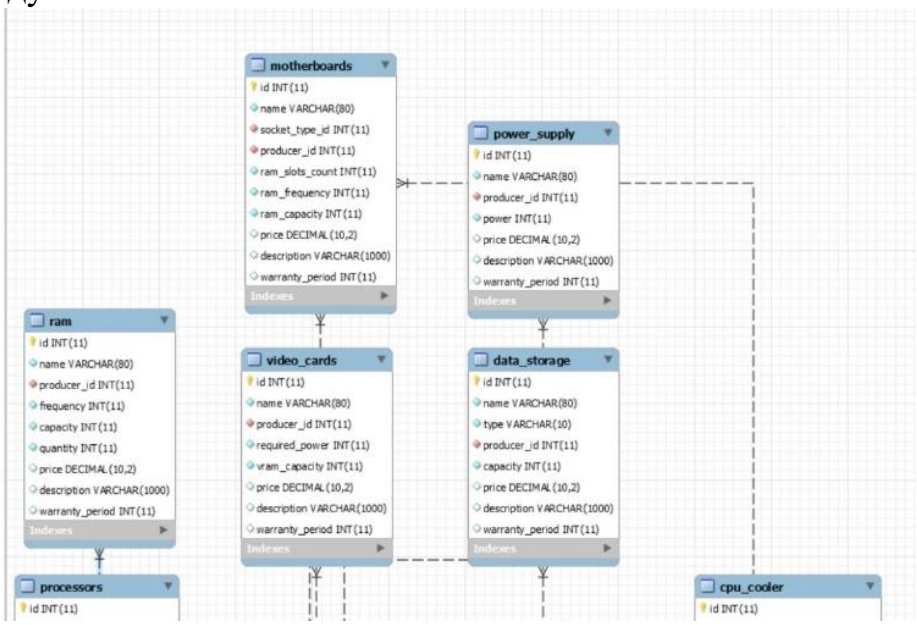


Рисунок 3

Таблица 7 – Сравнение аналогов

Название	Сфера применения	Особенности	Требования к характеристикам	Цена внедрения
Система подбора конфигурации интернет магазина СИТИЛИНК	Рассчитано на обслуживание клиентов с помощью сети интернет	• Удобные в освоении интерфейсы • Универсальность	• Высокие требования, • Необходимость наличия выделенного сервера	Высокая
Система подбора конфигурации интернет магазина ДНС	Рассчитано на обслуживание клиентов с помощью сети интернет	• Удобные в освоении интерфейсы • Универсальность	• Высокие требования, • Необходимость наличия выделенного сервера	Высокая
Разрабатываемый программный комплекс	Ориентированно на использование без сети интернет	• Удобные в освоении интерфейсы, • Автоматическая проверка совместимости комплектующих. • Функционирует без доступа к сети интернет	• Низкие требования, • Отсутствие необходимости наличия отдельного сервера	Низкая

База данных комплектующих состоит из 10 таблиц:

1. Материнская плата;
2. Процессор;
3. Оперативная память;
4. Видеокарта;
5. Охлаждение процессора;
6. Информация о сокете процессора;
7. Информация о сокете охлаждения процессора;
8. Блок питания;
9. Жесткие диски;
10. Производители;

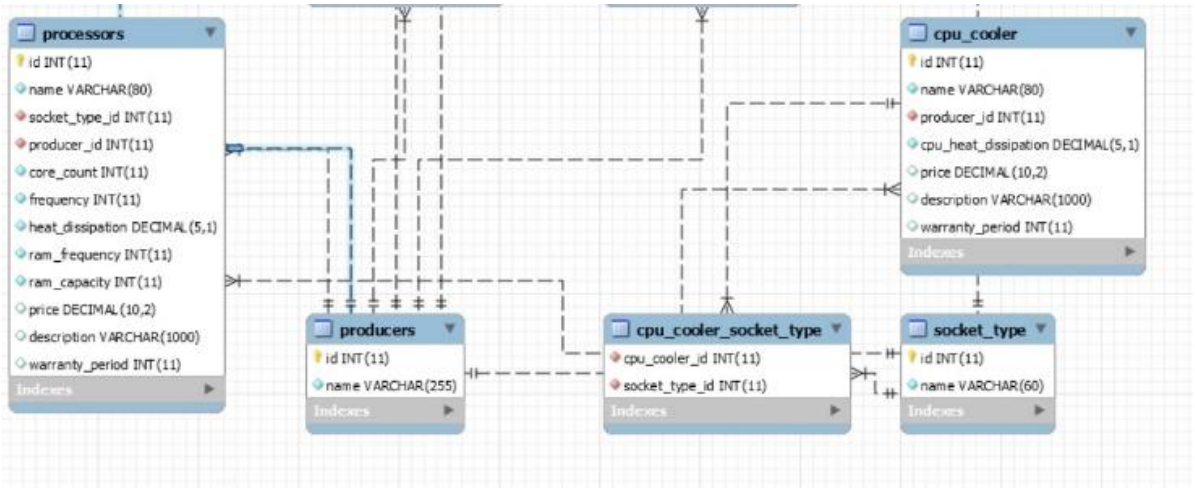


Рисунок 4

В данной работе при помощи методов и средств разработки UML 2.0 будет разработана информационная система подбора конфигураций компьютерных комплектующих представленной на рисунке 5.

