

ИИТ - 2021

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 – 27 мая 2021 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Электронное издание



САМАРА, 2021

Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021)

[Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Электрон. текстовые и граф. дан. (25 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2021. – 700 с. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Advanced Information Technologies and Scientific Computing

(PIT 2021) [Online]: Proceedings of the International Scientific Conference / Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of RAS, 2021. – 25 Mb. – 700 p.

ISBN 978-5-93424-870-4

В сборник научных трудов включены доклады Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии – 2021», проходившей с 24 – 27 мая 2021 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 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.,
Солдатова О.П., Сухов А.М., Столбова А.А.

ISBN 978-5-93424-870-4

© Оргкомитет конференции, 2021
© Самарский национальный
исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва, 2021



АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

G.A. Akramova, M.U. Xasanova, A.R. Amirov

DEMOGRAPHIC PRISM OF SOCIAL DEVELOPMENT

(TUIT them. Muhammad Al- Khorazmiy, Fergana, Uzbekistan)

Social development

Past trends in births and deaths have resulted in a relatively high proportion of children and adolescents in developing countries and an increase in the proportion of older people in developed countries.

Continuous demographic changes in the bulk of Uzbekistan have social and economic implications, which include, for example, adjusting the allocation of resources in education, health care and social protection for the younger and older generations. In this regard, it is proposed to consider the influence of the main forecast parameters of demographic development on the long-term prospects of the social sphere.

Growing population

If moderately extended population growth trends persist, the average annual growth rate in 2018-2040 could be 1.2%. By 2040, the absolute population growth is expected to be more than 9 million people, the forecast of the population of the republic at the beginning of 2041 may be 41,679.2 thousand people [1].

The third wave of high yields in 2009-2014 (the first wave occurred in the 1960s (1967), and the second - in the early 1980s - early 1990s) in the late 2020s and early 2030s. Between town and country, the number of children per woman of reproductive age can be 2; the crude birth rate could reach 17.4 births per 1000 people by 2040.

Family characteristics

Fertility is affected by an increase in the number of marriages. According to the forecast, by 2019 the marriage rate will remain at the level of 10 marriages per 1000 people, which in absolute terms is 310,000 marriages per year. From 2020 to 2032, the marriage rate will be in the range of 7.5-8 marriages per 1000 people, and by the end of 2040, the marriage rate will rise again to more than 300,000, requiring increased measures to increase urban and rural areas.

The strength of a marriage is determined by the **average age of those** entering into marriage. Thus, the average age of married men in 2017 was 25.9 years, and women - 22.7 years. By the end of the reporting period is expected to increase the average age of marriage for both sexes, including 26.1 for men and 23.3 for women [2]. The stability of marriages is growing from year to year, and the ratio of the



number of divorces to the number of marriages is characterized by continuous positive dynamics. By the end of the forecast period, an increase in the number of marriages is expected: there will be 16 marriages for each divorce, compared to 10 in 2017.

Death and life expectancy

In the long term, by 2041, projections show a slight increase in mortality to 6.5 cases, which is explained by an increase in the proportion of the elderly population. The total number of deaths could reach 258,000 by 2040, up from 161,000 in 2017.

It is noteworthy that in all regions of the country, with a gradual transition to the system of registration of stillbirths in accordance with WHO recommendations and commissioned by the Ministry of Health, infant mortality in 2017 was 1000 live , an increase of 11 cases per newborn.

However, in the forecast period, by the end of 2040, infant mortality is expected to decrease to 6 per 1000 live births. It also affects the life expectancy of the population. By 2040, life expectancy is expected to increase for men - 73.3 against 71 years in 2017, for women - 76.7 against 75.8 years. In general, growth is expected to reach 75 years against 73.8, respectively.

Socio-economic aspects

Structural changes in the age structure of the population affect the formation of aspects of the socio-economic situation in the country. The annual growth of the working-age population may reach 1.1%, and in general, the working-age population will increase by 28.4%, and its share will be 59.1% against the current 60.7%.

Changes in the age structure of the population had a direct impact on the policy in the field of education, health care, pension provision and other spheres.

Depending on this, the structure of public spending for social purposes will change. From 1990 to 2018, the share of public spending for social purposes in the structure of state budget expenditures increased by 1.3 times, primarily due to an increase in the share of spending on health care by 2 times and education by 1.3 times [3] .

Changes in the structure of social expenditures of the state budget, expenditures of the state budget = 100%

In the long term, the cost reallocation structure focused on the growth of education and science will be optimized taking into account the priority development of human capital, and the healthcare system will be more than hospitalization and other medical measures. ensuring the adoption of preventive and preventive measures.

Predictive accents

The birth rate is reflected in the change in the number of students at all levels of education. An increase in the number of children aged 3 to 14 years by more than 8% over the entire forecast period implies an increase in the number of recipients of social benefits and social infrastructure facilities, including preschool institutions, and at the same time requires optimization of student places, not to mention the development of cultural - entertainment infrastructure in schools, as a result, the expenditure part of the state budget may be burdened.



According to rough estimates, a significant proportion of the population is between the ages of 20-29 and 35-44, which means that there is a need for a significant expansion of consumer goods (especially durable goods). An increase in the proportion of the elderly population to 16 percent by 2040 could increase the demographic burden of paying pensions to retirees for the population employed in the economy.

Priorities

It should be noted that from the point of view of demographic trends, a number of specific problems remain in the country, the solution of which is a priority in the future. The most important ones are:

- using resources to reduce child mortality; gender differences in life expectancy;
- rejuvenation in a number of diseases, lack of preventive care for the population;
- health problems in ecologically disadvantaged areas;
- primary demographic aging;
- growth in the scale of labor migration (external and internal);
- persisting problems in the field of employment and preventing the growth of unemployment, especially among youth and women;

References

1. Social and Economic Situation of the Republic of Uzbekistan for 2010. Tashkent: Goskomi - tete for Statistics, 2011. P. 18.
2. Family and Morality. Tashkent, 2011.
3. Akhmedov T. Abdullayev B. Zakirov D. Socio-economic aspects of development of families in Uz - bekistane. In collection: Demographic development of the Republic of Uzbekistan over the years of independence. Tashkent, 2011.S. 109.

G.A. Akramova, M.U. Xasanova, A.R. Amirov

DEMOGRAPHIC SITUATION IN THE COUNTRY, ITS IMPACT ON THE ECONOMY

(TUIT them. Muhammad Al- Khorazmiy, Fergana, Uzbekistan)

In the modern world, the problems of demographic development are becoming more and more urgent. The rapid growth of the world population, the lack of resources, the intensification of migration processes seriously complicate the provision of a decent standard and quality of life on our planet. Often the size, location, age and sex composition of the population are strategic factors of economic development and the formation of its parameters for the future.

The demographic situation is characterized by a number of indicators that combine demographic events in a particular region over a period of time. The main ones are birth, death, migration, marriage, divorce. In the context of globalization, it is very important to ensure a favorable demographic situation for social stability and



national security of any country, within which the interests of the family, society and the state are balanced.

Demographic security is an essential component of social security. This concept itself, reflecting the level of protection of the state from demographic threats, that is, events and trends that can negatively affect social stability and sustainability of development, emerged relatively recently. According to a number of experts, the division of demographic security into independent categories, equivalent to economic, military, social and other types of security, is associated with the deepening demographic crisis in a number of countries, especially in industrialized countries. In some cases, this crisis will turn into a demographic catastrophe.



Fig. 1. Demographic situation in the Republic of Uzbekistan

The article examines the demographic situation in Uzbekistan in the context of global demographic development, as well as threats and threats to the social security of the republic.

Н aselenie the Republic of Uzbekistan as of July 1, 2020 amounted to 34 191.7 thousand. The number, and from the beginning has increased by 286.5 thousand. Year , or 0.8%.

Optimizing demographic growth

Demographic growth is a global problem. In some countries, excessive population growth and decline in other countries pose various threats to demographic security, which is an integral part of social and national security.

Uzbekistan is a country with a growing population. At the beginning of 2020, more than 34 million people lived here. In terms of demographic potential, Uzbekistan is one of the largest CIS countries, ranking third after Russia and



Ukraine. During the years of independence, the population of the republic has exceeded 8 million people (see Fig. 2).

The transition to average rates of population growth is associated with a change in the entire system of economic and social relations, which led to a decrease in the birth rate, changing the reproductive behavior of the population.

An analysis of population growth showed that as of July 1, 2020, the population of the Navoi region amounted to 1,004.7 thousand people and turned into a region with a population of one million people. For reference: today the Syrdarya region with a population of 853.2 thousand people is the only region of the country with a population of less than a million people.

	2019г.	2020г.
Численность постоянного населения по состоянию на конец года	33 524,6	34 191,7
Число родившихся	347,3	365,2
Число умерших	74,2	74,6
Естественное движение населения	273,1	290,6
Число прибывших	78,9	78,8
Число выбывших	82,9	82,9
Сальдо миграции	-4,0	-4,1
Число браков, тыс. ед.	104,2	75,5
Число разводов, тыс. ед.	16,0	12,8
<i>Коэффициент на 1000 населения, промилле</i>		
Рождаемость	21,0	21,6
Смертность	4,5	4,4
Естественный прирост	16,5	17,2
Брачность	6,3	4,5
Разводимость	1,0	0,8

Fig. 2. Main demographic indicators of the Republic of Uzbekistan
(for January-June, thousand people)

According to preliminary data, as of July 1, 2020, 30.9% of the country's resident population are disabled, 58.6% are able-bodied and 10.5% are older than working age.

Fertility. In January-June 2020, 365.2 thousand children (hereinafter live births) were registered, respectively, the birth rate per 1000 population was 21.6 ppm, compared to the same period in 2019. Increased by 0.6 ppm (January - June 2019) - 21.0 ppm).

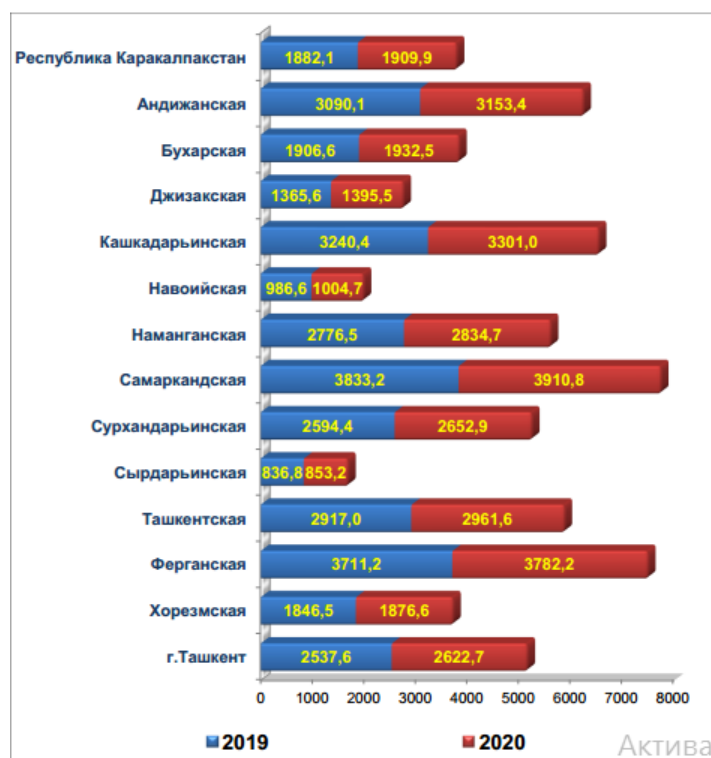


Fig. 3. Resident population (as of July 1, thousand people)



Fig. 4. Number and rate of births by region (January-June 2020)

Please note: if one of the criteria for live birth is present (breathing, heartbeat, pulsation of the navel, involuntary muscle contraction), the child is considered alive. In this case, the mother's pregnancy should be 22 weeks or more, the child's height should be 25 cm or more, and the weight should be 500 grams or more.

Mortality. In January-June 2020, 74.6 thousand deaths were recorded, the mortality rate was 4.4 ppm and decreased by 0.1 ppm compared to the same period in 2019 (January- June 2019 - 4.5 ppm).



Fig. 5. The number and rate of deaths by region (for January - June 2020)

The natural population growth in January-June 2020 amounted to 290.6 thousand people and increased by 17.5 thousand people compared to the same period in 2019 (in January-June 2019 - 273.1 thousand people).

Marriages. For the period from January to June 2020, 75.5 thousand marriages were registered in the registry offices. The marriage rate per 1000 people in the country was 4.5 ppm.

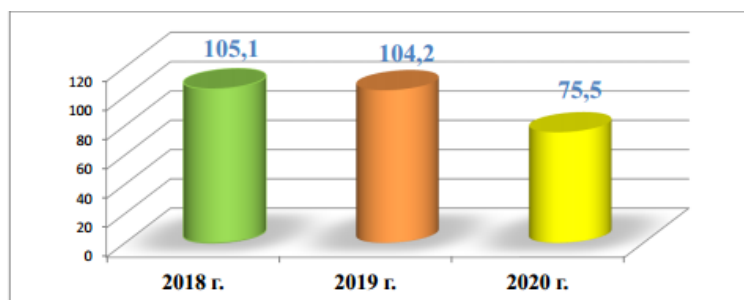


Fig. 6. Information on the number of marriages in the Republic of Uzbekistan (for January-June, thousand)

Migration. In January-June 2020, the number of arrivals was 78.8 thousand people (internal - 78.2 thousand people, external - 0.6 thousand people), the number of departures - 82.9 thousand people (internal - 78.2 thousand people, foreign - 4.7). thousands of people). The migration balance was minus 4.1 thousand people, for the same period in 2019 - minus 4.0 thousand people.

The largest share of arrivals from abroad to the Republic of Uzbekistan (in% of their total number) is accounted for by arrivals from Kazakhstan (32.2%), Tajikistan (25.1%), the Russian Federation (21.5%) and Kyrgyzstan (6, 4%), the smallest - in Turkmenistan (1.6%) and other countries (13.2%).



	Январь-июнь 2019 года	Январь-июнь 2020 года
Прибывшие	78,9	78,8
Выбывшие	82,9	82,9
Миграционное сальдо	-4,0	-4,1

Fig. 7. Population migration (thousand people)



Fig. 8. In January - June 2020, the share of foreign immigrants to the Republic of Uzbekistan and their total number (577 people), %



Fig. 9. The number of people who moved from the Republic of Uzbekistan to foreign countries in January - June 2020 and the total number of people who left abroad (4,710 people)



The largest share of those who left the Republic of Uzbekistan abroad (in% of their total number) falls on those who left for Kazakhstan (58.8%), the Russian Federation (36.9%) and Israel (0.8%), the smallest - in Kyrgyzstan (0.6%), Tajikistan (0.4%) and other countries (2.5%).

	Число прибывших из-за рубежа	Число выбывших за рубеж	Миграционное сальдо
Республика Узбекистан	577	4 710	- 4 133
Республика Каракалпакстан	67	1 460	- 1 393
области:			
Андижанская	2	54	- 52
Бухарская	6	28	- 22
Джизакская	1	58	- 57
Кашкадарьинская	2	40	- 38
Навоийская	19	204	- 185
Наманганская	8	66	- 58
Самаркандская	18	116	- 98
Сурхандарьинская	8	22	- 14
Сырдарьинская	47	112	- 65
Ташкентская	197	1 274	- 1 077
Ферганская	31	90	- 59
Хорезмская	1	54	- 53
г.Ташкент	170	1 132	- 962

Fig. 10. Foreign migration by region (January - June 2020 , persons)

In January-June 2020, the total number of migrants from foreign countries in the country was 577 people. The largest number of visitors in the regions is the Tashkent region (197 people), the city of Tashkent (170 people) and the Republic of Karakalpakstan (67 people).

In January-June 2020, the total number of immigrants in the country was 4,710. The largest number of people leaving the regions is the Republic of Karakalpakstan (1460 people), Tashkent region (1274 people) and the city of Tashkent (1132 people).

By region, in January-June 2020, the balance of external migration was observed in the Republic of Karakalpakstan - 1393 people, in the Tashkent region - 1077 people, in Tashkent - 962 people and in the Navoi region - 185 people, which is higher than in other regions.

References

1. Socio-economic situation of the Republic of Uzbekistan for 2019-2020 . Tashkent: Goskomi - tete of Statistics, 2020 . P. 18.
2. Family and Morality. Tashkent, 2018 .



3. Akhmedov T. Abdullayev B. Zakirov D. Socio-economic aspects of development of families in Uz - bekistane. In collection: Demographic development of the Republic of Uzbekistan for the years of independence. Tashkent, 2018 . P. 109.

А.А.Голова, Е.В. Сопченко

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРИЁМА И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ЗАКАЗОВ СЕТИ ПИТАНИЯ

(Самарский университет)

Для предприятий, работающих в сфере общественного питания, очень важно оперативно и своевременно вести учёт продуктов и заказов. Автоматизация позволяет снизить трудозатраты и число ошибок работников предприятия при обработке данных [1]. Также она приводит к экономии времени сотрудников и увеличивает оперативность принимаемых решений. Централизованное хранение данных повышает точность и достоверность предоставляемых сведений.

В настоящий момент из-за ситуации, связанной с пандемией, все больше людей предпочитают пользоваться сервисами доставки еды. Поэтому так как спрос растёт, а рынок подобными системами не переполнен, то разработка конкурентоспособной системы, реализующей своевременный оперативный учёт заказов клиентов, а также задачи составления отчётов и других необходимых документов, является актуальной и своевременной.

Разрабатываемая система реализована в виде веб-приложения (рисунок 1) и построена по клиент-серверной архитектуре, на серверной части расположена база данных (БД), в которой хранятся все данные о блюдах, на клиентской части расположена вся программная логика программы.