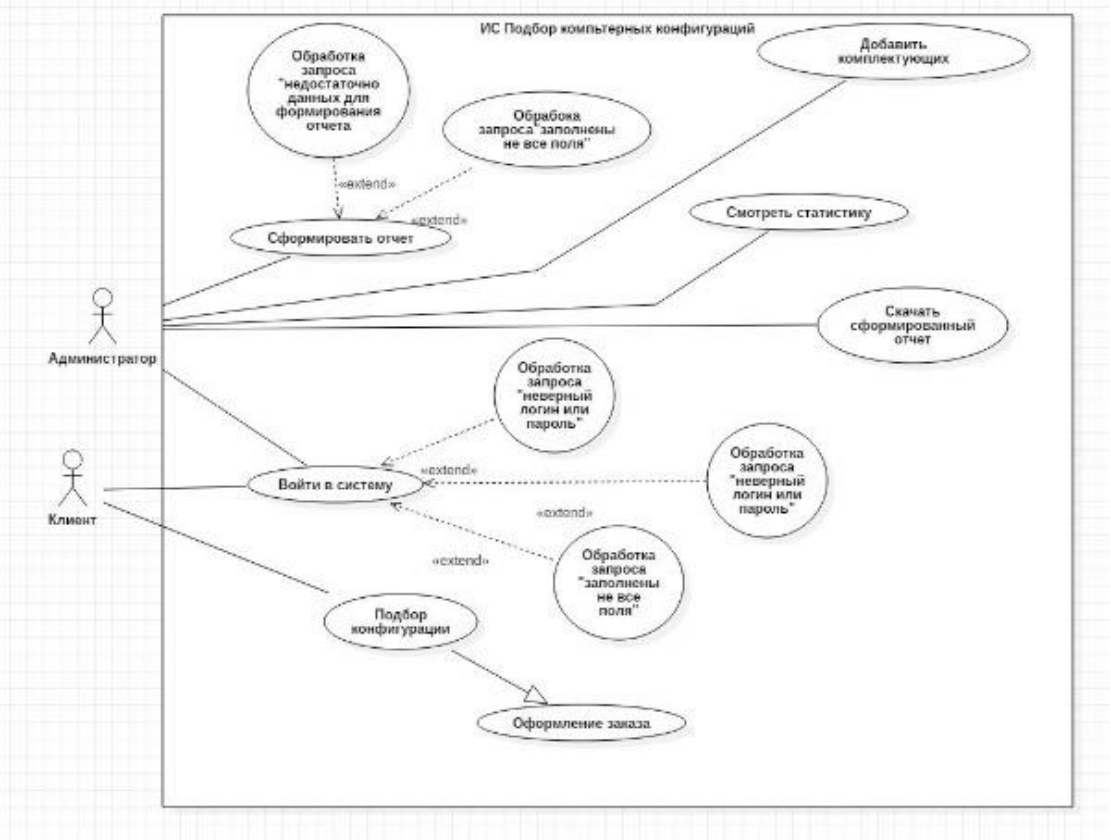


Рисунок 5 – Диаграмма вариантов использования

Была реализована программа, позволяющая собрать конфигурации компьютерных комплектующих с учётом совместимости отдельно взятой комплектующих между собой. Так же реализована возможность добавления новых комплектующих в базу данных, что позволит расширить список возможных конфигураций. В программе реализована и доступна функция оформления заказа с выбранной конфигурацией.

- Выбор конфигурации комплектующих представлен на рисунке 3;
- Оформление заказа
- Добавление комплектующих к базе данных
- Модуль выбора пользователя
- Модуль авторизации

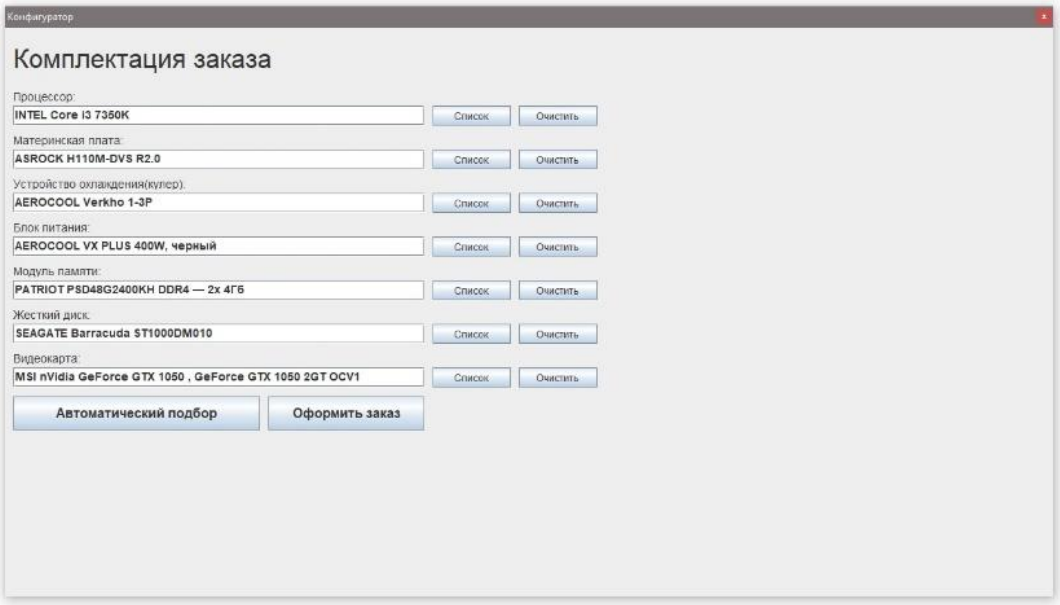


Рисунок 3 – Интерфейс выбора конфигурации

В результате проведенной работы была создана информационная система, в состав которой входит программа, позволяющая повысить эффективность работы магазинов компьютерных комплектующих. Внедрение информационной системы позволит упростить клиенту выбора совместимых комплектующих, так как информация о всех комплектующих и их характеристика всегда доступна в реальном времени и хранится в базе данных. Так же полный функционал программы может работать без доступа к сети интернет.

Литература

1. Грабер, Мартин SQL для простых смертных Мартин Грабер. - М.: ЛОРИ, 2014.
2. Иван Портянкин Java Swing: Эффектные пользовательские интерфейсы – издание второе. 2011
3. Интернет магазин СИТИЛИНК (sitilink.ru)
4. Интернет магазин ДНС (dns-shop.ru)
5. Методические указания к лабораторным работам по (Методы и средства моделирования программного обеспечения) для студентов очного формы обучения направления «Информационные системы и технологии» Пальмов С.В. Самара 2016

Р.А. Ярхунин, А.В. Тимофеев

ИНФОРМАЦОННАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ IT КОМПАНИИ

(Самарский государственный технический университет)

Цель данной работы состоит в создании программы технической поддержки, которая будет удобна и проста в использовании, а так же доступна в приобретение её в компанию.

Разрабатываемая информационная система предназначена для компаний, которые только начинают или уже начали свою деятельность, но ещё не имеют достаточного количества ресурсов на приобретение больших и сложных систем. Данная система включает в себя несколько функций, которые являются основными для небольших компаний, и уже посредством их использования, она предоставляет фирме помощь в обслуживании компании. Система позволит уменьшить расходы на закупку программ, ускорить заполнение заявки, а также она упрощает работу для персонала, предоставляя достаточно простой и удобный интерфейс.

Информационная система включает в себя данные о пользователях и клиентах компании, сведения о самой компании, а так же все те данные, которые нужны для использования в технической поддержке.

Система содержит 2 актера: пользователь и специалист технической поддержки (тп). Специалист тп - это главный актер ИС. Специалист тп имеет доступ ко всем имеющимся заявкам и базе данных, с возможностями просмотра и редактирования; другие пользователи имеют доступ только к своим запросам и материалам касающихся них.

Система содержит в себе функции: создание заявок в техническую поддержку, заявки и письма которых будут храниться в базе данных; также система будет иметь возможность консультации со специалистом технической поддержки и получать необходимую информацию напрямую.

Для создания абстрактной модели системы использовался язык моделирования UML, являющийся наиболее простым и удобным для графического моделирования.

Диаграмма вариантов использования – исходная концептуальная модель системы в процессе её проектирования и разработки.

Цели диаграммы ВИ:

- Определить общие границы и контекст моделируемой предметной области на начальных этапах проектирования системы.
- Сформулировать общие требования к функциональному поведению проектируемой системы.
- Разработать исходную концептуальную модель системы для её последующей детализации в форме логических и физических моделей.

- Подготовить исходную документацию для взаимодействия разработчиков системы.

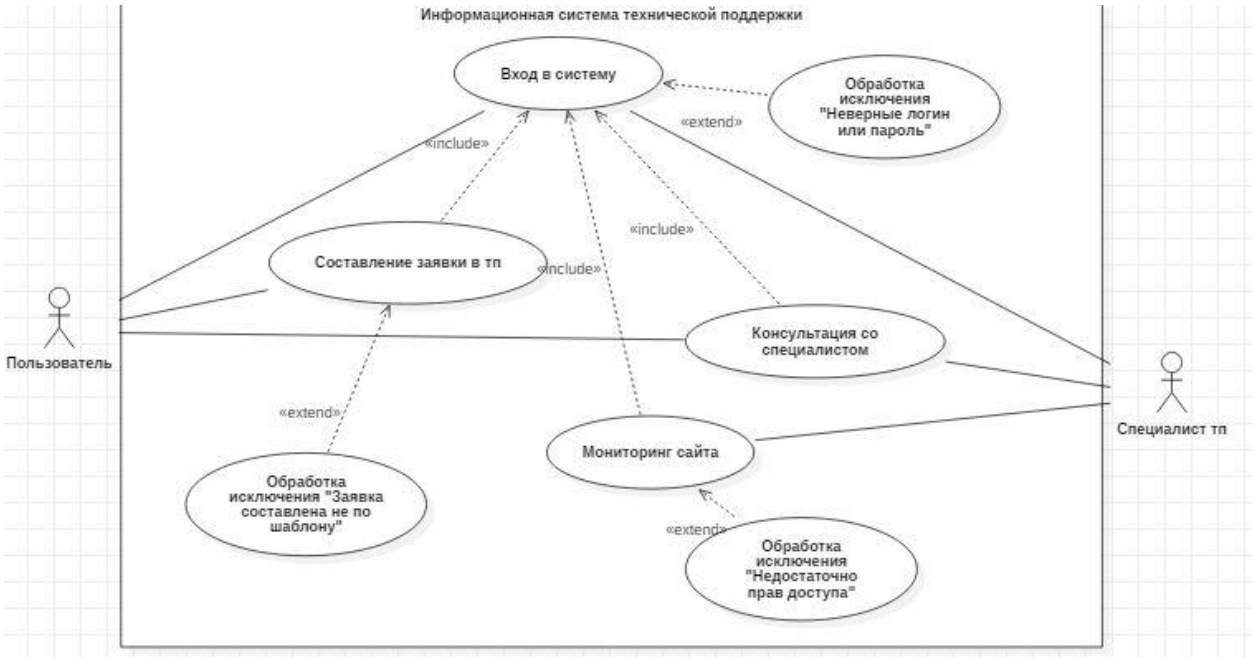


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для ИС

В системе взаимодействуют 2 актера, каждый из которых имеет свой набор выполняемых функций. Прежде всего, каждый актер должен выполнить вход в систему. После чего, у актеров появляется возможность выбора одной из функций системы, таких как: составление заявки в техническую поддержку или консультация со специалистом (у пользователя); Мониторинг сайта или ответы на вопросы пользователя (у специалиста).

Диаграмма классов (class diagram) - служит для представления статической структуры модели системы в терминологии классов объектно-ориентированного программирования. Отражает взаимосвязи между отдельными сущностями, описывает их внутреннюю структуру и типы отношений.

В данной диаграмме описаны классы, которые используются в моей системе. Главным классом является сама система технической поддержки. От системы идут классы, которые относятся к ней. Они подразделены на 2 вида. Первый содержит в себе некую информацию, базу данных и обозначается значком Entity, второй вид классов обозначает действие, которое выполняет один из актеров в системе. Эти классы связаны с системой стрелками с наконечниками в форме ромба.

Таким образом, можно сделать выводы, что данная система является достаточно простой в изучении и использовании. Она содержит в себе самые необходимые функции, которые должна иметь система технической поддержки. Она является удобной как для пользователя, так и для специалиста тп. Благодаря использованию системы, компания может решить интересующие её вопросы, использовав одну из функций системы, составить запрос или же получить обратную связь напрямую.

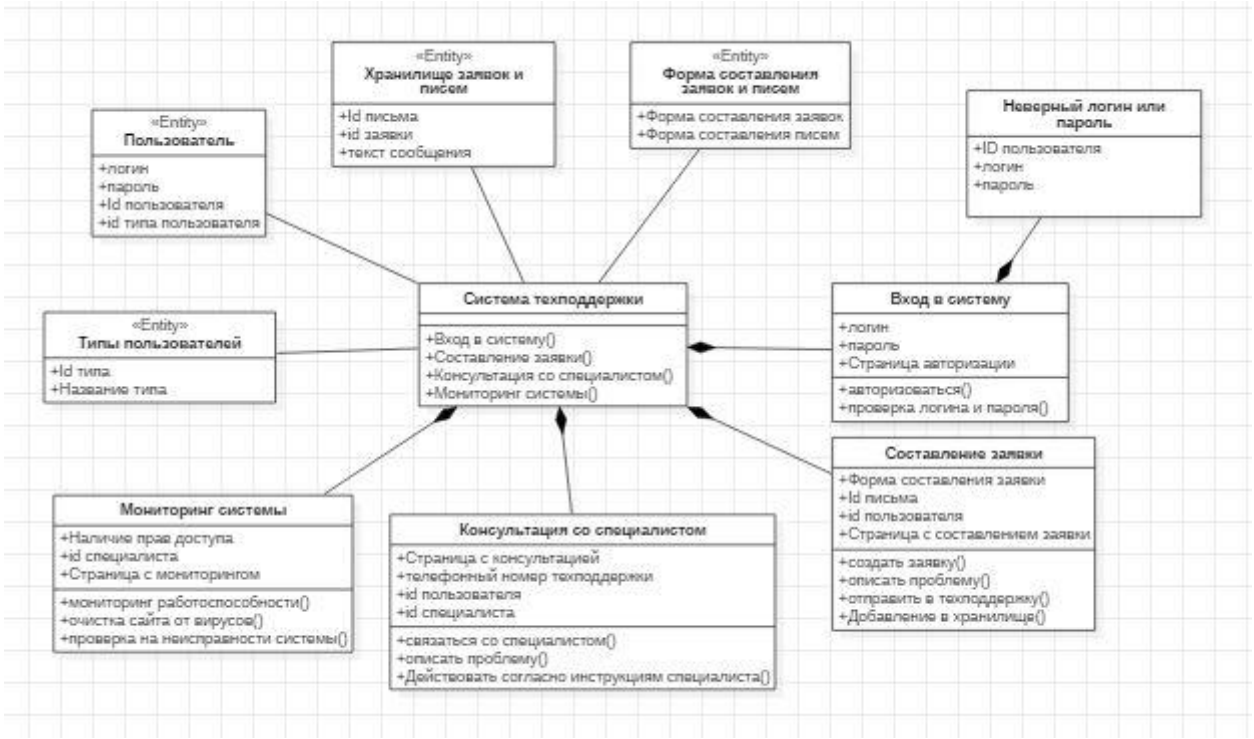


Рисунок 2 – Диаграмма классов для ИС

Литература

1.Техническая поддержка. [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Техническая_поддержка (Дата обращения 12.05.2019)