В системе предполагается разделение прав доступа на клиента и администратора. Все блюда, которые вводит администратор, разделены на категории (на рисунке 2а приведена вкладка «Категории»), которые администратор может просматривать, добавлять, удалять, изменять, а также использовать их потом при создании нового блюда. Пример вкладки «Блюда» приведен на рисунке 2б.

Клиент может добавлять товары в корзину (рисунок 3а) и оформлять заказ (рисунок 3б).

Применение данной системы на практике позволит клиенту делать заказ блюд, просматривать содержимое корзины, а также осуществлять поиск по блюдам.

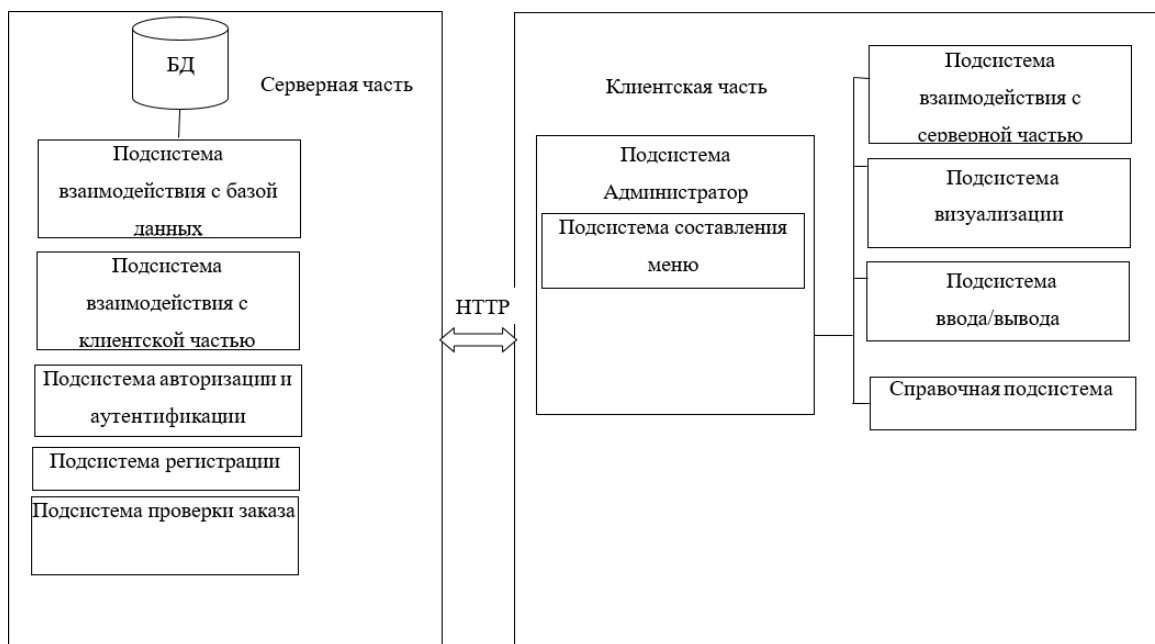
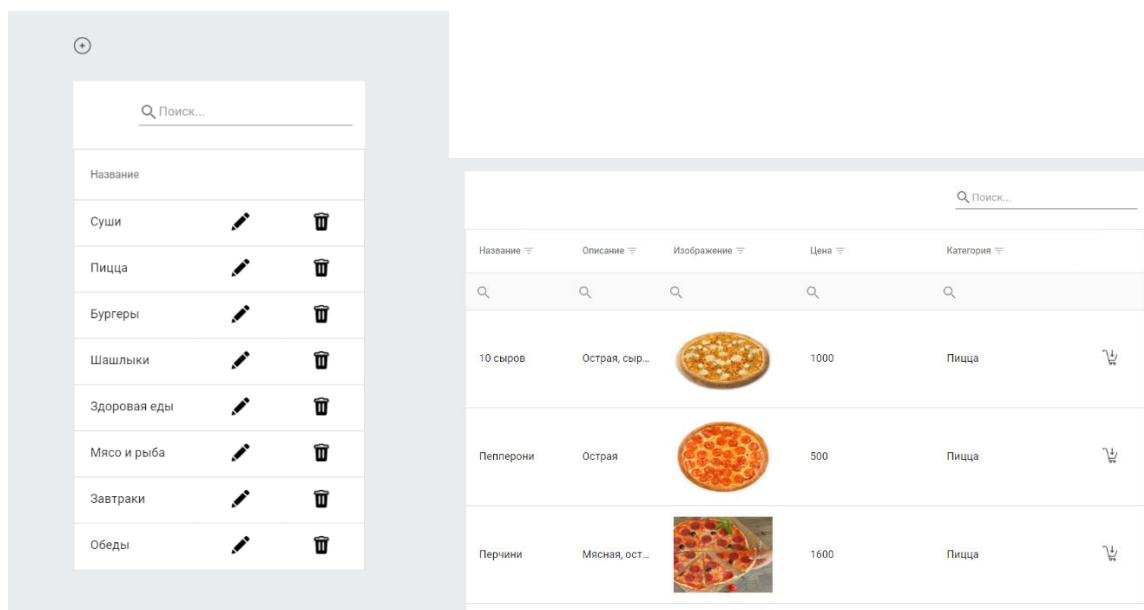


Рисунок 1 – Структурная схема системы



а) «Категории»

б) «Блюда»

Рисунок 2 – Вкладки приложения



Корзина

Категория: Пицца
Название: 10 сыров
Цена: 1000 rub
Количество: 1

Категория: Пицца
Название: Пепперони
Цена: 500 rub
Количество: 1

Категория: Пицца
Название: Перчини
Цена: 1600 rub
Количество: 1

Категория: Суши
Название: Филадельфия
Цена: 800 rub
Количество: 1

total:3900

Оформить заказ

Фамилия:

Имя:

Отчество:

Адрес:

Телефон:

Рисунок 3 – Экранные формы заполнения заказа

Литература

1 Документооборот для автоматизации процессов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.osp.ru/cio/2008/01/4744212> (дата обращения: 11.04.2021).

В.М. Гришкин, С.И. угли Каримов

СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ МУЛЬТИРЕСУРСНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ

(Санкт-Петербургский государственный университет)

Аннотация. С развитием спутникового датчика широкое распространение получили системы наблюдения с несколькими ресурсами. Из-за спутникового сенсора широкое распространение получили мультиресурсные системы наблюдения. Однако существует огромная разница между продуктами количественного дистанционного зондирования из-за различных наблюдений и алгоритмов количественного поиска. В этой статье исследуются количественные взаимосвязи между нормализованным разностным индексом растительности (NDVI), индексом растительности с поправкой на почву (SAVI) и индексом растительности, основанным на универсальном методе разложения по датчиков Landsat 2 + и Landsat 3.

Ключевые слова. NDVI, SAVI, индексы, зондирования, Landsat

Введение

Каждый источник изображений дистанционного зондирования имеет свои собственные характеристики, такие как высота орбиты, пространственное и спектральное разрешение, пределы диапазона длин волн, относительный



спектральный отклик датчика и т.д. Информация в изображениях дистанционного зондирования зависит от типа датчика, угла наблюдения, атмосферы и условия местности. Следовательно, существует огромная разница в ценности продуктов системы наблюдения с несколькими источниками из-за различных систем наблюдения с датчиков и алгоритмов количественной инверсии, и ценность этих продуктов с несколькими источниками трудно применять совместно. Поэтому важно анализировать взаимодействия и количественные отношения между мультисенсорными продуктами, чтобы унифицировать количественные параметры продуктов дистанционного зондирования. Растительность играет важную роль в глобальной экологической среде. Данные спектрального индекса растительности использовались для изучения взаимодействия между климатом и ландшафтными экосистемами, для помощи в управлении земельными ресурсами и устойчивости, а также для исследования изменения климата и связывания углерода. В последние годы для разных целей было предложено множество различных индексов растительности. Интерактивное сравнение индексов растительности для разных датчиков оказалось эффективным методом калибровки датчиков [1]. Судани и др. [2] проверили чувствительность NDVI, SAVI и индекса атмосферостойкости растительности (ARVI) к спектральным и пространственным характеристикам датчиков ETM+, SPOT и IKONOS. Результаты показали, что значения трех вегетационных индексов для IKONOS были ниже, чем у датчиков ETM+ и SPOT. Landsat и ASTER имеют много общего с точки зрения разрешения и спектральных характеристик. Поэтому сравнение данных Landsat и ASTER имеет большое значение для расширения области применения источников данных [6].

Экспериментальная часть

Место исследования и сбор данных

Испытательный полигон расположен в Ташкентской области, на Долине дороги, на горе Камчик (Рисунок 1). В этом исследовании используется изображение *Landsat 2* (26 апреля 2020 г.) и изображение *Landsat 3* (23 сентября 2020 г.).

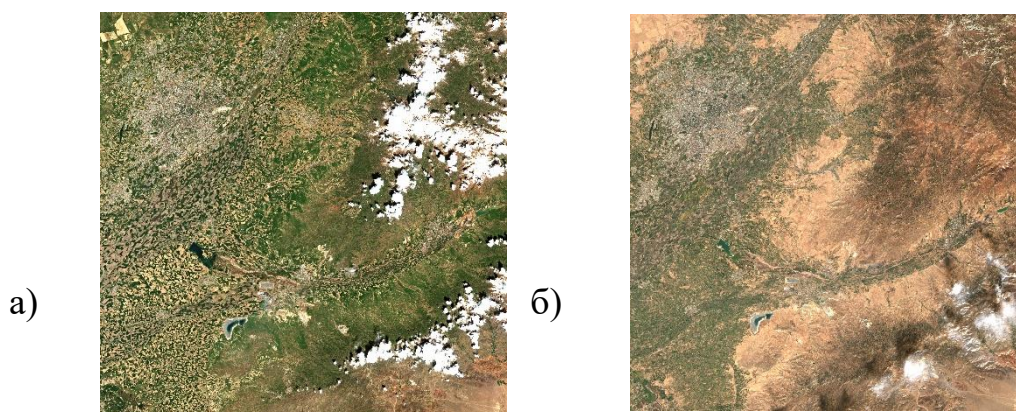


Рис. 1. Изображения *Landsat 2* (a) *Landsat 3* (b)



Предварительная обработка данных

А. Геометрическая коррекция

Видимый и ближний инфракрасный диапазоны спутника *Landsat* имеют разрешение 10 м. Для унификации пространственного разрешения использовалась геометрическая регистрация для получения данных с разрешением 10 м.

Б. Радиометрическая коррекция

1) Радиометрическая коррекция местности

В горных районах неровный рельеф существенно влияет на пространственные вариации климатических переменных, а также на отражение пикселей в изображении дистанционного зондирования.

2) Инверсия отражения

Радиационная калибровка часто сочетается с конкретными записями калибровки датчика, содержащими параметры калибровки, соответствующие различным форматам данных и различным коэффициентам отклика для каждого датчика.

Индексы растительности

В этом исследовании использовались два растительных индекса. *NDVI* и *SAVI* - два общих индекса растений, рассчитываемые с использованием красного и инфракрасного диапазонов.

1) *NDVI*

NDVI - это наиболее широко используемый индекс растительности для различных приложений дистанционного зондирования. Здесь он используется в качестве основной основы для сравнения датчиков:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

где ρ_{NIR} и ρ_{red} - коэффициенты отражения для полос NIR и R соответственно.

2) *SAVI*

SAVI может преодолеть влияние фонового шума почвы путем введения поправочного коэффициента яркости почвы *L*. *SAVI* рассчитывается с использованием следующего соотношения [10]:

$$SAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L} * (1 + L)$$

Когда $L = 0,5$, влияние фонового шума почвы может быть значительно ослаблено.

Результаты и обсуждение

На рисунках 2 и 3 представлены изображения распределения *NDVI*, *SAVI* для *Landsat 2* и *Landsat 3* в районе исследования. Результаты показывают, что независимо от источника данных каждый растительный индекс может эффективно реагировать на модели роста растительности.



Между индексами растений есть большие различия, особенно в районах произрастания плодородных растений, и значения *SAVI* значительно ниже, чем значения *NDVI*. Из-за нелинейного изменения *NDVI* результат расчета улучшается при низких значениях и подавляется при высоких значениях. Следовательно, по сравнению с *SAVI* значения *NDVI* могут быть более насыщенными для каждого датчика.

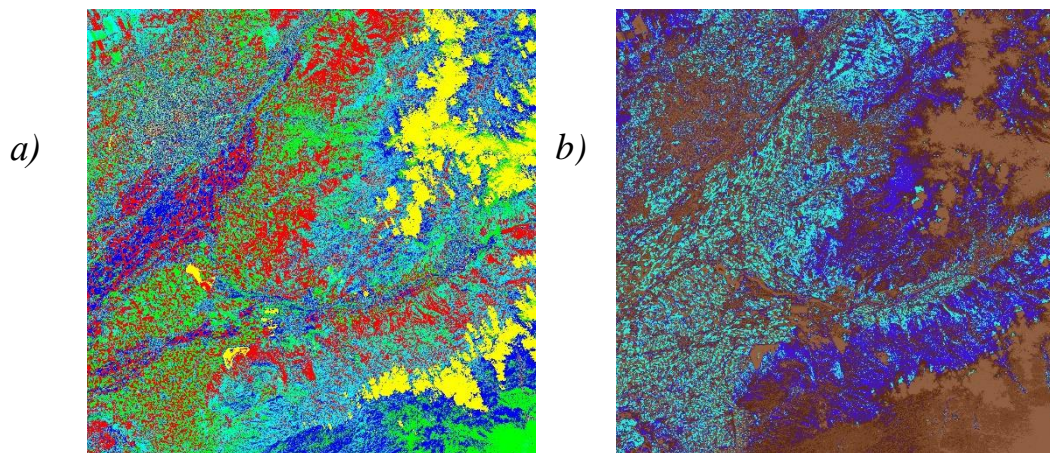


Рис. 2. Распределение *Landsat 2* по *NDVI* и *SAVI* за 26 апреля 2020 г.
(a) *NDVI*, (b) *SAVI*

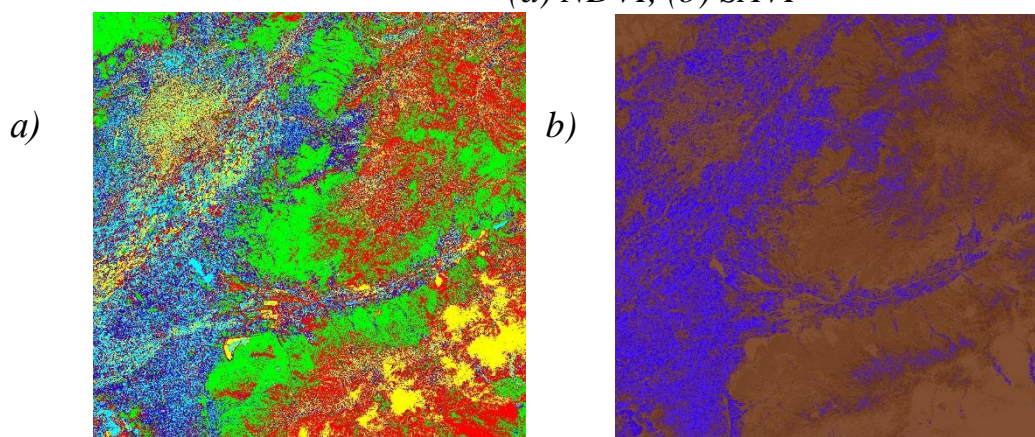


Рис. 3. Распределение *Landsat 2* по *NDVI* и *SAVI* за 23 сентября 2020 г.
(a) *NDVI*, (b) *SAVI*

На рисунках 4 и 5 показано бесцветное состояние различных индексов растений для двух датчиков. Результаты показывают, что: 1) отличить *NDVI* и *SAVI* в этом случае очень сложно, потому что их алгоритм обнаружения с красными линиями работает почти в одном и том же случае;

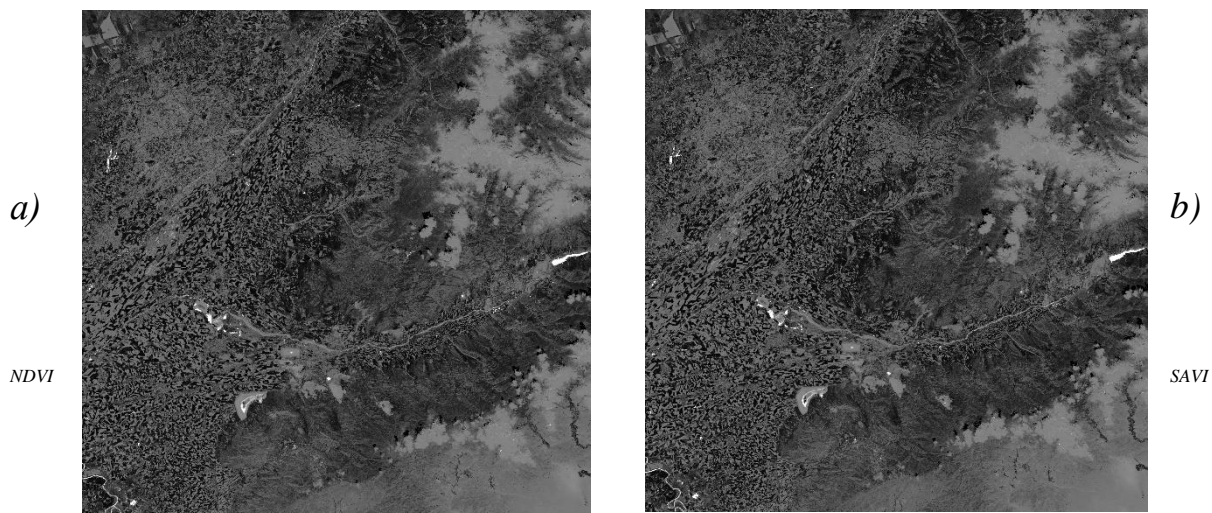


Рис. 4. Отношения между *NDVI* и *SAVI* (*Landsat 2*)

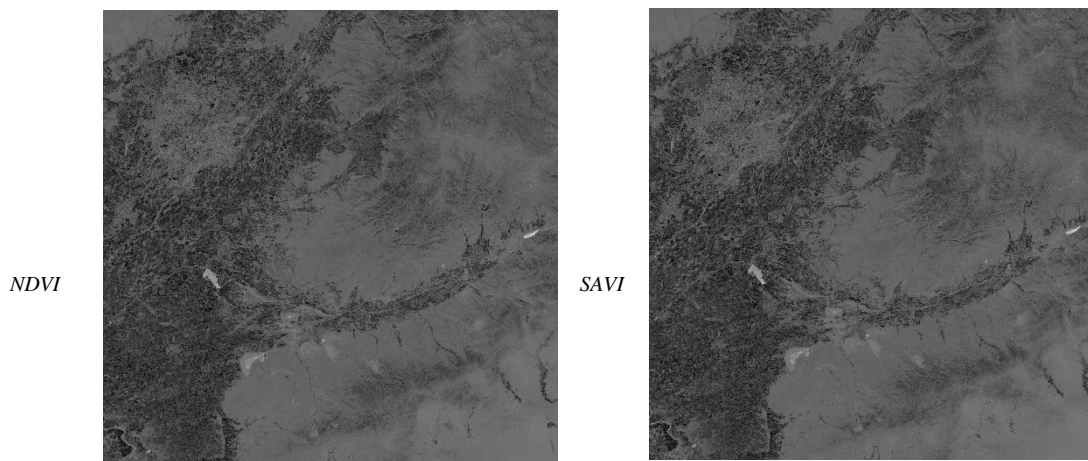


Рис. 5. Отношения между *NDVI* и *SAVI* (*Landsat 3*)

Результаты

В этой статье для оценки состояния растений использовались данные датчиков *NDVI* и *SAVI Landsat*. После всестороннего анализа распределения различных индексов растений для обоих датчиков результаты можно резюмировать следующим образом: 1) Между разными индексами растений для одного и того же датчика с коэффициентом обнаружения более 0,9 существует связь; и 2) значения *SAVI* были выше, чем значения *NDVI* на территориях без растительности, и наоборот - на участках с высокими урожаями растений. Для мониторинга, при обработке изображений известных областей с разряженной растительностью местности целесообразно использовать *SAVI*, а для областей с густой растительностью *NDVI*.