2.ДамОтвет.ру [Электронный ресурс] URL: https://computer.damotvet.ru/advice/152802.htm (Дата обращения 12.05.2019)

3. Леоненков А. Самоучитель UML. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.-234 с. (Дата обращения 12.05.2019)

4. Методы и средства моделирования программного обеспечения [Конспект лекций] Автор: Пальмов С.В. (дата обращения: 12.05.19)

СОДЕРЖАНИЕ

Автоматизированные системы научных исследований

Прохоров С.А., Куликовских И.М. Моделирование и аппроксимативный анализ случайных сигналов: основные результаты и направления развития 3
Васин А.С., Лёзина И.В. Автоматизированная система распознавания рукописных цифр многослойным персептроном 9
Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н., Верхотурова О.М., Иванова А.Н. О методах оценки временных ресурсов программных проектов 12
Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н., Айбулатов М.И., Зарипов Д.Р. О задаче построения пути режущего инструмента с учетом термических воздействий при раскрое плоского материала 16
Выборнова Ю.Д., Максимов А.И. Методы восстановления изображений по хаотично разбросанному набору точек 21
Выгодчикова И.Ю., Хохлов А.А. Индикатор торгового решения на основе минимаксного критерия аппроксимации 24
Выгодчикова И.Ю. Модель равномерного распределения риска финансирования бизнеса с дополнительными ограничениями 28
Голигров А.В. Автоматизированная система для проектирования ..... и расчета ленточного фундамента 32
Глотова П.А., Лёзина И.В. Автоматизированная система прогнозирования курса валют радиально-базисной нейронной сетью 34
Графкин В.В., Финелонов С.С. Автоматизированная система мониторинга показателей качества воздуха в помещении 37
Графкин В.В., Чеботарева С.В. Подсистема определения рельефа маршрута в системе сбора информации о физиологических показателях 39
Гуреев М.А., Крупец Н.Г. Моделирование опроса счетчиков в автоматизированной системе коммерческого учета электроэнергии 43
Заико И.А. Измерение распределений вероятности эргодического случайного процесса с экспоненциальной корреляционной функцией 47
Климентьев К.Е. Выбор и реализация программного генератора псевдослучайных чисел для системы мультиагентного моделирования 52
Кузьмина И.В., Котлякова В.В. Автоматизация тестирования распределенных информационных систем с использованием инструментов виртуализации 58
Куликовских И.М., Прохоров С.А., Наумова Ю.А. Формирование адаптивной памяти обобщенного фильтра Лагерра на основе оптимизации сложного полюса 60
Куликовских И.М., Кузнецова К.А., Панова К.А., Прохоров С.А. Повышение скорости сходимости градиентных методов с расширенной логарифмической функцией потерь 63

Лебедев Д.А., Литвинов В.Г. Автоматизированная система классификации музыкальных записей по жанрам 66
Лебедев Д.А., Литвинов В.Г. Определние оптимального размера нейронной сети 68
Лякишев А.А., Лёзина И.В. Сравнение случайного алгоритма и алгоритма роя частиц при решении задачи аппроксимации плотности распределения вероятности 71
Максимова Д.Р., Порунов А.А. Анализ методов электрического воздействия с целью достижения электроанальгетического эффекта при инвазивных манипуляциях и процедурах 74
Михайлов А.П. Алгоритм оптимальной структуризации данных по прогрессивности 76
Никулин С.А., Полукаров Д.Ю. Некоторые особенности моделирования сетей с ячеистой топологией 78
Оганнесян Д.А., Чигарина Е.И. Работа с хранилищами данных в Microsoft SQL Server 81
Орлов С.П., Рыбакова И.А. Построение методики оценки эффективности внедрения CRM-систем 83
Полещук Д.С., Кудрина М.А. Решение задачи сегментации изображения 86
Романов Л.В., Кудрина М.А. Решение задачи выделения границ на изображениях 90
Семенова А.А., Чигарина Е.И. Сравнительный анализ репликации данных в MS SQL Server 94
Серебряков А.В., Трешников П.В., Зеленко Л.С. Разработка автоматизированных рабочих мест стропальщиков и проверяющих для управления технологическим процессом окраски деталей 98
Смагин А.А., Липатова С.В. Булаев А.А. Разработка экологического атласа ульяновской области с использованием WEB-технологий 101
Столбова А.А., Матвеев В.В. Разработка автоматизированной системы диагностики состояния фрезы на основе вейвлет-преобразования 105
Столбова А.А., Мажаров А.Л. Автоматизированная система организации международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии» 108
Султанов Б.В. Рекуррентный алгоритм быстрого поиска в системах ..... с комбинацией псевдослучайной перестройки рабочей частоты и прямого расширения спектра 111
Сундеев А.М., Лимов М.Д., Домашева А.С., Осипов М.Н. Математическая модель двухкоординатного оптического сейсмодатчика 114
Хасанов О.З., Хасанова Н.В., Хасанов З.М. Адаптивные регуляторы скорости для динамического управления многосвязными электроприводами 119
Чесноков Я.В., Кудрина М.А. Изучение влияния параметров алгоритма сжатия LZSS на его характеристики 123
Чеховских И.В., Симонова Е.В. Разработка автоматизированной системы поиска сходства исследований в научных статьях 127

Якошук Н.С., Заболотнов Ю.М. Автоматизированная система моделирования процесса формирования вращающейся тросовой системы ..... с помощью проводящего ток троса 130