Литература

1. Судани К., Франсуа К., Ле Мэр Дж., Ле Дантек В. и Дюфрен Е. // *Remote Sens. Environ.* 2006 г. 102-161 с.
2. Йошиока Х., Миура Т., Обата К. // *Дистанционное зондирование. Environ.* 2012 г. 4583 с.



3. Миура Т., Йошиока Х., Фудзивара К., Ямамото Х. // Датчик. 2008 г. 8-2480 с.
4. Гао Х, Хуэте АР и Дидан К. // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2003 г. 41-2368 с.
5. Li C, Xu H, Chen L. // Spectrosc. Спект. Анальный. 2010 г. 30-2518 с.
6. Иттен К. И., Мейер П. // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 1993 г. 31-764 с.
7. Мархан Б. Л., Баркер Дж.Л. // Eosat Landsat Tech Notes. 1986 г. 13 с.
8. Чжан Л., Фуруми С., Мурамацу К., Фудзивара Н., Дайго М. и Чжан Л. // Int. J. Remote Sens. 2007 г. 28-107 с.
9. Zhang L, Fujiwara N, Furumi S, Muramatsu K, and Daigo M. // Int. J. Remote Sens. 2007г. 28-125 с.

А.А. Донцов, А.В. Сафонов, В.П. Кириллов

ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ АЛГОРИТМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ, МАРКИРОВАННЫМ ДВУМЯ ИСТОЧНИКАМИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж)

Одним из вариантов увеличения дальности действия и продолжительности полета беспилотных летательных аппаратов (БЛА) является дозаправка их топливом в полете. Очевидно, что производится она должна в автоматическом режиме. При этом главная задача состоит в том, чтобы обеспечить точный контакт заправочной штанги БЛА и конуса заправочного шланга самолета-заправщика.

Для решения этой задачи разработан алгоритм слежения за объектом, маркированным двумя источниками оптического излучения [1]. Для демонстрации функционирования разработанного алгоритма, а также оценки его эффективности синтезирована программная модель.

В качестве объекта слежения выступает конус агрегата заправки самолета-заправщика ИЛ-78. Источники оптического излучения расположены на его краях по горизонтальной линии диаметрально противоположно относительно центра.

Разработанная модель алгоритма слежения реализована в системе MATLAB с использованием среды моделирования Simulink.

Работа программы осуществляется под управлением системы MATLAB с использованием ее интерфейса.

Внешний вид окна рабочего интерфейса программы показан на рис. 1.

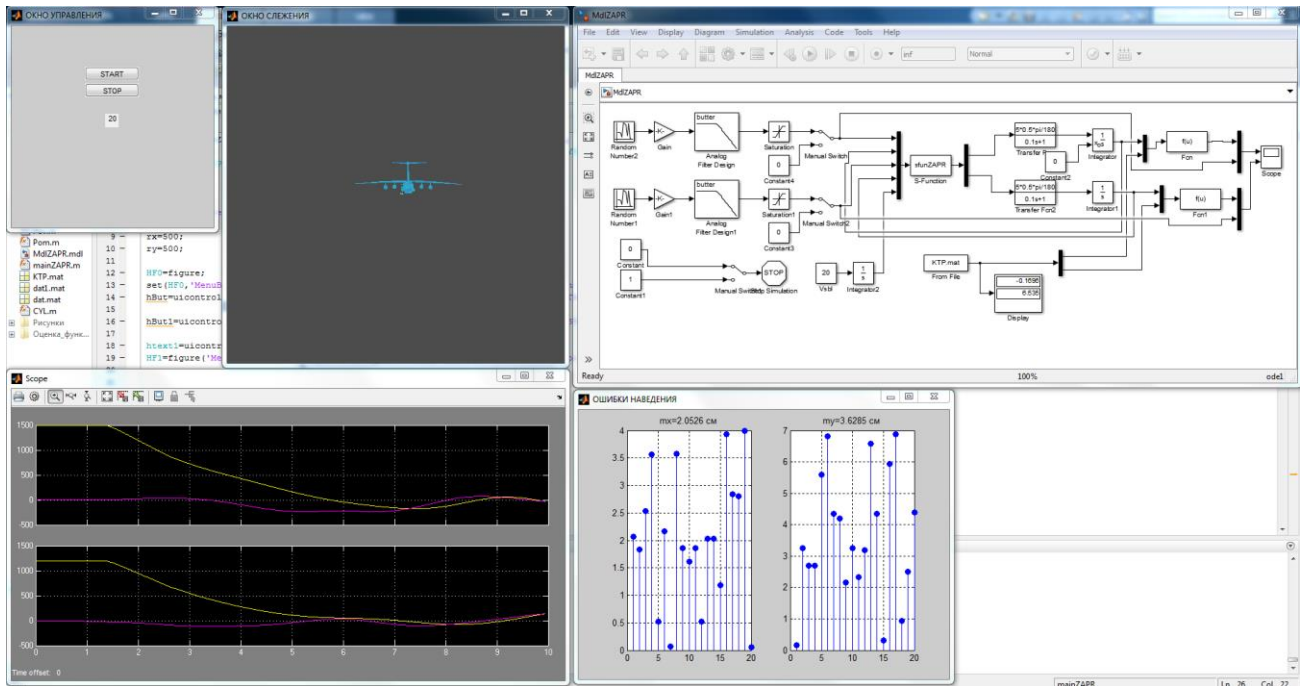


Рис. 1

Запуск программы осуществляется через файл «mainZAPR.m» кнопкой RUN, расположенной на панели инструментов. После загрузки программы открывается два окна - ОКНО УПРАВЛЕНИЯ и ОКНО СЛЕЖЕНИЯ. Первое представляет собой рабочую область, включающую кнопки управления START, STOP и текстовое поле. Второе окно обеспечивает наблюдение за процессом сближения и стыковки с объектом слежения, который отображается на некотором удалении.

При нажатии кнопки START запускается функция «Start», при этом загружается модель системы, представленная в программе Simulink, открывается экран виртуального осциллографа и запускается процесс моделирования.

Процесс моделирования представляет собой визуализацию процесса стыковки заправочной штанги с конусом агрегата заправки самолета ИЛ-78 и включает 20 реализаций стыковки. Текущее число выполненных реализаций отображается в текстовом поле ОКНА УПРАВЛЕНИЯ.

Результаты моделирования отображаются на экране виртуального осциллографа соответственно по параметрам X и Y (рис 2). Отсчет изменяющихся во времени координат заправочной штанги и центра конуса осуществляется относительно начального положения центра конуса, которое задается генераторами случайных чисел.

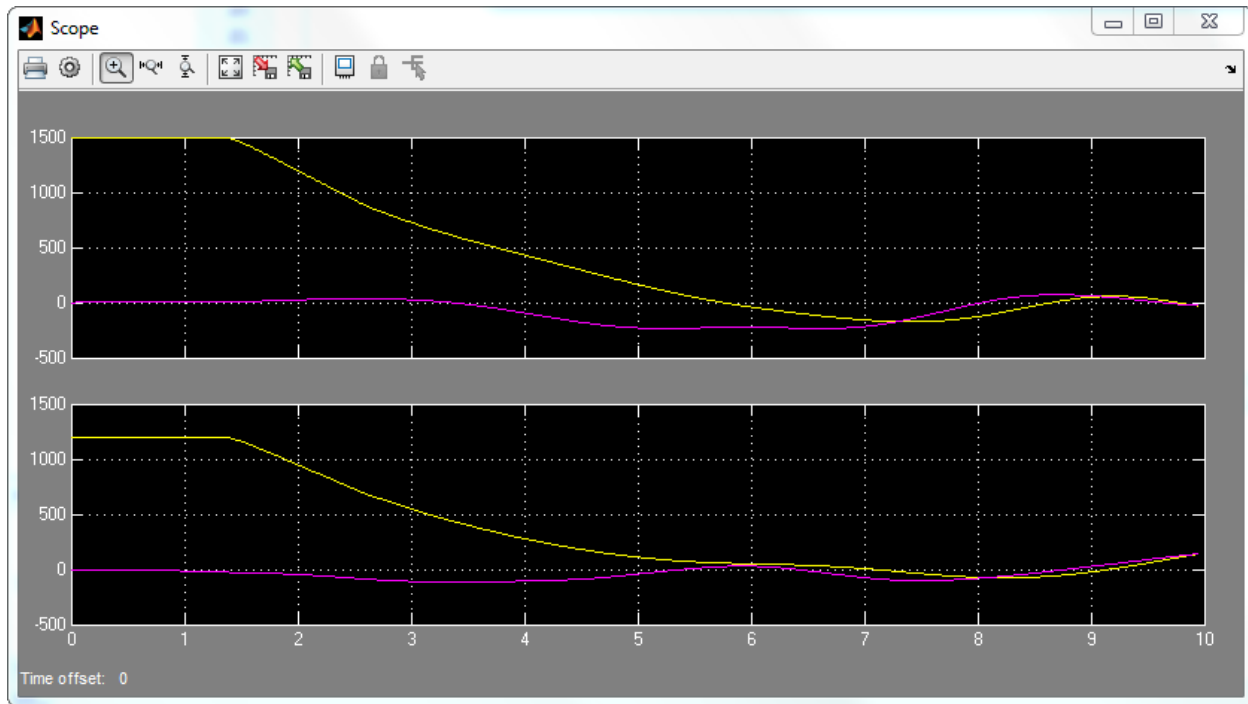


Рис. 2

На рис. 2 желтым цветом выводятся осциллограммы изменения текущих координат заправочной штанги, а фиолетовым цветом - оценочные значения текущих координат центра конуса, определяемые на основании уравнений квазиоптимальной фильтрации:

$$\frac{\partial \hat{X}}{\partial t} = -\frac{\hat{X}}{T_x} + \frac{aR_{11}}{N} \iint_M [u(x, y, t) \cdot \left[\frac{9 \cdot (x - \hat{X} - \hat{r} \cos \hat{\varphi})}{R^2} \cdot \exp\{\Pi_1 + \Pi_2\} + \frac{9 \cdot (x - \hat{X} + \hat{r} \cos \hat{\varphi})}{R^2} \cdot \exp\{\Pi_3 + \Pi_4\} \right] dx dy, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial t} = -\frac{\hat{Y}}{T_y} + \frac{aR_{22}}{N} \iint_M [u(x, y, t) \cdot \left[\frac{9 \cdot (y - \hat{Y} - \hat{r} \sin \hat{\varphi})}{R^2} \cdot \exp\{\Pi_1 + \Pi_2\} + \frac{9 \cdot (y - \hat{Y} + \hat{r} \sin \hat{\varphi})}{R^2} \cdot \exp\{\Pi_3 + \Pi_4\} \right] dx dy, \quad (2)$$

$$\text{Здесь } \Pi_1 = -4,5(x - X(t) - r \cos \varphi)^2 / R^2; \quad \Pi_2 = -4,5(y - Y(t) - r \sin \varphi)^2 / R^2; \\ \Pi_3 = -4,5(x - X(t) + r \cos \varphi)^2 / R^2; \quad \Pi_4 = -4,5(y - Y(t) + r \sin \varphi)^2 / R^2,$$

где $X(t)$, $Y(t)$ – текущие координаты центра объекта слежения.

При этом текущие координаты заправочной штанги изменяются таким образом, чтобы их отклонение от текущих координат центра конуса сводилось к нулю.



После отработки 20 реализаций или нажатия на кнопку STOP запускается функция «StopMod» при этом останавливается процесс моделирования и открывается окно ОШИБКИ НАВЕДЕНИЯ, в котором в виде гистограммы представлены значения ошибок наведения по параметрам X и Y для каждой реализации, а также выведены средние значения данных ошибок m_x и m_y (в сантиметрах) (рис. 3).

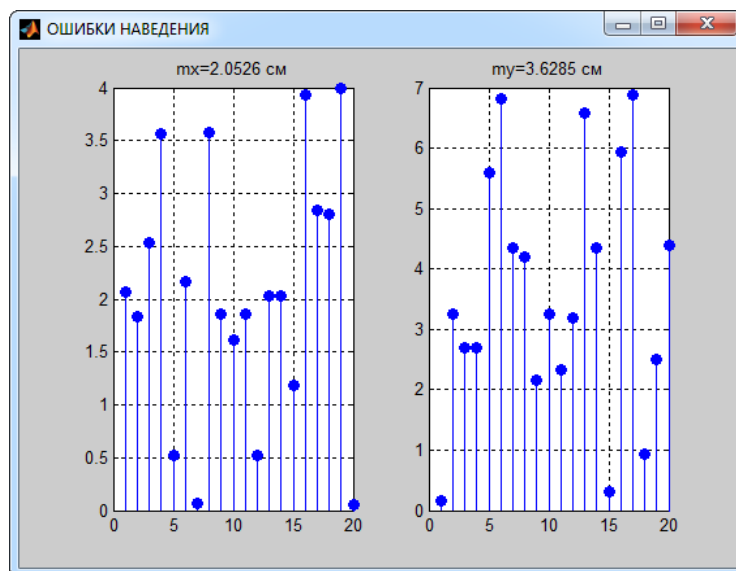


Рис.3

Проанализировав данные результаты, можно сделать вывод о достаточно высокой эффективности функционирования данного алгоритма в плане точности слежения за изменением пространственного положения объекта, маркированного двумя источниками оптического излучения.

Перезапуск программы осуществляется путем повторного нажатия на кнопку START.

Чтобы закрыть программу, достаточно закрыть приложение MATLAB.

Таким образом, разработанная модель алгоритма слежения за объектом, маркированным двумя источниками оптического излучения, позволяет как продемонстрировать работу данного алгоритма, так и оценить его эффективность. Результаты моделирования показали достаточно высокую эффективность синтезированного алгоритма в плане точности слежения за изменением пространственного положения объекта. Усредненная ошибка слежения составляет не более 4 см.

Литература

1 Донцов А.А., Сафонов А.В., Кириллов В.П. Синтез алгоритма оценки координат объекта, маркированного двумя источниками оптического излучения, при решении задачи дозаправки БЛА топливом в полете в автоматическом режиме // Сборник материалов II Всероссийской НПК «Беспилотная авиация: состояние и перспективы развития». - М.: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2020. С.224-229.

А.А. Егорова



ФИЛЬТРАЦИЯ ИМПУЛЬСНОГО ШУМА ПО СУПЕРПИКСЕЛЬНОМУ ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ИЗОБРАЖЕНИЯ

(Самарский университет)

Введение

Одной из актуальных проблем обработки изображений является эффективная фильтрация шума, который зачастую возникает на изображениях в процессе формирования и передачи, что ухудшает их визуальное качество и затрудняет дальнейший анализ [1]. На практике часто встречается импульсный шум. Он характеризуется заменой части пикселей изображения значениями фиксированной или случайной величины. На изображении такие помехи выглядят изолированными контрастными точками [2]. Для борьбы с импульсным шумом к стандартному пиксельному представлению изображения применяются нелинейные фильтры. Самым известным примером является медианный фильтр [3].

В последнее время всё большую популярность набирает подход к хранению и обработке изображений по суперпикселям – связным непересекающимся областям, объединяющим в себе однородные по некоторым признакам (яркость, текстура и т.д.) пиксели [4-6]. Во-первых, это объясняется тем, что, поскольку число суперпикселей много меньше числа пикселей изображения, то понижается вычислительная сложность решаемых задач. Во-вторых, суперпиксели при правильном разбиении не пересекают границ объектов, следовательно, суперпиксельная обработка производится по объектам изображения или их частям [5] в отличие от стандартной пиксельной обработки, зачастую представленную методом «скользящего окна», в которое могут входить пиксели различных объектов.

В настоящей работе предлагается метод фильтрации импульсного шума со случайными значениями импульсов по суперпиксельному представлению, приводится сравнение эффективности с медианным фильтром.

Фильтрация импульсного шума по суперпиксельному представлению

Пусть $x_0(n_1, n_2)$ – отсчёты исходного (идеального) полутонового изображения размера $N_1 \times N_2$. Обозначим $x(n_1, n_2)$ – отсчёты зашумлённого изображения:

$$x(n_1, n_2) = \begin{cases} v(n_1, n_2), & \text{с вероятностью } p \\ x_0(n_1, n_2), & \text{с вероятностью } 1 - p \end{cases} \quad (1)$$

где $v(n_1, n_2)$ – отсчёты шумового поля статистически независимые друг от друга с равномерно распределённой яркостью в диапазоне $0, \dots, 255$.

Будем считать, что пиксельная сетка зашумлённого изображения $x(n_1, n_2)$ недоступна для наблюдения, а, имеется его суперпиксельное представление $D_x = \{D_m\}_{m=1, \dots, M}$, полученное алгоритмом сегментации, с высокой точностью сохраняющим яркостную информацию изображения, где M – число



суперпикселей, и для каждого суперпикселя D_m известен набор признаков $F(D_m)$. Тогда задача восстановления заключается в получении по суперпиксельному представлению D_x зашумлённого изображения $x(n_1, n_2)$ оценки $\hat{x}_0(n_1, n_2)$ близкой к эталонному изображению $x_0(n_1, n_2)$ по некоторому критерию [1]. В рамках настоящей работы для определения качества восстановления будем использовать среднеквадратическое отклонение (СКО):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N_1 N_2} \sum_{n_1=1}^{N_1} \sum_{n_2=1}^{N_2} (\hat{x}_0(n_1, n_2) - x_0(n_1, n_2))^2}. \quad (2)$$

Положим, что суперпиксельное представление зашумлённого изображения получено алгоритмом сегментации, описанным в [7]. Он в порядке построчной развёртки разбивает изображение на суперпиксели таким образом, что разброс значений яркостей пикселей внутри каждого из них находится в пределах диапазона $2\varepsilon_{max}$, где ε_{max} – входной параметр алгоритма, называемый далее порогом суперпиксельной сегментации. Выбор алгоритма обусловлен тем, что он с высокой точностью сохраняет яркостную информацию изображения, что позволяет локализовать импульсные шумы, а также прост в настройке.

Пусть набор признаков $F(D_m)$ каждого суперпикселя D_m включает следующие характеристики:

$$F_1(D_m) = \sum_{n_1, n_2 \in D_m} 1, \quad (3)$$

$$F_2(D_m) = \sum_{n_1, n_2 \in D_m} x(n_1, n_2), \quad (4)$$

$$F_3(D_m) = \sum_{n_1, n_2 \in D_m} x^2(n_1, n_2). \quad (5)$$

Предлагаемый алгоритм фильтрации импульсного шума на изображении, представленном в суперпиксельном виде, состоит из следующих шагов.

1) Определение суперпикселей малого размера D_n . Будем считать, что площадь суперпикселей, искажённых шумом, меньше или равна заданному значению минимально допустимой площади S_{min} :

$$F_1(D_n) \leq S_{min}. \quad (6)$$

В случае, когда шумовые пиксели на изображении не образуют группы, S_{min} достаточно считать равным 1, в противном случае значение порога может быть увеличено.

2) Получение нового суперпиксельного представления $D_{\hat{x}_0} = \{D_l\}_{l=1, \dots, L}$, где $L \leq M$, путём объединения суперпикселей малой площади, определённых на шаге 1, с соседями.

Во время объединения производится проверка истинности предиката:

$$\frac{\varepsilon^2(D_m \cup D_n)}{F_1(D_m \cup D_n)} \leq \varepsilon_{KB}^2, \quad (7)$$



где $\varepsilon^2(D_m \cup D_n)$ – суммарная квадратичная ошибка аппроксимации яркости объединённого суперпикселя; в простейшем случае аппроксимация яркости суперпикселя может быть произведена константой (математическим ожиданием яркости) [8], тогда:

$$\varepsilon^2 = F_3(D_m \cup D_n) - \frac{[F_2(D_m \cup D_n)]^2}{F_1(D_m \cup D_n)}; \quad (8)$$

$\varepsilon_{\text{КВ}}^2$ – допустимая квадратичная ошибка аппроксимации яркости суперпикселя; может быть выражена через максимальную: $\varepsilon_{\text{КВ}} = \frac{\varepsilon_{\text{max}}}{\sqrt{3}}$;

$F_1(D_m \cup D_n)$, $F_2(D_m \cup D_n)$, $F_3(D_m \cup D_n)$ – признаки (3)-(5) «объединённого» суперпикселя, которые при проверке предиката рассчитываются следующим образом:

$$F_1(D_m \cup D_n) = F_1(D_m) + F_1(D_n), \quad (9)$$

$$F_2(D_m \cup D_n) = F_2(D_m) + F_2(D_n), \quad (10)$$

$$F_3(D_m \cup D_n) = F_3(D_m) + F_3(D_n). \quad (11)$$

Если для объединённой области предикат (7) выполняется, то признаки (4)-(5) «объединённых» суперпикселей рассчитываются по формулам (10)-(11). В противном случае малые суперпиксели D_n считаются порождёнными шумом, а их яркостные характеристики игнорируются при пересчёте:

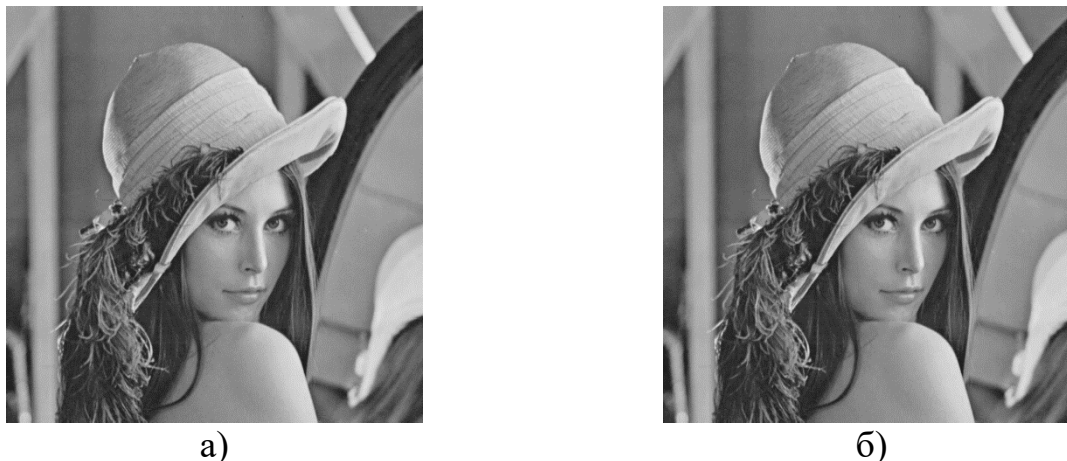
$$F_2(D_m \cup D_n) = \frac{F_2(D_m)}{F_1(D_m)} + F_1(D_m \cup D_n), \quad (12)$$

$$F_3(D_m \cup D_n) = \left[\frac{F_2(D_m)}{F_1(D_m)} \right]^2 + F_1(D_m \cup D_n). \quad (13)$$

Экспериментальные исследования

Эксперименты производились с использованием тестового полутонового изображения «Лена» размера 512×512 , представленного на рисунке 1а.

Для оценки ошибки, вносимой процессом суперпиксельной сегментации, исходное изображение было сегментировано при различных значениях параметра ε_{max} , а затем восстановлено путём аппроксимации яркости константой. Полученная зависимость проиллюстрирована на графике рисунка 2. Видно, что при $\varepsilon_{\text{max}} \leq 3$ обеспечивается СКО меньше 2. Изображение, восстановленное по суперпикселям, полученным при $\varepsilon_{\text{max}} = 3$ показано на рисунке 1б. Дальнейшее увеличение значения порога ε_{max} , приводит к появлению визуальных искажений на восстановленном изображении. В рамках дальнейших исследований, будем считать, что суперпиксельная разметка получена при $\varepsilon_{\text{max}} = 3$, т.е. погрешность пикселей не превышает 6 квантов функции яркости, что приемлемо для большинства практических приложений.



а)

б)

Рисунок 1 – Изображение «Лена»: а) исходное; б) полученное по суперпиксельному представлению ($\epsilon_{max} = 3$)

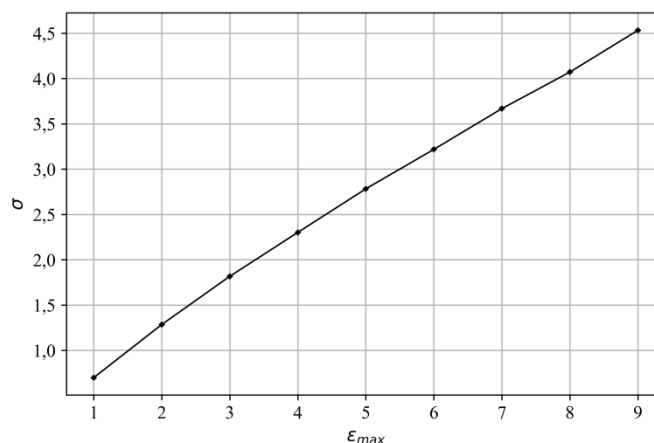


Рисунок 2 – Ошибка восстановления изображения «Лена» по суперпиксельному представлению

Фильтрация тестового изображения производилась при различной доле зашумлённых пикселей: 0,001; 0,005; 0,01; 0,5; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5. Пример зашумлённого изображения показан на рисунке 3.

Полученные результаты для предложенного суперпиксельного алгоритма при $S_{min} = 1$, а также для медианной фильтрации окном 3×3 показаны в таблице 1. Медианная фильтрация производилась по пиксельному представлению, полученному по суперпикселям. По данным таблицы 1 видно, что при всех рассматриваемых значениях доли зашумлённых пикселей, предложенный метод обеспечивает выигрыш по сравнению с медианной фильтрацией. В отличие от медианного фильтра он локализует искажённые области, поэтому ошибка при высокой степени искажения наблюдается в тех областях, где зашумлённые пиксели образуют группы, либо в областях, соответствующих малым суперпикселям, появление которых вызвано чрезмерной сегментацией, а не шумом, что можно увидеть на рисунке 4.

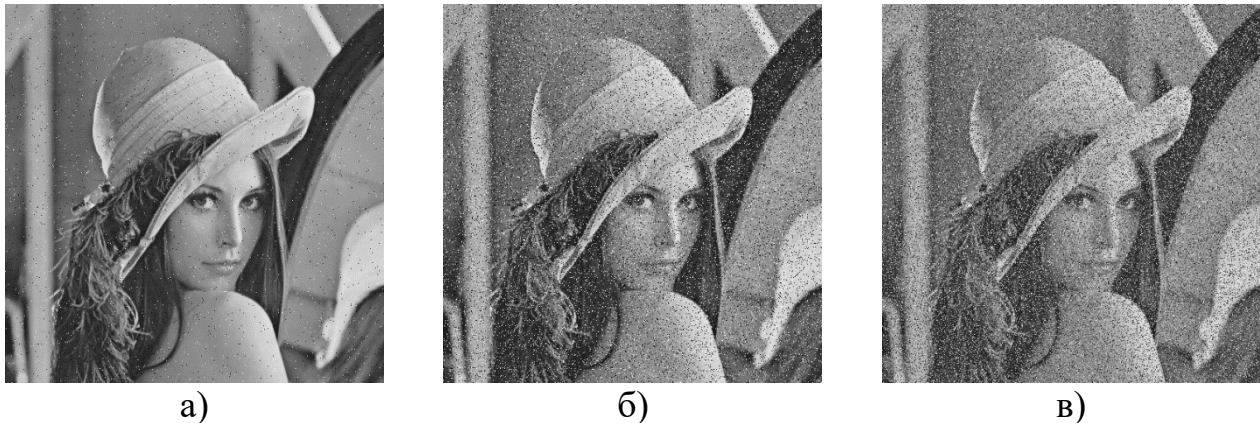


Рисунок 3 – Изображение с различной долей зашумлённых пикселей:
а) 0,01; б) 0,1; в) 0,3

Таблица 1 – Зависимость СКО восстановления от доли зашумлённых пикселей

Доля зашумлённых пикселей изображения	0,001	0,005	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Суперпиксельный фильтр	2,76	2,79	2,81	3,04	3,33	3,89	4,45	5,03	5,68
Медианный фильтр	3,09	3,10	3,14	3,33	3,58	4,11	4,76	5,46	6,44



Рисунок 4 – Результат суперпиксельной фильтрации при различной доле зашумлённых пикселей: а) 0,01; б) 0,1; в) 0,3

Заключение

В работе предложен метод фильтрации импульсного шума на полутонных изображениях, представленных набором суперпикселей. Приведено сравнение с медианным фильтром, показано, что метод суперпиксельной фильтрации обеспечивает меньшее значение СКО ошибки восстановления и может быть применён на практике для улучшения качества изображений в суперпиксельном представлении.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 19-37-90116).

Литература

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.



2. Pitas I., Venetsanopoulos A. Nonlinear Digital Filters: Principles and Applications. – Boston, MA: Kluwer, 1990.
3. Методы компьютерной обработки изображений / М.В. Гашников и др.; под ред. В.А. Сойфера. – Изд. 2-е, испр. – М.: Физматлит, 2003. – 784 с.
4. Ren, X. Learning a classification model for segmentation / X. Ren, J. Malik // Proceedings of the Ninth IEEE International Conference on Computer Vision in ICCV. – 2003. – P. 10-17.
5. Achanta, R. SLIC Superpixels compared to state-of-the-art superpixel methods / R. Achanta, A. Shaji, K. Smith, A. Lucchi, P. Fua, S. Susstrunk // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2012. – Vol. 34 (11). – P. 2274-2282.
6. Stutz, D. Superpixels: An evaluation of the state-of-the-art / D. Stutz, A. Hermans, B. Leibe // Computer Vision and Image Understanding. – 2018. – Vol. 166. – P. 1-27.
7. Сергеев, В.В. Имитационная модель изображения и метод сжатия данных / В.В. Сергеев, В.А. Сойфер // Автоматика и вычислительная техника. – 1978. – № 3. – С.76-78.
8. Егорова, А.А. Исследование эффективности суперпиксельной фильтрации изображений / А.А. Егорова // Сборник трудов ИТНТ-2020. – Самара: Самарский университет, 2020. – Т. 2. – С. 32-39.

Б.А. Есипов

АЛГОРИТМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ С ПРОЕКЦИЕЙ НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ БЛИЗОСТИ

(Самарский университет)

Во многих задачах практики приходится решать задачи оптимального размещения «центров» обслуживания «объектов». Например, это выбор мест расположения контейнерных пунктов для промышленных предприятий, размещение камер видеонаблюдения, организация центров ремонта, станций скорой помощи и многое другое. В качестве математической модели решения задач оптимизации выбора центров обслуживания можно применять известный аппарат кластерного анализа. Особенностью перечисленных примеров задач является то, что выбираемые «центры», должны находиться не в произвольных точках местности, а в определенных местах (на ж/д станциях, перекрестках дорог или на шоссе, или просто заранее заданных удобных точках пространства). Для решения таких задач разработан и изучен алгоритм кластеризации с проекцией *k-means pro*, являющийся модификацией широко известного алгоритма *k-means* (*k*-средних) [1,2]. В качестве реального примера рассмотрена задача выбора мест расположения контейнерных пунктов для предприятий Приволжского федерального округа так, чтобы центры кластеров находились не в любой географической точке, а обязательно в одной из ж/д станций. Для этого в алгоритме *k-*



means pro на каждой итерации получаемый геометрический центр проектируется на ближайшую станцию [2].

Кластеризуемыми могут быть как объекты, так и параметры, причем в качестве меры близости могут быть использованы любые меры типа расстояния. Известно, что меры различия кластеризуемых объектов накладывают жесткие ограничения на применяемые методы кластерного анализа [1].

Несмотря на большие достоинства кластерного подхода и разработанного алгоритма *k-means pro*: математическую обоснованность оптимальности, невысокий рост сложности вычислений при больших размерностях задач, - в предложенной модели есть недостаток, затрудняющий ее применение на практике. Целевая функция при оптимизации использует меру близости как евклидово расстояние между двумя точками i и j

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

Фактическое расстояние между реальными точками-производств и точками-станциями не совпадает с евклидовым, т.к. не учитывает извилистость дорог, наличие рек, мостов, загруженность дорог, необходимость повышенной скорости доставки и другое. Применение других метрик, в частности метрики «расстояние городских кварталов» (Манхэттенское расстояние) не подходит для шоссейных и железнодорожных перевозок. Более того в других прикладных задачах могут быть совершенно другие по природе меры близости объектов и их центров.

В настоящей работе развивается модель и предлагаются алгоритмы решения, устраняющие этот недостаток.