Информационная безопасность

Альбатша А.М.Х. Трехмерная модификация ГОСТ 28147-89 134
Баймяшкин М.А. Обзор утилит, осуществляющих сетевые атаки и методы противодействия им 136
Володина К.О. Обеспечение безопасности предприятия МУП ПАТП№2 при помощи системы видеонаблюдения 139
Галеева А.И. Разработка алгоритма сопоставления особых точек на изображениях автомобилей 143
Гуничева А.С., Гуменчук Д.С. Обеспечение защиты баз данных с помощью привилегий и ролей 147
Елисеев Е.Э. Адаптивный алгоритм в системе обнаружения вторжений SNORT для предотвращения WEB угроз 150
Зенцов Д.А. Разработка алгоритма проверки подлинности видеопоследовательностей путем обнаружения в них преднамеренных изменений 154
Злобин Ю.М., Пряхин В.П. Оценка эффективности маскирования функционально-логической структуры информационной системы 158
Ивкин А.Н., Бурлаков М.Е. Реализация системы обнаружения вторжений ..... с внедренными правилами машинного обучения 162
Иливицкий С.А., Трешников П.В., Зеленко Л.С. Проектирование подсистемы лицензирования программного комплекса «Технодок» 166
Канафеев Р.И., Кудрина М.А. Использование обфускационных преобразований для защиты программного кода 167
Кардаков В.А. Безопасность технологии IoT 171
Курзенева Т.А. NFC-метки как элемент «Умного дома» и обеспечение их информационной безопасности 174
Нелидин Ю.Р. Измерительные преобразования для регистрации электрических полей 176
Палканов И.С. Анализ методов и алгоритма проведения внутреннего аудита информационной безопасности организации 177
Палканов И.С. Значение внутреннего аудита для повышения информационной безопасности организации 181
Парфёнов Д.И., Торчин В.А., Забродина Л.С. Разработка подхода к поиску уязвимостей в сетях провайдеров телекоммуникационных услуг 185
Пензин К.В., Зеленко Л.С. Функционирование подсистемы формирования отчетов в составе программного комплекса ..... «Мониторинг готовности» 188
Филатов Н.А. Выявление уязвимостей сервиса SAMBA с помощью метода ловушек 191
Цветов В.П. Об алгебрах индикаторов гиперграфов 195

Чернов П.Н., Зеленко Л.С., Трешников П.В. Программный комплекс технодок. Подсистема расчета баланса электроэнергии Жигулевской ГЭС 198

Интеллектуальные системы и машинное обучение

Александров А.А. Распознавание эмоционального состояния человека по изображению лица 204
Андриянов Н.А. Моделирование траектории движения автономного аппарата с помощью моделей с кратными корнями характеристических уравнений 208
Архипов А.О. Выявление дефектов печатных плат с помощью нейронных сетей 212
Архипов А.О. Применение машинного обучения на этапе трассировки печатных плат 216
Альгашев Г.А., Солдатова О.П. Восстановление изображений с помощью порождающих состязательных свёрточных сетей 219
Бадрутдинов Р.Р. Дифференцируемый поиск архитектур свёрточных нейронных сетей 222
Барсков Н.М., Куликовских И.М. Прогнозирование взаимодействий пользователей с рекламным содержимым Интернет страниц 226
Борисов М.А., Крупец Н.Г. Алгоритмы построения дерева принятия решений в задачах классификации 229
Валяев Е.А., Мингалиев З.З. Нейросетевой каскад на основе самоорганизующихся карт Кохонена 233
Головнин О.К., Маркелов А.В. Нейроассистент для составления индивидуального плана тренировок 240
Громова А.А., Франтасов Д.Н., Фатеев В.А. Автоматизация работы виртуального цифрового помощника-продавца 242
Долгинцев А.П., Мананков А.С., Франтасов Д.Н. Интеллектуальная система принятия решений по маршрутизации обращений пользователей в АСУ ЕСПП 246
Дунин Р.М., Савилова У.А. Взаимодействие агентов мультиагентной системы на примере беспилотных летательных аппаратов 250
Дунин Р.М., Яковлева Д.А. Модели защищённой мультиагентной системы и интеллектуального агента 252
Казанцева И.С., Солдатова О.П. Решение задачи детектирования изображений при помощи каскадных классификаторов 256
Карамзина А.Г., Хабибуллина И.Ф. Кластерный анализ подбора персонала по профессиональным компетенциям 260
Крупец Н.Г., Федоров С.В. Методы обработки разнотипных экспериментальных данных 264
Куцаева Т.О. Сравнение эффективности методов классификации текстов по эмоциональной окраске 268

Ляшева С.А., Шакирзянов Р.М., Шакирзянова А.А., Шлеймович М.П. Детектирование центов объектов на изображениях с использованием метода преобразования радиальной симметрии 270
Лысиков М.Г., Довгерд Г.А. Модель принятия решения при выборе типа автоблокировки при проектировании новых железнодорожных линий 273
Мингалиев З.З., Кычкин И.М. Применение нейронной сети типа «многослойный перспетрон» для решения многомерных обратных задач 277
Мингалиев З.З. Распознавание бинарных сигналов на основе нейронной сети Хэмминга 281
Otajonov U.S. Data mining methods 284
Ольшанский А.М., Довгерд И.А. О применении PID-регулятора к управлению ИНС с переменной проводимостью сигнала при использовании схемы постобучения 286
Ольшанский А.М. О характере поведения многослойной ИНС с переменной проводимостью сигнала при использовании схемы ..... постобучения 289
Пилецкая А.В. Использование аффинных преобразований ..... для формирования обучающей выборки для искусственной нейронной сети 294
Попков П.К., Востокин С.В. Автогенерация исходного кода ..... на основе рекуррентных нейронных сетей 298
Порунов А.А., Тюрина М.М., Вафин Р.И. Особенности разработки интеллектуальной струйно-конвективной системы измерения параметров газовых потоков 302
Рыбаков Д.А. Поиск перколяционных кластеров с помощью искусственной нейронной сети 305
Ситников А.А. Исследование возможности распознавания рукописного текста в изображении 307
Шаталин Р.А., Овчинников П.Е., Фидельман В.Р. Единая оценка аномальности поведения в простых и сложных сценах на основе главных компонент 310
Юзькив Р.Р. Кластеризация гиперспектральных изображений для повышения эффективности сжатия методом кодирования с преобразованием 313
Ямалтдинова А.А., Мокшин В.В. Глубокое обучение с использованием байесовской оптимизации в Matlab 317

Информационные технологии высокопроизводительных вычислений

Бобылева И.В., Востокин С.В. Алгоритмический каркас для блочной обработки данных по принципу кругового турнира 323
Валеев С.Р., Новиков А.О. Создание распределенных диспетчерских систем на базе SCADA-пакета WINCC OA 325
Васильев В.Д., Мокшин В.В. Методы решения оптимизационных задач 327