Будем считать, что кластеризуемые объекты в общем случае определяются множеством точек I со своими номерами $i=(I,m)$ и весами этих точек v_i . Задано множество точек проекций J с номерами $j=(I,n)$. Введем в рассмотрение матрицу близости $D = \{d_{ij}\}$. Каждый элемент этой матрицы выражает величину того критерия, которым измеряются потери, если для объекта i назначается центр j . В простейшем случае это могут быть расстояния в километрах дорог, но можно учесть и все многообразие факторов, влияющих на издержки при назначении i на j (качественные характеристики пути, нелинейность зависимости от объема, время доставки, качество видеонаблюдения и другое). Далее мы будем называть величину d_{ij} по традиции «расстоянием».

Тогда задача выбора мест расположения центров ставится так: найти такие непересекающиеся подмножества точек множества I – кластеры S_l , чтобы суммарное взвешенное расстояние от объектов до своих центров кластеров, принадлежащих множеству проекций J было минимальным.

$$F = \sum_{l=1}^K \sum_{i \in S_l} d_{il} v_i \rightarrow \min$$

Где d_{il} - расстояние между i -ой точкой объекта, входящей в l -й кластер и одной из точек проекций, являющейся центром l -го кластера. Здесь величина F зависит от разбиения на кластеры S_l .



Рассмотрим алгоритм кластеризации на основе матрицы расстояний $D=\{d_{ij}\}$ при каждом фиксированном K . Исходные данные для работы алгоритма: множество точек объектов $I, i=(1,m)$; множество номеров точек проекций $J, j=(1,n)$; матрица расстояний $D=\{d_{ij}\}$, «веса» точек объектов v_i , матрица расстояний между точками проекциями $B=\{b_{jj'}\}$.

1. Выбираем K проекций и объявляем их центрами на первой итерации – эталоном. Выбор этого первого эталона, строго говоря, влияет на результат работы алгоритма. В принципе, как это делалось в [3], можно выбрать состав эталона случайным образом. (Ниже будет рассмотрен более совершенный метод построения эталона).

2. Выбираем каждый номер i и находим центр из множества центров до которого расстояние d_{il} минимально. Таким образом привязываем все точки-производства к своим центрам и получаем кластеры $S_l, l=(1,K)$.

3. Для каждого кластера l находим новый центр, для чего в каждом кластере для $i \in S_l$ находим точку из множества J , для которой суммарное взвешенное расстояние D_j^l будет минимально

$$D_j^l = \sum_{i \in S_l} d_{ij} v_i; l = (1, \dots, K)$$

4. Получив новые центры, переходим к пункту 2 и получаем новые кластеры и т.д. повторяем процедуры 2,3,4 до тех пор, пока полученные кластеры и их центры начнут повторяться.

Заметим, что строго говоря, чтобы матрица меры близости D была бы метрикой, необходимо выполнение аксиом симметрии, неравенства треугольника, различимости нетождественных и неразличимости тождественных объектов.

Проведены эксперименты с матрицами, для которых указанные условия частично не выполняются. Полученные результаты говорят об эффективной работе алгоритма даже при несимметрии и невыполнении неравенства треугольника.

Алгоритм получения первого эталона

Для улучшения сходимости можно применить следующий алгоритм получения первого эталона. Идея его заключается в том, что более планомерное «движение» кластеров к оптимальному варианту будет, если начальные центры будут наиболее сильно разнесены друг от друга.

1. Выбираем случайный номер из множества номеров точек проекций J и находим другую точку, наиболее удаленную от первой по величине d_{jj} , эти две точки проекции уже являются элементами начального эталона.

2. Для каждой точки проекции, не входящей в эталон, по величине d_{jj} находим ближайшую точку из эталона. Получаем два кластера проекций.

3. Находим в каждом таком кластере самую удаленную точку проекцию от элемента эталона и включаем в эталон ту точку, у которой расстояние до точки

-эталона в кластере наибольшая. Получаем третью точку эталона.



4. Переходим к п.2,3 и так получаем 4-ю, 5-ю и т.д. К-ю точку эталона.

В среднем количество итераций основного алгоритма кластеризации при применении алгоритма получения первого эталона уменьшается более чем в два раза.

Литература

1. Айвязан, С.А. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности: справочное издание / С.А.Айвазян, В.М.Бухштабер, И.С.Енюков, Л.Д.Мешалкин; под ред. С.А.Айвазяна. – Москва: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.

2. Есипов, Б.А. Программные средства решения задач оптимизации размещения транспортных объектов на основе алгоритма кластеризации с проекцией. Программные продукты и системы, 2018. Т. 31. № 1. С. 561–566.

3. Есипов, Б.А., Москвичев О.В., Складнев Н.С., Алёшинцев А.О. Разработка и исследование алгоритма кластеризации с проекцией для решения задач оптимизации транспортной инфраструктуры // Сборник трудов международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017)». Самара: Самарский научный центр РАН, 2017. - С. 633-637.

4. Есипов, Б. А., Москвичев О. В., Складнев Н. С., Алёшинцев А. О. Алгоритм кластеризации с проекцией для решения задач оптимизации размещения транспортных объектов / Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение - Т. 16, № 4. - 2017.

Н.В. Жиркович

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПУБЛИЧНЫХ ОБСУЖДЕНИЙ ПРОЕКТОВ СТРОЯЩИХСЯ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ

(Самарский университет)

Улучшение качества условий проживания россиян, их непосредственное участие в определении вектора развития городов, является одной из государственных инициатив в рамках нацпроектов, принятых на период 2018-2024 гг. Одним из вариантов участия населения в развитие городских систем является создание виртуальной платформы для публичных обсуждений планируемых проектов. Применение информационных технологий в процессе участия населения в развитии городских систем предоставляет возможность организации взаимодействия населения и органов, отвечающих за развитие городской среды, в едином информационном пространстве.

Интерес горожан к вопросам урбанистики постоянно растет, и в интересах обеих сторон стремиться к городу, удобному и комфортному для жителей и гостей Самары, где каждый человек может реализовать свои образовательные, культурные и духовные запросы в полной мере. Проявление активной гражданской позиции горожан в вопросе развития города Самары поможет выработке



единого вектора развития городской среды и будет являться превентивной мерой.

Эффективное взаимодействие сторон, предоставление актуальной информации на платформе реализуется при помощи использования виртуального посреднического оператора. В рамках этой задачи была создана модель, и разработаны методы и алгоритмы управления деятельностью виртуального посреднического оператора.

Возможные действия на виртуальной платформе представлены как комплексные процессы (d_i , $i = 1, \dots, N_d$), состоящие из множества сервисов ($\{s_j\}$, $j = 1, \dots, N_s$), которые задают ряд требований по выполнению процесса. Каждый сервис может быть представлен посредством соответствующего ресурса g_k , $k = 1, \dots, N_g$.

Способы протекания процесса d_i представлены в виде сети, являющейся графом, вершинами которого будут опции предоставления сервиса s_j с использованием соответствующего ресурса g_k , а ребрами – переходы между ними.

Сеть процессов (рисунок 1) описывает возможные варианты реализации комплексных процессов с привлечением различных ресурсов. Приоритетом выбора маршрута процесса будет являться обеспечение наибольшей оперативности его протекания.

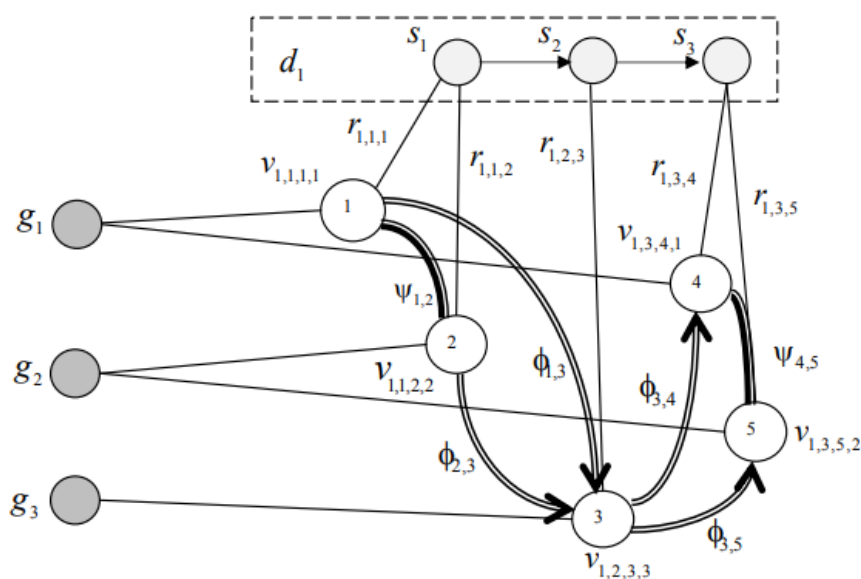


Рис. 1. Сеть процесса d_i

На основе предложенной модели сформированы следующие процессы:

1. Участие граждан на этапе предпроектной деятельности.
2. Внесение изменений в процессе строительства.
3. Участие дольщиков в планировочных решениях купленных квартир.
4. Предпроектный сбор общественного мнения заказчиком.



Каждый процесс был разделен на сервисы. Например, процесс участия дольщиков в планировочных решениях купленных квартир состоит из следующих сервисов (рисунок 2):

1. Ознакомление владельцев квартиры с возможными типовыми вариантами планировок, возможными отделками.
2. Представление владельцами варианта планировки в проектной организации.
3. Оценка выбранных индивидуальных решений.
4. Отчет об исполнении предложенных рекомендаций.

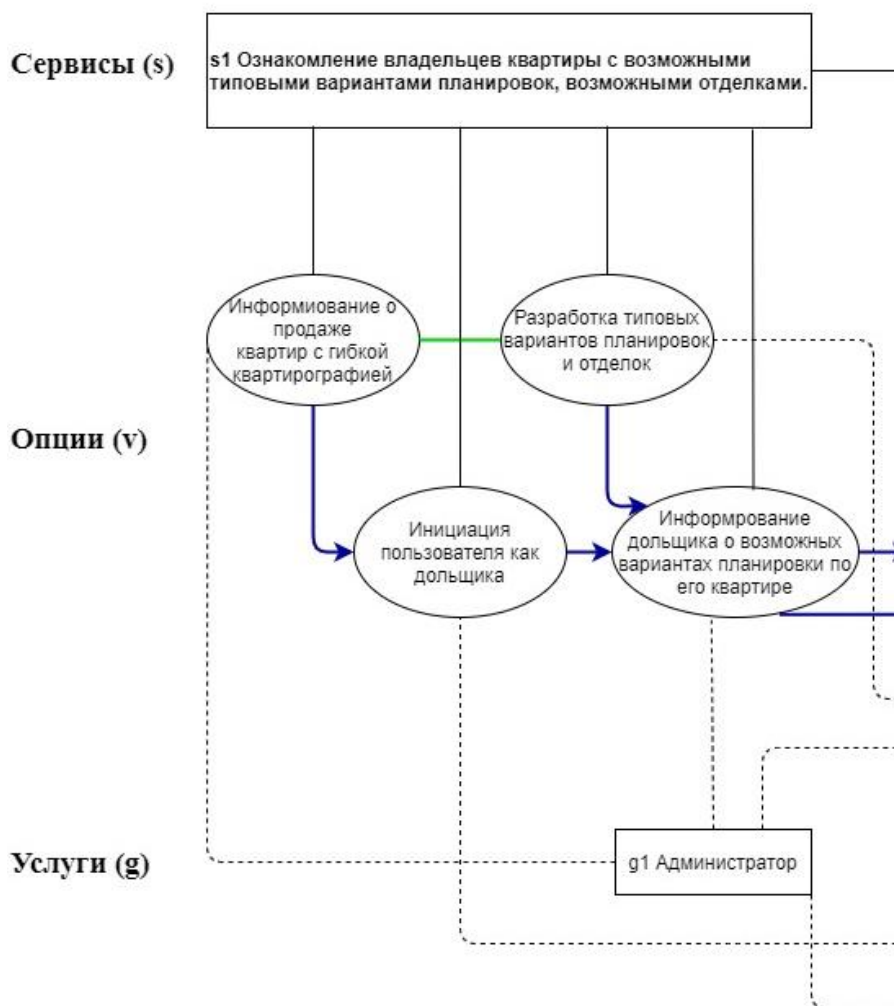


Рис. 2. Фрагмент сети процесса участия дольщиков в планировочных решениях купленных квартир

Каждый сервис был разделен на опции. Например, предоставление сервиса ознакомления владельцев квартиры с возможными типовыми вариантами планировок с использованием соответствующих ресурсов состоит из следующих опций: информирование о продаже квартир с гибкой квартирографией, инициация пользователя как дольщика, разработка типовых вариантов планировок и отделок, информирование дольщика о возможных вариантах планировок по его квартире.



Для осуществления процессов задействуются следующие ресурсы: трудовые ресурсы администратора сайта (g_1), трудовые затраты сотрудников заказчика ЖК (g_2), трудовые ресурсы проектной организации (g_3), трудовые ресурсы подрядной строительной организации (g_4). Задействование того или иного ресурса обозначено на схемах пунктирной линией.

Переходы между состояниями имеют между собой отношения сопутствия и предшествования. Отношение предшествования обозначено синей стрелкой, отношение сопутствия - зеленой линией.

Литература

1. Сюсин И.А. Управление деятельностью виртуального посреднического оператора в сфере услуг, 2015.
2. Иващенко А.В., Корчивой С.А., Прохоров С.А. Инфраструктурные модели цифровой экономики / Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 20, № 6(2), 2018.
3. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами: учебник / Под ред. Д.А. Новикова. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009.

И.И. Зимарева, А.А. Столбова

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

(Самарский университет)

В связи с бурным развитием технологий мультимедиа встает вопрос защиты авторских прав и интеллектуальной собственности, представленной в цифровом виде. Примерами могут являться фотографии, аудио и видеозаписи. Преимущества, которые дают представление и передача сообщений в цифровом виде, могут оказаться перечеркнутыми легкостью, с которой возможно их воровство или модификация. Поэтому в современном мире активно разрабатываются различные способы защиты информации [1].

Один из наиболее эффективных технических средств защиты мультимедийной информации заключается во встраивании в защищаемый объект невидимых меток – цифровых водяных знаков (ЦВЗ). Термин «digital watermarking» был впервые применен в работе [2] в 1997 году. Наиболее подходящими объектами защиты при помощи ЦВЗ являются неподвижные изображения, файлы аудио и видеоданных.

Актуальность разработки программных средств, осуществляющих защиту информации посредством встраивания цифровых водяных знаков, можно объяснить многочисленными возможными атаками на мультимедийные системы с их последующим изменением.



Система, реализуемая в рамках данной работы, позволяет проводить автоматизированное встраивание ЦВЗ в полутоновое изображение при помощи дискретного вейвлет-преобразования с использованием вейвлета Хаара и аддитивного алгоритма встраивания.

Рассмотрим шаги алгоритма внедрения ЦВЗ в исходное изображение:

- 1) Применение прямого трехуровневого дискретного вейвлет-преобразования (ДВП) к оригинальному изображению и разбиение его на 10 частотных областей: LL3, LH3, HL3, HH3, LH2, HL2, HH2, LH1, HL1, HH1;
- 2) Внедрение ЦВЗ путем модификации частотных значений области LL3 оригинального изображения по следующей формуле [3]:

$$c'_i = c_i + \alpha * w_i, \quad (1)$$

где c_i – частотный коэффициент, подлежащий изменению; c'_i – измененный коэффициент; w_i – встраиваемый элемент ЦВЗ; α – коэффициент силы встраивания (весовой коэффициент).

- 3) Применение обратного трехуровневого ДВП с использованием модифицированных коэффициентов низких частот и получение изображения с внедренным ЦВЗ (маркированного изображения).

Для оценки уровня искажений маркированного изображения относительно исходного в работе использовалась метрика PSNR (PeakSignal-to-NoiseRatio) – пиковое отношение сигнала к шуму, рассчитываемое по формуле [4]:

$$PSNR = 10 \lg \left(\frac{MAX_I^2}{\sigma} \right) = 20 \lg \left(\frac{MAX_I}{\sqrt{\sigma}} \right), \quad (2)$$

где MAX_I – максимальное значение, принимаемое пикселем изображения I, σ – среднеквадратическое отклонение.

Типичные значения метрики PSNR для встроенных водяных знаков в изображения лежат в пределах от 30 до 40 дБ. Чем выше значение метрики, тем лучше качество маркированного изображения и более высокая незаметность скрытого ЦВЗ. Высокий ЦВЗ указывает на меньшие искажения.

Среднеквадратичное отклонение для двух изображений I и K размера $m \times n$ вычисляется по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{1}{m \times n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |I(i, j) - K(i, j)|^2, \quad (3)$$

где I является зашумленным приближением K.

На базе разработанных алгоритмов реализована автоматизированная система внедрения цифровых водяных знаков в изображения, структурная схема



которой представлена на рисунке 1 и показывает, что система состоит из трех основных подсистем: файловой, подсистемы преобразования и визуализации.

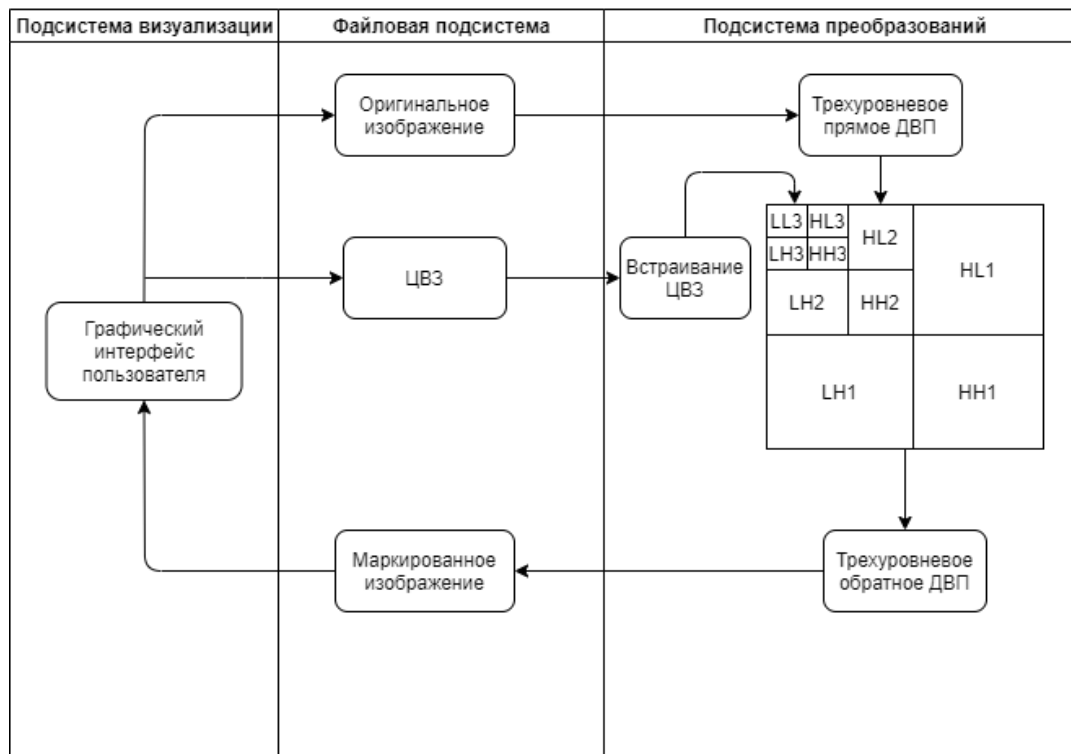


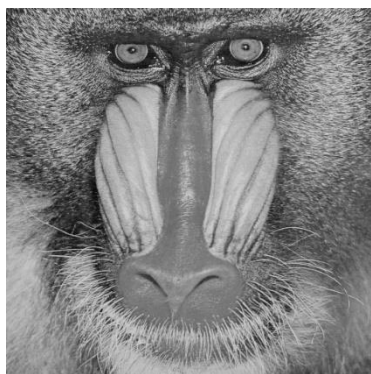
Рисунок 1 – Структурная схема системы

Файловая подсистема необходима для загрузки изображений и ЦВЗ. Подсистема преобразований включает в себя инструмент для проведения преобразований над контейнером и хранит математический аппарат для обеспечения работоспособности программы. Подсистема визуализации включает графический интерфейс пользователя.

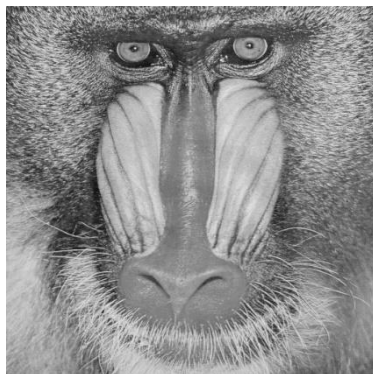
Взаимодействие пользователя с системой подразумевает под собой выполнение следующих действий:

- загрузка оригинального изображения-контейнера;
- загрузка изображения ЦВЗ;
- установка коэффициента встраивания α ;
- получение маркированного изображения.

Для апробации реализованных алгоритмов внедрения ЦВЗ в качестве изображения-контейнера использовалось квадратное полутоновое изображение Mandrill размера 512×512 пикселей, а в качестве ЦВЗ – полутоновое изображение «Самарский университет» размера 64×64 . На рисунке 2 представлены результаты работы программы при использовании значения усиливающего коэффициента $\alpha = 0,08$.



а)



б)



в)

Рисунок 2 – Результаты работы программы при $\alpha = 0,08$: а) Оригинальное изображение-контейнер; б) Маркированное изображение; в) Водяной знак

В результате сравнения оригинального изображения-контейнера и маркированного изображения при $\alpha = 0,08$ значение метрики $PSNR = 27,47$. Это говорит о довольно хорошей незаметности ЦВЗ в маркированном изображении, однако при данном значении усиливающего коэффициента значение метрики не попадает в диапазон оптимальных значений. Проведем исследования зависимости значения метрики $PSNR$ от значения усиливающего коэффициента α .

Результаты исследования зависимости пикового отношения сигнала к шуму от усиливающего коэффициента α , полученные с использованием изображения Mandrill и ЦВЗ «Самарский университет», представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения $PSNR$ при различных значения α

α	$PSNR$, дБ
0,003	55,99
0,005	51,55
0,009	46,45
0,030	35,99
0,080	27,47
0,100	25,53
0,500	11,55
0,800	7,47
1,000	5,53

На основании полученных данных построен график зависимости метрики сравнения $PSNR$ от усиливающего коэффициента α , представленный на рисунке 3. В результате анализа полученных значений выявлено, что допустимые значения метрики $PSNR$ получены при значениях усиливающего коэффициента α , принимающего значения в диапазоне от 0,003 до 0,03.

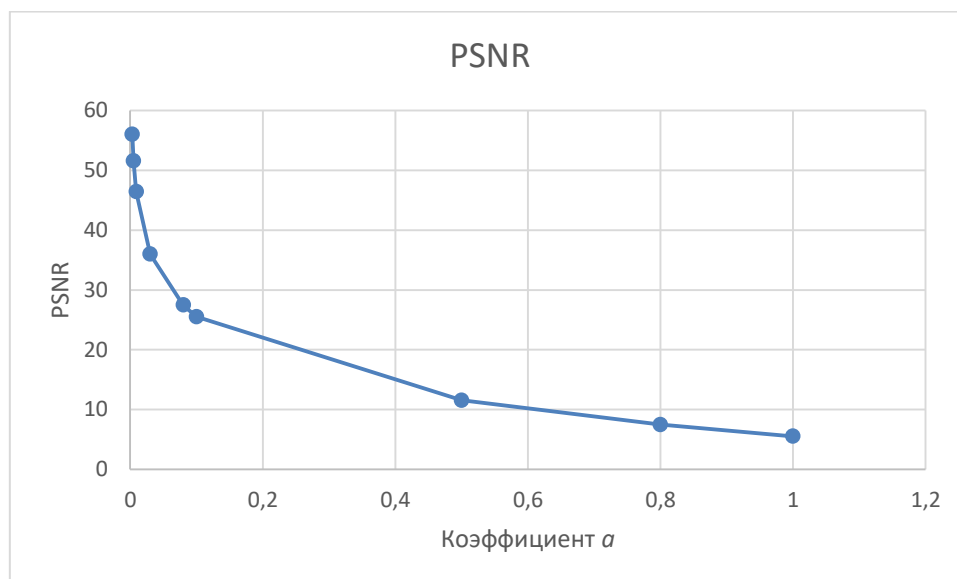


Рисунок 3 – Зависимость величины PSNR от усиливающего коэффициента α

Таким образом, в результате данного исследования разработаны и реализованы в виде автоматизированной системы алгоритмы встраивания ЦВЗ в изображения на основе дискретного вейвлет-преобразования. Показано, что при увеличении усиливающего коэффициента α снижается качество изображения с внедренным ЦВЗ, а, следовательно, он становится более заметным.

Литература

1. Грибунин В.Г. Цифровая стеганография [Текст]: Издательство «СОЛОН-Пресс», 2009 - 256 с.
2. Osborne C., van Schyndel R., Tirkel A. A Digital Watermark [Текст]: IEEE Intern. Conf. on Image Processing, 1994. с. 86-90.
3. Cox, I. J., Kilian, J., Leighton, F. T., & Shamoon. TSecure spread spectrum watermarking for multimedia [Текст]: IEEE Transactions on Image Processing, 1997. с. 1673–1687.
4. Sara U., Akter M., Uddin M. S. Image quality assessment through FSIM, SSIM, MSE and PSNR—a comparative study //Journal of Computer and Communications. – 2019. – Т. 7. – №. 3. – С. 8-18.



Ю.Н. Косников, А.И. Афанасьев

РАСШИРЕНИЕ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СРЕДСТВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ УПРАВЛЕНИЯ ГЛАДКОСТЬЮ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ

(Пензенский государственный университет)

Необходимым компонентом многих сложных программно-технических систем являются средства визуализации информации. К таким системам можно отнести геоинформационные системы, системы мониторинга транспортных средств, системы биомедицинского контроля, охранные системы, системы научных исследований, системы военного назначения и другие. В них решение прикладных задач осуществляется с участием человека, который принимает решения на основе визуального анализа ситуации. Следовательно, средства визуализации должны представлять объекты контроля и управления в максимально эргономичном виде. Для этого они, в частности, должны быть способны формировать изображения линий и поверхностей любой требуемой геометрической формы. Форма линий и поверхностей во многих случаях задается набором характерных (опорных) точек. В качестве примеров можно назвать результаты, полученные с помощью топографических замеров на местности, сейсмических измерений или бурения земной коры, объективного медицинского контроля органов человека, задания специалистами характерных точек на поверхности археологических находок. Реконструкция геометрических форм в этих случаях осуществляется интерполяционными методами.

Объекты визуализации, например, рельеф или контуры участков земной поверхности, могут иметь большую протяженность и формироваться по фрагментам. При этом контуры или поверхности в общем случае могут иметь как гладкие, так и негладкие участки. Негладкими назовем участки, на которых функция-интерполюнт терпит разрыв первой производной. Первая производная функции, как известно, пропорциональна углу наклона касательной, проведенной к графическому представлению функции через заданную точку. Таким образом, средства визуализации должны иметь инструмент управления гладкостью геометрических форм, или, другими словами, инструмент управления направлениями касательных в заданных точках кривой, поверхности. Очевидно, характер этого инструмента зависит от выбранного метода интерполяции.

В геометрическом моделировании находит применение множество различных методов интерполяции, однако не все они подходят для реконструкции объектов визуализации. Например, известные методы полиномиальной интерполяции Ньютона и Лагранжа на большом множестве узлов интерполяции дают осциллирующие формы (феномен Рунге). В компьютерной графике применяются методы интерполяции на основе смешивающих функций (СФ) [1]. К ним, прежде всего, относятся методы сплайновой интерполяции и интерполяции на основе радиальных базисных функций (РБФ) [2,3,4]. Можно выявить возмож-



ности методов интерполяции по управлению гладкостью геометрических форм и их недостатки. Анализ проведен на примере плоских кривых, так как интерполяция поверхностей может основываться на плоских криволинейных сечениях [5]. Результаты анализа сведены в таблицу 1.

Таблица 1 Возможности методов интерполяции по получению гладких и негладких кривых

Метод интерполяции	Принцип получения гладкой и негладкой форм	Недостатки
Сплайн Эрмита	Управление направлениями касательных в конечных точках отсека	Нужно иметь количественную информацию о направлениях касательных
Сплайн Кэт-мулла-Рома	Использование дополнительных опорных точек, задающих направления касательных в конечных точках отсека [6]	Увеличение количества опорных точек, усложнение алгоритма вычисления промежуточных точек
Сплайн Кочанек-Бартельса	Три дополнительных параметра, подбор которых для каждого отсека дает желаемую форму кривой	Усложненное описание, усложненный алгоритм вычисления промежуточных точек
Сплайн Безье	Выбор местоположения контрольных точек, задающих направления касательных в точке стыковки отсеков	Это невозможно сделать без наложения дополнительных условий, что усложняет алгоритм
В-сплайн	Завершение текущего сегмента и формирование следующего на отдельных опорных точках	Отсеки не проходят через опорные точки, поэтому стыковка негладко сопрягающихся отсеков усложнена
Бета-сплайн	Тот же принцип, что и для В-сплайна	Тот же недостаток, что и для В-сплайна
РБФ-интерполяция	Тот же принцип, что и для В-сплайна	Сегменты точно проходят через опорные точки, поэтому нужен инструмент для задания направлений касательных в точке стыковки сегментов

Анализ показывает, что рациональным приемом получения негладких геометрических форм является применение РБФ. Для протяженных геометрических форм РБФ-интерполяция все равно требует применения сегментации – для уменьшения числа слагаемых функции-интерполанта. В этом случае при необходимости гладкой стыковки сегментов нужно применять алгоритмические приемы, например, метод переноса опорных точек [7], а при необходимости негладкой стыковки нужно рационально расставить опорные точки в зоне стыковки. Для кривых (плоских сечений) этого достаточно для получения желаемой формы, а в случае стыковки сегментов поверхностей между ними могут возникнуть щели. Дело в том, что каждый сегмент строится на своем наборе опорных точек. В результате крайние линии (линии стыка) двух соседних сегментов точно пройдут через общие опорные точки, но между ними могут не совпадать. Возникает разрыв составной поверхности. Для его устранения также нужны алгоритмические приемы. Самым простым является усреднение коор-



динат промежуточных точек, лежащих на линии стыковки, при подходе к ним со стороны первого и второго соседних сегментов.

РБФ называются радиальными, т.к. опорные точки влияют на текущую точку одинаково по всем направлениям пространства («по радиусам»). Значения функций влияния зависят от величин декартовых расстояний между текущей и опорными точками. При любом законе обхода поверхности для вычисления декартова расстояния нужно каждый раз выполнять операции возведения в квадрат и извлечения корня. Для повышения производительности интерполяции можно предложить вместо РБФ использовать смешивающие функции ортогонального базиса (СФОБ). Особенность СФОБ в том, что их значения зависят отдельно от расстояния между опорной и текущей точками вдоль каждой координаты-аргумента u , v параметрической системы координат, в которой описана поверхность [8]. Тогда интерполяционное описание поверхности в параметрической форме состоит из трех уравнений вида

$$c = \sum_{i=1}^N \lambda_{ic} \Phi(r_u, r_v), \quad c = x, y, z,$$

где λ_{ic} – коэффициент влияния i -й опорной точки на координату c текущей точки;

$\Phi(r_u, r_v)$ – СФОБ, значение которой зависит от расстояний r_u, r_v между опорной и текущей точками, измеренных на поверхности аргументов вдоль координатных линий u, v .

Вариантами СФОБ являются, например, колоколообразная и биквадратная СФ

$$\begin{aligned} \Phi(r_u, r_v) &= (1 - r_u^2) \cdot (1 - r_v^2), \\ \Phi(r_u, r_v) &= (r_u^2 - 1)^2 \cdot (r_v^2 - 1)^2, \end{aligned}$$

в которых в случае описания плоской кривой используется один параметр.

Приведенный вид смешивающих функций позволяет повысить производительность интерполяции при раздельном движении алгоритма вычисления СФОБ вдоль координатных линий u, v . При переборе значений u от 0 до максимального значения значение v не меняется, следовательно, не меняется и соответствующий компонент СФОБ. При достижении переменной u максимального значения выполняется приращение координаты v и осуществляется переход на следующую координатную линию v . Далее процесс повторяется до достижения параметрами u, v максимальных значений.

Последовательное движение алгоритма вдоль координатных линий позволяет вычислять СФОБ по приращениям, например, по методу конечных разностей [8]. С применением этого метода значения приведенных выше СФОБ для случая кривой вычисляются за две операции суммирования.

На рисунке 1 показаны скриншоты, иллюстрирующие формирование составной кривой с применением часто применяемой РБФ «инверсный мультиквадрик» (рис.1,а) и биквадратной СФОБ (рис.1,б) на одних и тех же опорных точках. Обе разновидности смешивающих функций позволяют получать как гладкие, так и негладкие кривые, точно проходящие через опорные точки, од-



нако СФОБ-интерполяция характеризуется более высокой производительностью.

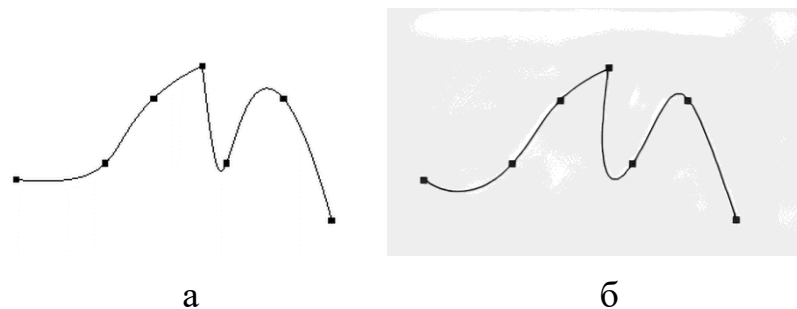


Рис. 1. Составные кривые с нарушением гладкости, полученные путем РБФ-интерполяции (а) и СФОБ-интерполяции (б)

Литература

1. Александрова Н.В. Смешивающие функции в геометрическом моделировании и визуализации поверхностей свободных форм / Н.В. Александрова, А.П. Зимин, Ю.Н. Косников, Т.Х. Хоанг // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Научное периодическое издание. Серия: Технические науки. Информационные технологии. – 2015. – №03(25). – Т.1. – С. 51 – 60.
2. Шикин Е.В. Кривые и поверхности на экране компьютера. Руководство по сплайнам для пользователей / Е.В. Шикин, А.И. Плис. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1996. – 240 с.,
3. Kochanek D.H. Interpolating splines with local tension, continuity, and bias control / D.H. Kochanek, R.H. Bartels // SIGGRAPH '84: Proceedings of the 11th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, 1984. – pp. 33–41. doi:10.1145/800031.808575.
4. Buhmann M.D. Radial Basis Functions: Theory and Implementations. – Cambridge: Univ.Press, 2008. – 259 p.
5. Фокс А. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве / А. Фокс, М. Пратт: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 304 с.
6. Косников Ю.Н. Моделирование и визуализация негладких кривых / Ю.Н. Косников, А.П. Зимин, А.В. Новиков // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 4 (32). – С. 65-74.
7. Хоанг Т.Х. Кусочно-аналитическое моделирование протяженных поверхностей с использованием радиальных базисных функций / Т.Х. Хоанг, Ю.Н. Косников // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: Материалы III научно-практической всероссийской конференции (школы-семинара) молодых ученых. – Тольятти: ТГУ, 2017. – С. 616 – 620.
8. Косников Ю.Н. Особенности применения радиальных базисных функций в геометрическом моделировании трехмерных объектов визуализации // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. Научно-информационный журнал. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2020. – № 4 (36). – С. 55 - 70.