Выгодчикова И.Ю., Хохлов А.А. Индикатор торгового решения на основе минимаксного критерия аппроксимации 330
Гринь И.В., Морозов О.А. Повышение эффективности оценки взаимной временной задержки широкополосных сигналов на основе анализа сечений функции неопределенности преселектированных узкополосных каналов 334
Зайцев В.В. Расширение функциональности программы для мониторинга работы и управления системой распределения запросов 336
Иванчикова М.А. Разработка математической модели и алгоритма ..... масштабирования структуры мультипровайдерной сети распределенных центров обработки данных 340
Игошев Я.А., Ершов Р.А. Вычислительно эффективный алгоритм расчета взаимной функции неопределенности в задаче определения взаимной временной задержки сигналов при больших объемах выборок 342
Мирхомитов М. Основы создания распределенной инфраструктуры ..... на основе ГРИД технологии 346
Михеев А.П., Кудрина М.А. Исследование эффективности оптимизации алгоритма фрактального сжатия с помощью параллелизма 348
Otajonov U.S. Monitoring the work of the central processor 352
Пшеничных А.О., Ватутин Э.И. Влияние вероятности выбора минимально допустимого или случайного цвета для жадного метода оценки хроматического числа графа 354
Яблокова Л.В., Яблоков Д.Е. Применение обобщённой концепции универсального числового типа для реализации отказоустойчивого алгоритма деления комплексных чисел 357

Информационные технологии в медицине

Агафонова Ю.Д., Гайдель А.В. Локализация области патологических изменений на изображениях МРТ головного мозга 362
Алимурадов А.К., Тычков А.Ю., Чураков П.П. Новый подход к сегментации речевых сигналов на основе декомпозиции на эмпирические моды для оценки психоэмоционального состояния человека 366
Богданов И.М., Зеленко Л.С., Филатова Н.В. Разработка автоматизированной системы расчета показателей основных стоматологических заболеваний у детского населения 370
Добратулин К.С., Аюпова И.О., Гайдель А.В., Ивлева А.И. Локализация анатомических ориентиров на рентгеновских изображениях профиля головы 374
Дятлов Н.Е., Рахматуллов Ф.К. Методы оценки электрофизиологических свойств миокарда на основе холтеровского ЭКГ-мониторирования 379
Здорнов М.Ю., Храмов А.Г. Разработка алгоритма оценивания признаков цифровой электроэнцефалограммы для диагностирования шизофрении у детей и подростков 381

Константинов Э.С. Оценка артериального давления путем распространения пульсовой волны 385
Константинов Э.С., Гизатуллин З.М. Распознавания элементов электрокардиограммы с использованием нейронной сети 387
Мачтаков А.В. Автоматизированная система для проведения коррекционных занятий с инвалидами по слуху на основе мобильных технологий 390
Пашина Т.А., Гайдель А.В. Автоматическое выделение области интереса на изображениях компьютерной томографии лёгких 395
Рябов К.Д. Применение энтропии графа горизонтальной видимости для диагностики алкоголизма по сигналам ЭЭГ 399
Саитова Г.А., Камильянов К.Н., Михайлов А.С. Программы управления учебным роботехническим комплексом 402
Спиваков Д.А., Зеленко Л.С. Модификация автоматизированного рабочего места врача-эндокринолога для клинического приёма 407
Чеснокова Т.А. Разработка технологии автоматического выделения областей интереса на рентгеновских снимках легких 408
Шаболкина Е.И., Зеленко Л.С., Иливицкий С.А. Разработка клиент-серверного приложения для оценки состояния больных с ишемическим инсультом 412

Информационные технологии на транспорте

Арискин Е.О., Миннебаев М.Р. Построение и алгоритмы системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами 415
Арискин Е.О. Лисин Р.А., Миннебаев М.Р. Технология анализа динамических погрешностей системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами 419
Бородинов А.А. Способ определения пользовательских предпочтений..... в системах персонализированных рекомендаций для пассажиров общественного транспорта 423
Головнин О.К. Интеллектуальная информационно-аналитическая система оперативного мониторинга характеристик транспортных потоков 427
Головнин О.К., Привалов А.С. Алгоритм детектирования элементарных признаков акустического излучения транспортных средств 430
Головнин О.К., Пупынин К.В. Повышение эффективности использования аппаратных ресурсов браузерными программными средствами моделирования транспортного потока 433
Головнин О.К., Сидорова Е.В. Нейросетевой анализ данных в задаче прогнозирования риска возникновения причин дорожно-транспортных происшествий 435
Графкин А.В., Графкин В.В. Система помощи при парковке автотранспорта на открытых пространствах 438

Гринблат А.А., Михеева Т.И., Чекина Е.В. Автоматизированная информационная система паспортизации транспортной сети 441
Ефремова Е.С. Построение и анализ статической точности вихревой системы воздушных сигналов дозвукового летательного аппарата 446
Ефремова Е.С., Мифтахов Б.И., Солдаткин Р.В. Технология анализа динамических погрешностей вихревой системы воздушных сигналов дозвукового летательного аппарата 450
Казятин Л.Н., Михеева Т.И., Елизаров В.В. Стандарт функционала плагинов по работе с геообъектами на интерактивной карте 455
Константинов Э.С. Твердотельный лидар в автономном транспорте 460
Кудрявцева С.С. Автоматизация процессов при транспортировке продукции 462
Лукичева Е.В., Бакиров М.В. К вопросу об организации одноуровневого пересечения линии скоростного трамвая автомобильными дорогами с низкой интенсивностью движения с помощью интеллектуальных систем 465
Михеева Т.И., Елизаров В.В. Формирование и построение адресного плана в интеллектуальной геоинформационной системе 469
Михеева Т.И., Михеев С.В., Бугаков А.И. Исследование качества дорожного покрытия 475
Михеев С.В., Михеева Т.И. Семантическая стратификация транспортной инфраструктуры в пространстве ОСГУДА 479
Михеев С.В., Михеева Т.И., Чугунов А.И. Геоинформационный мониторинг состояния дорог с визуализацией геообъектов на карте 486
Солдаткин В.М. Технология построения и анализа погрешностей комплексной системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока 491
Солдаткин В.М., Солдаткин В.В., Никитин А.В. Технология анализа методических погрешностей системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока 496
Сигаев Л.Л. Разработка, реализация и практическое применение алгоритма нахождения минимального покрытия в графах 501
Тарасов Е.М., Андрончев И.К., Тепляков В.Б., Тарасова А.Е. Исследование возможностей определения координаты поезда информацией отдельных признаков 505
Тарасов Е.М., Булатов А.А., Гаранин М.А., Тарасова А.Е. Инвариантные измерения информативных признаков координаты поезда 509
Франтасов Д.Н., Мельников П.А., Климась А.С. Система автоматизированного управления процессом проектирования структуры системы управления техническими системами 513
Шорохов Н.С., Жалилов А.О. Опытная проверка устройства для борьбы с гололедом на контактном проводе 516