Н.Г. Крупец, М.А. Гуреев

МОДЕЛИРОВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА

(Самарский университет)

Одним из видов так называемых коммерческих потерь электроэнергии являются её хищение. Масштабы этого явления приобретают в последние годы угрожающий характер. Наиболее продуктивным инструментом предотвращения хищений электроэнергии является внедрение автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) [1].

Последние 10 лет региональные энергоснабжающие организации осуществляют массовое внедрение АСКУЭ в многоквартирных жилых домах (МКЖД) с целью выявления отдельных случаев хищения электроэнергии в жилом секторе.

В представленной работе рассматриваются вопросы, связанные с разработкой методов выявления хищений по данным ежесуточного снятия показаний приборов учета электроэнергии в системах АСКУЭ МКЖД.

Предполагается, что хищение электроэнергии можно отследить по динамике изменения ежесуточного потребления в каждой конкретной квартире, а также по ежесуточному общедомовому расходу. Рассчитав разницу между общедомовым потреблением и суммарным потреблением всех квартир, можно определить общие расходы на общедомовые нужды дома. В случае, когда в одной из квартир происходит хищение, расходы на общедомовые нужды растут, так как квартирный счётчик «вора» не фиксирует реальное потребление, а общедомовой прибор учета (ПУ) суммарно и верно фиксирует всё. В зависимости от конкретного дома, дня недели, сезона, работающих в подъезде электроприборов и т.п., трудно на глаз или по какой-то эмпирической формуле подсчитать и оценить нормальные общедомовые расходы, чтобы выявить аномальное электропотребление.

Для решения указанной задачи предлагается использовать эмпирические классификаторы, построенные по принципу компьютерной нейронной сети. Однако для построения такого классификатора (обучения сети) требуется собрать и классифицировать вручную огромный набор данных, что является практически невыполнимой задачей.

В представленной работе предлагается использовать в качестве обучающего и тестирующего сетов данные моделирования ежесуточного электропотребления типового МКЖД с последующим исследованием возможности применения такого подхода к классификации домов с наличием отдельных «ворующих» квартир.



Создание модели жилого дома для обучения нейронной сети требует следующего минимального набора данных: средние ежесуточные расходы (будни и выходной) для каждого типа (1-комнатная квартира, 2-х комнатная, 3-х комнатная) квартир в доме, ежесуточный расход типового подъезда, предполагаемый ежесуточный расход «ворующей» квартиры. Также нужны данные по количеству квартир каждого типа и общее число этажей и подъездов в доме. Сделав предположение о возможном разбросе данных, можно попробовать экспериментально определить достаточную чувствительность нейронной сети на полученной модели. Предположительно, динамики изменения показаний дома в течение недели должно оказаться достаточно.

Опишем 2 класса объектов. Класс 0 соответствует набору данных, описывающий дом, в котором отсутствует хищение электроэнергии. Класс 1, соответственно, наоборот, описывает дом, в котором есть хотя бы одна «ворующая» квартира. Воспользуемся законами нормального распределения для имитации разброса расхода электроэнергии каждой квартиры и равномерного распределения для перетасовки классов в датсете «честных» и «ворующих» квартир в обучающем векторе.

Обучающий вектор состоит из данных среднесуточного расхода типовых квартир в зависимости от дня недели, с учетом их разброса по нормальному закону распределения. Общедомовые расходы определяются как сумма расходов всех квартир и подъездов. Таким образом, семидневный обучающий вектор сгруппирован, во-первых, по дням недели, и, во-вторых, в каждом дне недели, по типам квартир, с итоговым общедомовым расходом дома за сутки.

Обучающий вектор «ворующего» дома отличается от «честного» тем, что в нём случайным образом внутри сгруппированных квартир каждого типа имеются распределённые с равномерной вероятностью «ворующие» квартиры в заданном количестве, которые, в зависимости от типа хищения за сутки, показывают заниженные средние или нулевые показания расхода электроэнергии. При этом подсчёт общедомового расхода моделируется по показаниям общедомового прибора учета, который фиксирует всё фактическое электропотребление без занижения показаний.

Введём следующие переменные модели:

$a_{ij}^{(б)}, a_{ij}^{(в)}$ – среднесуточный расход (ватт-час) i -ой квартиры j -ого типа в будни (б) и выходной (в);

$o_j^{(б)}, o_j^{(в)}$ – отклонение (%) среднесуточного расхода квартиры j -ого типа в будни (б) и выходной (в);

$v_{ij}^{(б)}, v_{ij}^{(в)}$ – среднесуточный расход (ватт-час) i -ой ворующей квартиры j -ого типа в будни (б) и выходной (в);

$k_j^{(б)}, k_j^{(в)}$ – отклонение (%) среднесуточного расхода ворующей квартиры j -ого типа в будни (б) и выходной (в);

N – количество типов квартир;



M – количество квартир заданного типа.

$A_б, A_в$ – суммарный общедомовой расход (ватт-час) в будни и выходной рассчитывается по формулам:

$$A_б = \sum_{j=1}^N \left(\sum_{i=1}^M \frac{a_{ij}^{(б)} * o_j^{(б)}}{100\%} \right) \quad (1)$$

$$A_в = \sum_{j=1}^N \left(\sum_{i=1}^M \frac{a_{ij}^{(в)} * o_j^{(в)}}{100\%} \right) \quad (2)$$

Обучающий датасет представляет собой набор обучающих векторов, в каждом из которых содержится индикатор класса и набор признаков (среднесуточные расходы квартир и общедомового приборы учета) для обучения.

Структура вектора, описывающего один МКЖД, следующая. Признаки сгруппированы по дням недели. Всего описано 7 дней от понедельника до воскресенья. Каждый день содержит в себе сгруппированные и упорядоченные по типам квартир данные, то есть сначала идут все квартиры одного типа (например, однокомнатные), затем второго (двухкомнатные), третьего и т.д.:

[индикатор класса (0 или 1) +
расход квартир 1 типа (пн) + расход квартир 2 типа (пн) + ... +
расход квартир N типа (пн) + расход общедом.(пн) +
расход квартир 1 типа (вт) + расход квартир 2 типа (вт) + ... + рас-
ход квартир N типа (вт) + расход общедом. (вт) + ... +
расход квартир 1 типа (вс) + расход квартир 2 типа (вс) + ... + рас-
ход квартир N типа (вс) + расход общедом. (вс)]

Опишем, для примера, часть обучающего вектора с расходом 3-х квартир 2 типа в будни в «честном» доме:

$$\left[\dots, \frac{a_{12}^{(б)} * o_2^{(б)}}{100\%}, \frac{a_{22}^{(б)} * o_2^{(б)}}{100\%}, \frac{a_{32}^{(б)} * o_2^{(б)}}{100\%} \dots \right],$$

тогда, аналогично, для дома с одной, случайным образом равномерно распределённой «ворующей» квартирой, вектор будет выглядеть так:

$$\left[\dots, \frac{a_{12}^{(б)} * o_2^{(б)}}{100\%}, \frac{v_{22}^{(б)} * k_2^{(б)}}{100\%}, \frac{a_{32}^{(б)} * o_2^{(б)}}{100\%} \dots \right].$$

Для эксперимента возьмём советский типовой панельный 5-ти этажный дом серии К-7. Планировка типового этажа такого дома представлена на рисунке 1. На этаже находится три типа квартир: 1однокомнатная, 4 двухкомнатных и 1 трёхкомнатная. В доме 2 подъезда. Для 5 этажей суммарное количество квартир каждого типа соответственно равны 5, 20 и 5.

Таким образом, типовой обучающий вектор будет состоять из 1(индикатор класса) + (5 + 20 + 5 + 1)(ПУ) * 7(дней) = 218 признаков.

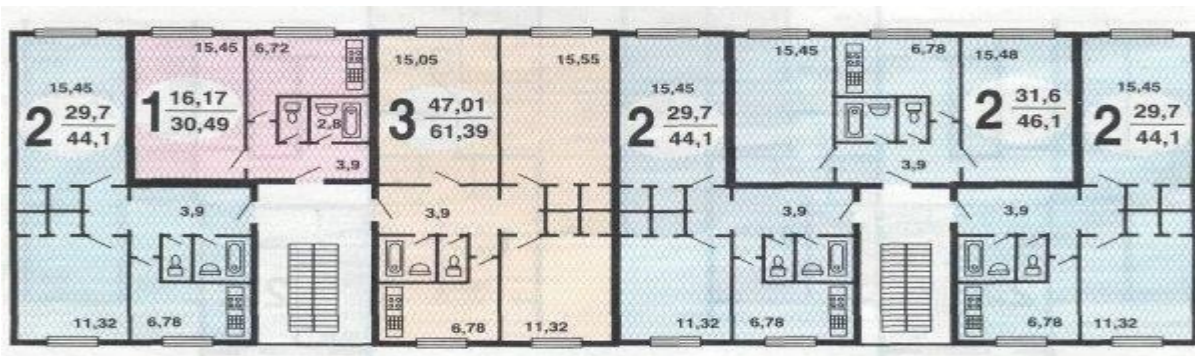


Рисунок 1 – Планировка типового этажа дома серии К-7

Средние значения электропотребления типовых квартир указаны в таблице 1.

Для построения классификатора использовалась нейронная сеть, построенная по схеме радиально базисных функций (РБФ).

Обучение проводится следующим образом. Инициализация центров c_i нейронов скрытого слоя осуществляется значениями обучающих векторов разных классов. Затем применяется алгоритм К-усреднений для разделения данных на кластеры. Величины охвата нейрона σ_i подбираются исходя из соседних нейронов. Далее проводится обучение с учителем с использованием алгоритмов, основанных на обратном распространении ошибки. Сеть состоит из 6-ти нейронов скрытого слоя, 2-х выходных нейронов. Датасет поделён в соотношении 70% для обучения, 30% для теста. Вектора признаков разных классов находятся в равном соотношении и равномерно распределены по датасету.

Таблица 1 — Среднесуточные значения электропотребления дома.

	Типовая квартира тип 1		Типовая квартира тип 2		Типовая квартира тип 3		Типовой подъезд
	б-ни	вых-ой	б-ни	вых-ой	б-ни	вых-ой	
Действительное значение (ватт-час)	500	600	800	900	1000	1100	2000
Воруящее значение (ватт-час)	400		700		800		нет

Для оценки качества классификации введём и воспользуемся следующими метриками:

- SkipTargetError (пропуск цели - пропуск «ворующего» дома) — измеряет количество неправильно классифицированных объектов класса 1 из всех объектов этого класса;



- FalseAlarmError (ложное срабатывание) — измеряет количество неправильно классифицированных объектов класса 0 из всех объектов этого класса. Изменяется от 0 до 1.

В результате проведения экспериментов при использовании датасета размером в 500 обучающих векторов, при 1-й ворующей квартире в векторе признаков, процентом разброса от 5% до 20% для средних значений типовых квартир и подъезда, были получены следующие данные:

разброс 5%: SkipTargetError = 0, FalseAlarmError = 0.

разброс 10%: SkipTargetError=0, FalseAlarmError = 0.

разброс 15%: изменения SkipTargetError от 0.00 до 0.01, FalseAlarmError = 0

разброс 20%: изменения SkipTargetError от 0.01 до 0.05, FalseAlarmError от 0.01 до 0.03.

Таким образом, решение задачи классификации электропотребления и выявления «ворующих» домов с помощью нейронной сети РБФ оказалось возможным для описанной в данной статье модели данных.

Литература

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

Н.Г. Крупец, Е.С. Кононова

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТАВЛЕНИЯ МАРШРУТОВ СНЯТИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ПОКАЗАНИЙ ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКОВ У БЫТОВЫХ АБОНЕНТОВ

(Самарский университет)

Одной из задач, входящих в обязанности ресурсоснабжающей организации согласно требованиям «Основных положений функционирования розничных рынков электрической энергии» (введены в действие Постановлением правительства РФ от 04.05.2012 №442), является осуществление планового ежегодного контрольного снятия показаний приборов учета (ПУ), а также проверок их технического состояния. Проверки ПУ электроэнергии осуществляются подготовленным техническим персоналом с применением самого современного приборного парка и инструмента.

Особенностью региональных электросбытовых компаний является большой объем обслуживаемых ПУ у бытовых потребителей электроэнергии (300-600 тыс. точек учета (ТУ) электроэнергии). Для выполнения этой задачи такие компании имеют множество отделений; ежедневно несколько десятков бригад



осуществляют обход ТУ с целью сбора контрольных показаний электросчетчиков у бытовых абонентов.

В связи с этим сотрудник (диспетчер), отвечающий за составление маршрутных листов для бригад, осуществляющих ежедневный обход и сбор контрольных показаний, оперирует огромным объемом данных. При ручном составлении маршрутов для бригад диспетчер много времени тратит на эту операцию. Кроме того, в результате может закрасться ошибка или неточность, какие-то дома могут не попасть в перечень, и т.д.

Решение данной проблемы – автоматизировать составление маршрутов. В этом случае устраняется проблема временных затрат на данную операцию, ошибки и неточности также будут исключены.

В докладе представлен разработанный алгоритм, который позволяет проложить максимально удобный для контролеров маршрут с полным охватом территории обслуживания. В основе него лежит доработанный под нашу задачу известный алгоритм волновой трассировки (алгоритм Ли) [1]. Это алгоритм поиска кратчайшего пути на планарном графе, который обычно используется при трассировке плат, а также для поиска кратчайшего расстояния на карте в компьютерных играх [2].

Алгоритм работает на дискретном рабочем поле (ДРП), представляющем собой ограниченную замкнутой линией фигуру, не обязательно прямоугольную, разбитую на прямоугольные ячейки, в частном случае - квадратные. Множество всех ячеек ДРП разбивается на подмножества: «проходимые» (свободные), т.е. при поиске пути их можно проходить, «непроходимые» (препятствия), путь через эту ячейку запрещён, стартовая ячейка (источник) и финишная (приемник). Назначение стартовой и финишной ячеек условно, достаточно указать пары ячеек, между которыми нужно найти кратчайший путь [3].

В нашем случае алгоритм был доработан, поскольку нам не требуется искать кратчайший путь между ячейками, а необходимо сделать полный охват поля, к которому он привязан.

Вначале была взята карта города Самары из ИС 2Gis[4], которую разбили на квадраты (рис.1).

Дома, которые внесены в базу данных, были привязаны к своему квадрату с помощью координат X и Y . Далее был составлен массив ячеек, в которых есть дома с подлежащими проверке ТУ, то есть с даты последней проверки прошло более 6 месяцев (согласно требованиям «Основных положений функционирования розничных рынков электрической энергии» проводить проверку ПУ у бытовых абонентов можно не чаще, чем 1 раз в полгода).

После этого массив ячеек был отсортирован сначала по координате X , потом – по Y . Остальные ячейки включены в массив как пустые, это сделано для удобства прокладывания пути. В качестве стартовой была взята первая ячейка из этого массива, которая не пустая. Схема алгоритма представлена на рис.2.



Рисунок 1 – Фрагмент карты г. Самары с разбивкой на квадраты

Данный алгоритм реализован в составе автоматизированной системы снятия контрольных показаний электросчетчиков у бытовых абонентов.

Система разработана как десктопное Windows приложение. Использован язык программирования – C#, среда разработки – Visual Studio 2019; СУБД – PostgreSQL.

Для тестирования системы была сформирована база данных, содержащая 37000 точек учета, привязанных к квартирам жилых домов в г. Самаре. Моделировалось составление маршрутных листов для 10-ти бригад контролеров с учетом повторных осмотров «пропущенных» квартир из-за недопуска в предыдущих осмотрах.

Результат тестирования показал удовлетворительные характеристики по быстродействию составления маршрутов (не более 30сек. для одной бригады).