Моделирование и анализ сложных технических систем

Акельдов Д.В., Мокшин В.В. Оптимизация работы распределительного центра за счет изменения технических параметров в среде имитационного моделирования Anylogic 520
Ахметшина Э.Г. Системы массового обслуживания с Эрланговскими входными распределениями 523
Байков Е.Д., Ершов Р.А., Морозов О.А. Вычисление линий равной задержки разностно-дальномерным методом на основе информации от группы из двух космических аппаратов 528
Боднарчук Г.А., Новиков А.О., Чернобровин Н.Г. Система управления линией проката и поперечной резки профилированного листа 531
Бойков И.В., Айкашев П.В. Приближенные методы решения уравнения крыла 534
Волкова К.А., Авдеев Е.В., Полонский В.Л. Анализ работоспособности подвески райзера 538
Головашкин Д.Л., Яблокова Л.В. Волновой алгоритм метода гаусса-зейделя для решения неявных сеточных уравнений. Одномерный случай 541
Гусев О.В., Мокшин В.В. Оптимизация работы аэропорта за счёт ресурсов аэропорта в среде имитационного моделирования Anylogic 545
Дон Ч., Ван Ч., Заболотнов Ю.М. Анализ устойчивости колебаний низкоорбитальной тросовой системы вблизи вертикали 549
Елизарова А.В. Исследование многосвязных систем автоматического управления с нелинейным элементом и запздыванием 553
Ефимушкина Н.В. Имитационная модель для исследования .....
суперскалярных процессоров 557
Зотеев В.Е., Башкинова Е.В. Численный метод оценки параметров модели третьей стадии деформации ползучести 561
Ильичев Р.Е., Инцын К.О., Мокшин В.В. Оптимизация работы линии обработки зерна за счет объемов танков и скорости перемещения зерна в среде имитационного моделирования Anylogic 565
Котелова В.А., Коровкина А.О., Мокшин В.В. Оптимизация работы центра поддержки клиентов за счет увеличения или уменьшения количества сотрудников центра поддержки для обработки входящих звонков клиентов в среде имитационного моделирования Anylogic 568
Кочетков В.С. Исследование примения методов парсинга DOM и SAX для получения данных о государственных закупках 572
Кузин М.А., Головашкин Д.Л. Экспериментальное исследование блочно-параллельного алгоритма разностного решения волнового уравнения 576
Кульга К.С., Асбапов Э.Р. Динамический анализ компоновок станков на стадии эскизного проектирования с помощью CAD/CAE-систем 579
Кульга К.С., Китаев А.А. Использование механизма горизонтальной синхронизации в модифицированных вложенных сетях петри при имитационном моделировании производственных систем 583

Кусюмов Н.К., Мокшин В.В. Оптимизация ресурсов Казанского аэропорта в среде имитационного моделирования Anylogic 587
Лу Х., Заболотнов Ю.М., Ли А. Способ формирования вращающейся космической тросовой системы в процессе ее развертывания 591
Лаврентьева А.С., Фидельман В.Р., Чуманкин Ю.Е. Оценка влияния провисания сетки рефлектора антенны на погрешность пассивного моноимпульсного пеленгования 595
Малыхина О.И., Филипов А.Г. Решение задачи идентификации узлов натурной и конечно-элементной моделей космического аппарата 598
Мамонова В.С., Ильина Т.В. Оптимизация замкнутых систем массового обслуживания в системе имитационного моделирования Anylogic 601
Медведев П.С., Садыкова А.Т., Нуруллина А.Л., Нуруллина Г.Л., Мокшин В.В. Оптимизация времени проезда перекрестков в среде имитационного моделирования Anylogic 605
Мокшин В.В., Стадник Н.А., Маряшина Д.Н., Золотухин А.В. Использование среды имитационного моделирования Anylogic в организации массовых мероприятий 609
Мухаммадиев А.А. Моделирование частотных и переходных характеристик электрических цепей 613
Нуруллина А.Л., Нуруллина Г.Л., Медведев П.С., Садыкова А.Т. Разработка модели склада в среде имитационного моделирования Anylogic 616
Павлова Э.И., Гизатуллин З.М. Методика анализа помех в электронных средствах при электромагнитном воздействии разряда молнии 621
Половинкин А.В., Кульга К.С. Модели и методы создания программного обеспечения CAFD-системы для проектирования специальных станочных присособлений 624
Саитова Г.А., Елизарова А.В., Фаттахов Б.А. Проектирование и тестирование эталонной модели ТРД 628
Садыкова А.Т., Маряшина Д.Н., Мокшин В.В. Оптимизация работы цеха по сборке оборудования в среде имитационного моделирования ..... Anylogic 632
Сивков В.С. Анализ распределения памяти микроконтроллера при создании систем реального времени 636
Силин В.В. CAD/CAM/CAPP/PDM система ADEM – отечественная САПР. Практические примеры эффективного применения ПО ADEM особенности и преимущества системы ADEM. Место ADEM в производственном и учебных процессах 640
Ситникова М.А. Редукция сложных моделей вирусной динамики 645
Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Модель каналов передачи данных на основе системы с гиперэрланговским и эрланговским распределениями 649
Тен А.М., Мокшин В.В. Анализ и особенности имитационной модели «Автозаправочная станция IRBIS» в среде Anylogic 653
Umurzakova D.M. Automatic water-level regulating invariant system in the boiler shell 657

Умурзакова Д.М. Система автоматического регулирования параметров настроек робастных типовых регуляторов 659
Фаттахов Н.И., Ханова З.Р., Мокшин В.В. Оптимизация производства по упаковке товаров засчет рабочих ресурсов в среде имитационного моделирования Anylogic 662
Яковлев А.В., Шибков Д.А., Савилова У.А., Яковлева Д.А. Модель подсистемы аутентификации электронно-платежной системы на основе сети Петри 666
Якупов Д.Т., Мокшин В.В. Решение задачи размещения объектов в графовых моделях 671

Методика обучения и компьютерные обучающие программы

Абдуллин Д.И., Кириллов Е.М., Баграмов Р.Р. Адаптивная среда обучения двоичной арифметике 676
Асеева С.Д., Асеева Е.Н., Авдеюк О.А. Актуализация графических компетенций преподавателей при обучении моделированию для печати на 3D-принтере 679
Бобров В.С. Разработка Веб приложения для обучения детей шахматам 683
Васюков О.Г. От вступительной части к разработке рабочей программы дисциплины 685
Егорова Д.Д. Анализ образовательных платформ для реализации онлайн-обучения 687
Карамзина А.Г., Мустафина А.Р. Информационные технологии в проектировании системы оценки деятельности научной школы 690
Камальдинова З.Ф., Тишаков В.А. Информационная технология организации виртуальной среды для творчески одаренной молодежи 694
Карамзина А.Г., Мерзико И.Н. Информационные технологии в проектировании электронного образовательного ресурса 698
Кузьмина Ю.В., Ворошилов В.В. Методы и алгоритмы формирования психологического профиля молодых исследователей 702
Леман В.А., Яковлева Е.А. Информационная система мониторинга взаимодействия студентов и преподавателей в рамках учебного процесса 705
Лозовская Л.Б., Морозов О.А. Информационные технологии как средство междисциплинарного взаимодействия при подготовке бакалавров инженерных специальностей 707
Мандрова Д.В., Иващенко А.В., Симонова М.В. Перспективы развития трудового потенциала на основе баз знаний 711
Осипов В.А. Исследование алгоритма преобразования коэффициента контрастности Веб страниц 713
Пиявский С.А. Инфокоммуникационные технологии как основа развития самарской областной системы работы с творчески одаренной молодежью «Взлет – Полет – Орбита» 716

Радомский В.М., Самокиш А.В. Интеллектуальная информационная система поддержки творческой деятельности 719
Сапельников В.М., Скрыпин А.Р., Советкали Б.С., Шамилов И.Р. Электронный учебник-тренажер по курсу «Базовые элементы и устройства цифровой и вычислительной техники» 729
Семенова Е.П. Опыт реализации модульно-рейтинговой технологии в образовательном процессе по направлению Приборостроение 732
Сибгатуллин М.Р. Разработка информационной системы поддержки для управления выпускными работами студента 735
Хакимова Е.А., Старцева О.Г. Подход к формулированию профессиональных компетенций для подготовки инженеров 737
Шигапова Г.А. Гаджеты в изучении английского языка 741

Философия искусственного интеллекта и трансгуманизм

Атяскина А.Н. Динамика развития основных концептов романтической мысли в XX веке 745
Бахметьев А.Э. Онтогносеологические границы интуитивного познания 748
Богатырева Е.Д. Современное искусство: проблемы интеграции 751
Богданов Д.С. Философские аспекты решения практической задачи..... в кибернетике 755
Гатен Ю.В. О проблеме изучения доверия человека к технике в социально-психологических исследованиях 758
Данчук М.В. Влияние аскетической мысли на формирование христианской концепции брака 760
Давыдов Н. С. Применение функционального МРТ в проблеме расшифровки нейродинамических кодов 764
Дёмин И.В. Спиритуалистический персонализм С.А. Аскольдова как философская апология чуда 766
Демина А.И., Нестеров А.Ю. Понятие интуиции в свете концепции «Четвёртого царства» 770
Огнев А.Н. Онтогносеологические лимиты «идентифицирующего состояния» в психодиагностике применительно к информационным технологиям 773
Сериков А.Е. Дискуссии о сознании как интегрированной информации 776
Соснина Т.Н. Системное моделирование (методологический аспект) 780
Ставропольский Ю.В. Философия искусственного интеллекта ..... Масахиро Мори и робототехника в Японии 783
Трафимова Г.А. Цифровое общество: высока ли плата за цифровые блага? 785
Хорин П.А. Мышление машин как способ решения обратных задач дифракционной оптики в контексте эпистемологии 789

Цифровизация и управление в социальных системах

Асылгареев И.З., Пальмов С.В. Разработка информационной системы сельской поликлиники 794
Баротова А.Ж., Камальдинова З.Ф. Разработка информационной системы поддержки формирования состава Губернаторского реестра одаренной молодёжи 796
Васюков О.Г., Асейдулин И.Р. Сравнительный анализ популярных систем управления базами данных 798
Васюков О.Г., Галиёва А.О. Разработка автоматизированной информационной системы учета знаний и компетенций студентов 801
Вязов И.В., Иващенко А.В. Интерактивное электронное техническое руководство в дополненной реальности для приборной панели автомобиля 804
Гафарова Л.А., Камальдинова З.Ф. Информационная система кластеризации членов Губернаторского реестра по данным мониторинга их научно-исследовательской деятельности 807
Дьяконов Г.Н., Тимофеев А.В. Иерархия онтологических моделей предметной области «Электроника» 811
Камальдинова З.Ф., Мезенцева М.С. Информационная технология проведение дистанционного конкурса научных работ студентов 814
Камальдинова З.Ф., Мелешков А.Ю. Разработка программного комплекса для анализа статистических данных с контрольных приборов в нефтяной отрасти и выявление отклонений 817
Камальдинова З.Ф., Семёнова А.С. Информационная система расчета статистических покзателей по данным мониторинга членов Губернаторского реестра 819
Кокотов М.А., Тимофеев А.В. Разработка многопользовательской информационной системы для учета ремонта компьютерной техники 822
Коробейников Г. Л., Козлов В. В. Программный комплекс подбора и поиска лекарств на основе дерева принятия решений 825
Корчивой С.А., Иващенко А.В. Перспективные способы развития инфраструктуры цифровой экономики 827
Леман В.А., Бельский В.Д. Проблема взаимодействия студентов вузов с предприятиями 830
Небылицын С.А., Иващенко А.В. Информационная система кластеризации и моделирования профиля пользователя социальной сети 831
Никифорова Т.В., Камальдинова З.Ф. Модуль инфокоммуникационной системы психологической поддержки творчески одарённой молодежи в условиях цифровизации общества 833
Орлова М.Г., Тимофеев А.В. Информационная система учёта питания в школьной столовой 836
Румянцев В.Е., Козлов В.В. Разработка программного комплекса обслуживания магазина с применением сканера штрихкода 839

Семочкина Л.Д., Тимофеев А.В. Информационная система поддержки путешественника (на территории полуострова Крым) 842
Татаринов А.А. Информационная система поддержки продаж.....
частного автосервиса 846
Тихонов А.А., Тимофеев А.В. Разработка аналитического программного модуля оценки и прогноза технического состояния тормозной системы грузового автомобиля 848
Чернов Н.М. Система поиска скрытых дефектов в автомобилях 851
Якушина Е.В., Козлов В.В. Информационная система расчет нагрузки на кафедру 853
Янюшев Э.Н., Козлов В.В. Информационная система подбор конфигурации компьютерных комплектующих 858
Ярхунин Р.А., Тимофеев А.В. Информацонная система технической поддержки IT компании 863

Перспективные информационные технологии (ПИТ 2019): труды Международной научно-технической конференции
Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2019): Proceedings of the International Scientific Conference

Размещено на сайте http://www.ssau.ru/ 19.06.2019
Кол-во эл. носителей 100 экз.
Объем издания 31,5 Мбайт

Издательство Самарского научного центра Российской академии наук
443001, г. Самара, Студенческий пер., 3а
тел.: (846) 340-06-20