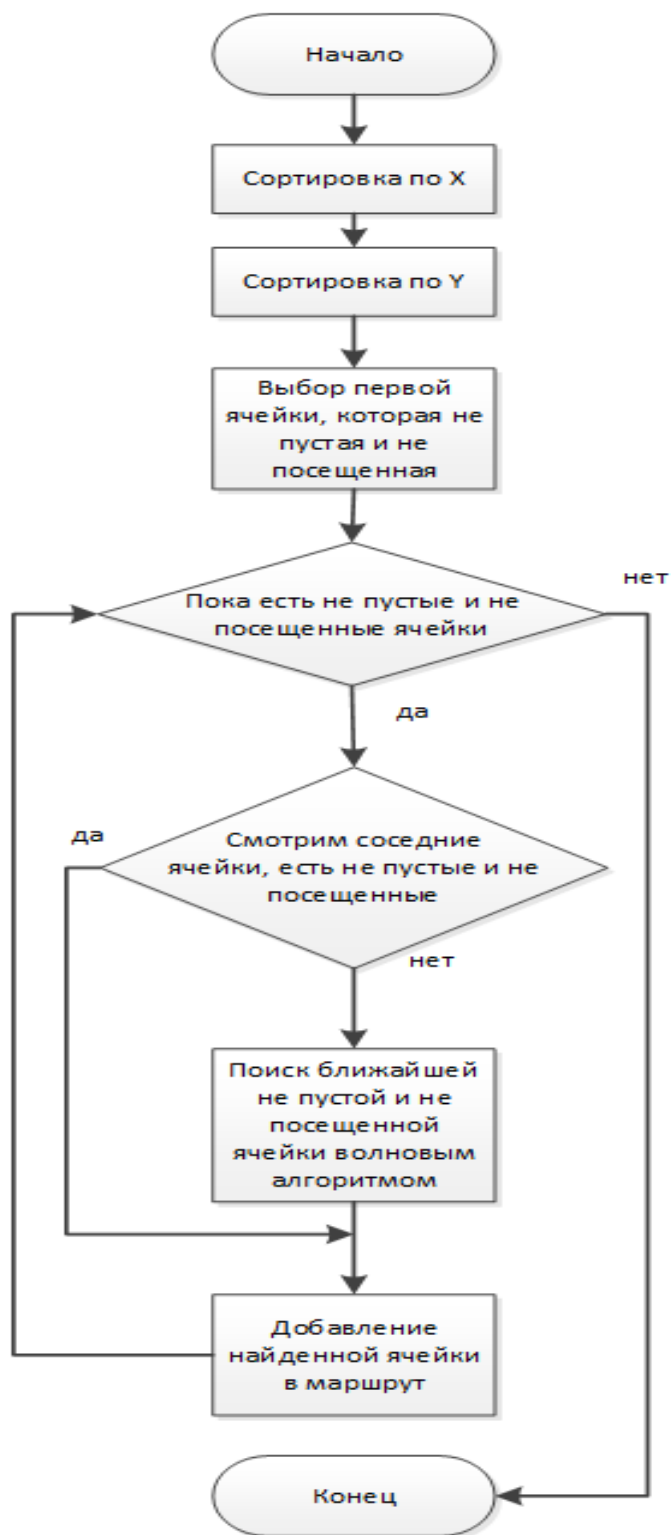


Рисунок 2 – Схема алгоритма построения маршрута обхода ТУ

Литература

1. Поиск пути на карте (алгоритм Ли) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://delphisite.ru/faq/poisk-puti-na-karte-algoritm-li>
2. Волновой алгоритм – Построение кратчайшего маршрута [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.codenet.ru/progr/alg/way.php>



3. WikiSort.ru - Программирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://programming.wikisort.ru/page/Алгоритм_Ли
4. Карта Самары: улицы, дома и организации города – 2Gis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://2gis.ru/samara>

А.И. Максимов, Г.В. Цой

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО СОГЛАСОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ СВЕРХРАЗРЕШЕНИЯ

(Самарский университет)

Введение

Геометрическое согласование [1] заключается в поиске такого пространственного преобразования, которое приводит в соответствие гомологичные точки на двух изображениях. Данная группа методов активно применяется в обработке медицинских изображений, данных дистанционного зондирования и машинном зрении. Этап геометрического согласования также является крайне важным для сверхразрешения [2] – процедуры, при которой из набора изображений малого пространственного разрешения формируется изображение большего. Чем меньше будет ошибка геометрического согласования на данном этапе, тем меньшей будет ошибка работы всего алгоритма.

Цель данного исследования – определить наиболее эффективный алгоритм согласования серии кадров видеопоследовательности в контексте решения задачи сверхразрешения.

Исследуемые методы геометрического согласования

В данной работе было рассмотрены следующие методы геометрического согласования – согласование с использованием особых точек [3] (при различных дескрипторах), подход с использованием пирамиды изображений [4] (при различных видах целевого пространственного преобразования), подход с использованием пиков взаимной корреляционной функции (как в классическом варианте, представленным в [5], так и с использованием χ^2 -меры), а также метод основанный на использовании оптического потока [6]. Полный список исследуемых методов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Исследуемые в работе методы согласования

№	Описание метода
1	С использованием особых точек, дескриптор SIFT [7]
2	С использованием особых точек, дескриптор SURF [8]
3	С использованием особых точек, дескриптор BRIEF [9]
4	С использованием особых точек, дескриптор ORB [10]
5	С использованием пирамиды изображений, сдвиг
6	С использованием пирамиды изображений, сдвиг-поворот



7	С использованием пирамиды изображений, сдвиг-масштаб-поворот
8	С использованием пирамиды изображений, аффинное преобразование
9	С использованием пирамиды изображений, билинейное преобразование
10	С использованием пиков взаимной корреляционной функции
11	С использованием пиков взаимной корреляционной функции, χ^2 -мера
12	С использованием оптического потока

Экспериментальное исследование ошибки согласования

В качестве алгоритма повышения пространственного разрешения использовался метод, описанный в работе [11]. Выбранный метод является методом сверхразрешения по серии кадров видеопоследовательности низкого разрешения, предполагающий выбор метода геометрического согласования из существующих.

Экспериментальное исследование было проведено на собственном наборе данных, полученном при помощи статически закрепленной камеры. Набор состоял из 10 полутоновых видеопоследовательностей, включающих в себя по 100 кадров разрешением 700×700 . Для исследования кадры оригинального набора были уменьшены в 5 раз, по уменьшенным кадрам было получено изображение исходного разрешения при помощи выбранного алгоритма сверхразрешения. После вычислялось значение среднеквадратической ошибки (СКО) результата работы алгоритма и первого кадра видеопоследовательности. Результаты усреднялись по всем видеопоследовательностям.

На рисунке 1 приведены примеры кадров оригинального набора, а также примеры их согласования.

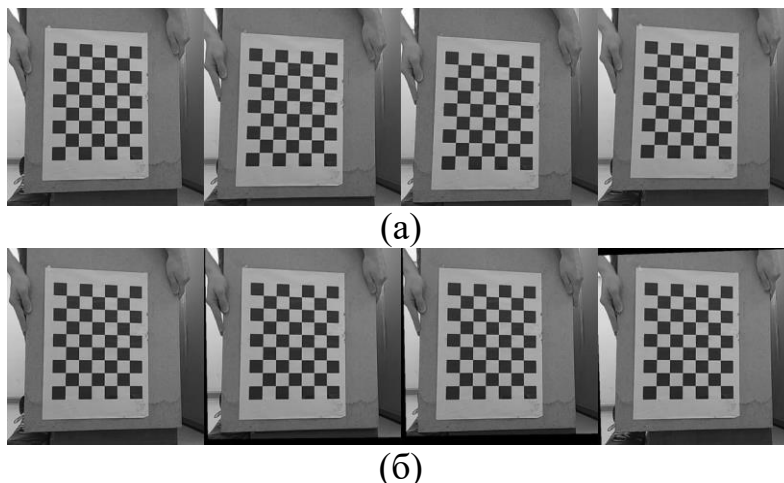


Рис.1. Кадры: (а) исходной видеозаписи, (б) видеозаписи, согласованной методом 9 из таблицы 1

На рисунке 2 представлен пример исходного кадра последовательности и результаты работы некоторых из исследованных методов.

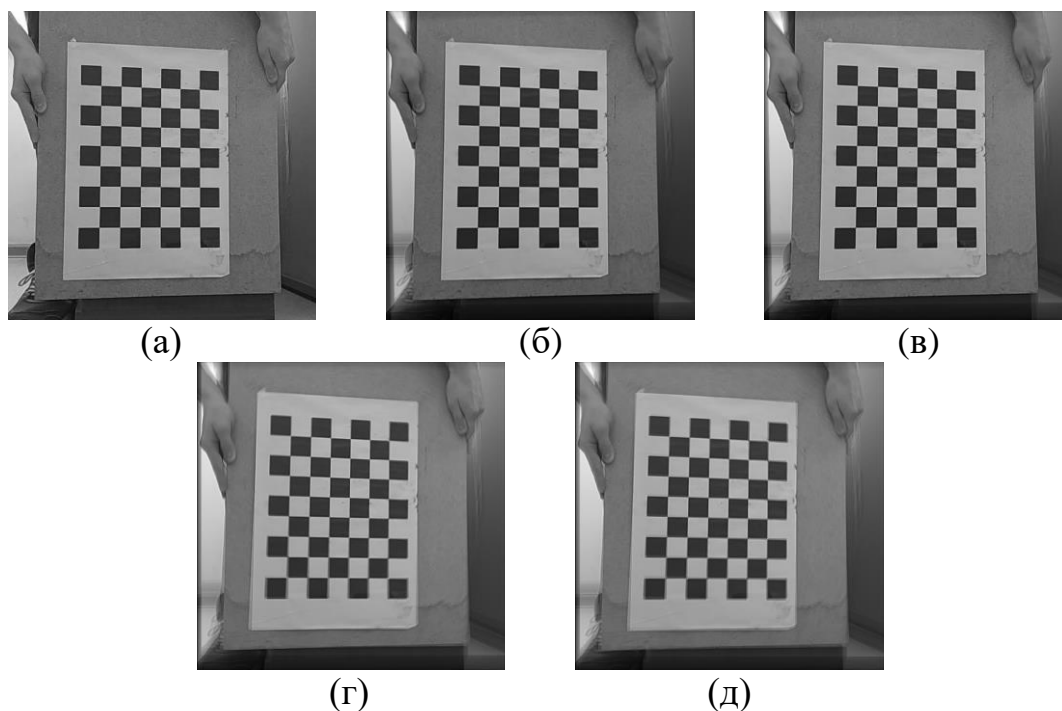


Рис.2. Изображения (а) исходного кадра, результата применения суперразрешения с использованием метода согласования 2 (б), 9 (в), 11 (г), 12 (д) из таблицы 1

Результаты проведенного исследования приведены на рисунке 3.

Как видно из представленных результатов, лучшие результаты продемонстрировало применение метода, основанного на использовании пирамиды изображений с билинейным целевым преобразованием.

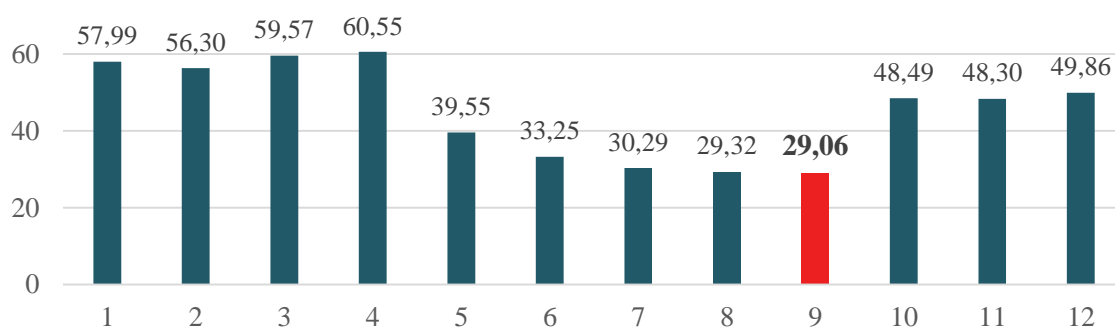


Рис.3. Усредненные значения СКО для исследованных методов; номера методов соответствуют номерам, перечисленным в таблице 1.

Заключение

В данной работе исследовано качество работы 12 методов геометрического согласования применительно к задаче повышения пространственного разрешения по серии кадров. Наилучшие результаты в терминах СКО продемонстрировал метод геометрического согласования, основанный на использовании пирамиды изображений с билинейным целевым преобразованием.



Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-31-90113.

Литература

1. Goshtasby A.A. 2-D and 3-D Image Registration: for Medical, Remote Sensing, and Industrial Applications / Goshtasby A.A. – Wiley-Interscience, 2005. – p.280
2. Yang J., Image Super-Resolution: Historical Overview and Future Challenges / Yang J., Huang T. –CRC Press, 2011. – p.34.
3. Zitová B. Image Registration Methods: A Survey/ B. Zitová, J. Flusser // Image and Vision Computing. – 2003. – Vol. 21, N 11. – P. 977–1000. – doi: 10.1016/S0262-8856(03)00137-9.
4. Thévenaz P. Unser M. A Pyramid Approach to Subpixel Registration Based on Intensity/ Thévenaz P., Ruttimann U.E. // IEEE Transactions on Image Processing. – 1998. – Vol. 7(1). – p. 27–41.
5. Guizar-Sicairos M. Efficient subpixel image registration algorithms/ Guizar-Sicairos M., Thurman S.T., Fienup J.R. // Optics Letters. – 2008. – Vol. 33. – p. 156–158. – doi:10.1364/OL.33.000156.
6. Wedel A. An improved algorithm for TV-L 1 optical flow/ Wedel A., Pock T., Zach C., Bischof H., Cremers D. // Statistical and geometrical approaches to visual motion analysis, Dagstuhl Castle, Germany, 13-18 jul., 2008. – p. 23–45. – doi:10.1007/978-3-642-03061-1_2.
7. Lowe D.G. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints // International Journal of Computer Vision. – 2004. – Vol. 60. – p. 91–110.
8. Bay H. SURF: Speeded Up Robust Features/ Bay H., Tuytelaars T., Van Gool L. // European Conference on Computer Vision ECCV 2006, Graz, Austria, 7–13 may, 2006. – p. 404–417.
9. Calonder M. BRIEF: Binary Robust Independent Elementary Features/ Calonder M., Lepetit V., Strecha C., Fua P. // 11th European Conference on Computer Vision, Heraklion, Crete, Greece, 5–11 sep., 2010. – p. 778-792.
10. Rublee E. ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF / Rublee E., Rabaud V., Konolige K., Bradski G.R. // The 13th International Conference on Computer Vision, Barcelona, Spain, 6–13 nov., 2011. – p. 2564–2571.
11. Maksimov A. I. Optimal fusing of video sequence images / Maksimov A. I., Sergeev V. V. // Proceedings of ITNT 2020 - 6th IEEE International Conference on Information Technology and Nanotechnology. — 2020. —9253202.



О.И. Малыхина, М.С. Глуговский, Ю.В. Захарова

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СТАРТА РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ В ЛИНЕЙНОЙ ПОСТАНОВКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА NASTRAN

(АО «РКЦ «Прогресс»)

Современным стандартом в ракетно-космической отрасли является применение для проведения расчётов, связанных с анализом нагружения ракет-носителей (РН) программного комплекса Nastran. Одним из наиболее трудоёмких и вместе с тем важных расчётных случаев является случай старта РН [1].

Для расчётного случая «Старт» характерно наличие нелинейности в соответствующих данному случаю уравнениях движения, которая обусловлена рядом факторов: искривление оси под действием ветра, различная жесткость опор на растяжение и сжатие, изменение граничных условий в момент отделение РН от стартового стола. Соответственно, при проведении расчёта нагрузок с использованием программного комплекса Nastran, наиболее очевидным является выбор решателя Sol 129, который используется для проведения нелинейного анализа переходных процессов. Однако применение данного типа расчёта является весьма трудоёмким как на этапе подготовки расчётной модели, так и на этапе анализа полученных результатов. Это связано с необходимостью выбора параметров итерационного процесса и частоты пересчёта матрицы жёсткости, задания функций изменения параметров нелинейных элементов. В результате возрастает вероятность появления ошибок на этапе подготовки расчётной модели, а также расхождения решения при неверной интерпретации и некорректном задании расчётных параметров. В этой связи ставится вопрос о применении для решения поставленной задачи решателя Sol 109, который, вообще говоря, применяется для решения линейных систем дифференциальных уравнений.

В данной работе рассмотрен вопрос адаптации линейного расчёта для проведения анализа корпусных нагрузок РН в расчётном случае «Старт».

В соответствии с принципом освобождаемости от связей [2] ракета-носитель, на которую наложены связи в виде стартовых опор может быть рассмотрена как свободное тело, если действие этих связей заменить соответствующими реакциями. Учитывая вышесказанное, линейный динамический расчёт для случая «Старт» необходимо проводить в 2 этапа:

- Этап 1: расчёт для закреплённой модели РН (с целью определения закона изменения по времени реакций связи в опорах);
- Этап 2: расчёт для незакреплённой модели РН (с учётом реакций связей, полученных на первом этапе и приравняваемых нулю в момент времени, соответствующему отделению РН от стартового стола).

Реакции в каждой из опор должны быть определены по всем шести степеням свободы для каждой опоры, после чего должны быть сформированы со-



ответствующие таблицы в формате Nastran для использования в качестве исходных данных на втором этапе. Число таблиц равно числу опор, умноженному на шесть (число степеней свободы). Указанные таблицы могут быть сформированы средствами препроцессора, однако данный способ является весьма трудоёмким и включает в себя ряд операций, которые необходимо повторить для каждой таблицы. По этой причине разработана специальная программа преобразования массивов в математическом пакете MathCad, которая позволяет выполнить все операции в автоматическом режиме для любого числа таблиц. Указанная программа переводит массив, состоящий из двух столбцов (в первом из которых содержится время, во втором – значение функции) в формат функции *Tabled1* программного комплекса Nastran (набор строк вида $t_1, f_1, t_2, f_2, \dots$ в соответствии с [3]). Методика получения исходного массива данных приведена в работе [4]. Программа преобразования массива состоит из двух программ-функций. Первая программа-функция *Prog1* (рисунок 1) предназначена для формирования полей данных в формате строк нужной длины (с числом символов *ChZn*) из произвольных числовых или строковых данных *Z*. Блок-схема, соответствующая этой части программы представлена на рисунке 2.

Вторая программа-функция *Prog2* (рисунок 3) предназначена для формирования из данных, содержащихся в массиве *id* таблицы с порядковым номером *TID* в узком (при $zn = 8$) или широком (при $zn = 16$) формате карты *Tabled1* программного комплекса Nastran [3]. В случае, когда программа выдаёт сообщение об ошибке, необходимо выбрать широкий формат представления данных.

```
Prog1(Z, ChZn) := | Text ← Z if IsString(Z) = 1
                  | if IsString(Z) = 0
                  |   | Tch ← search(num2str(Z), ".", 0)
                  |   | Text ← num2str(round(Z, ChZn - Tch - 1)) if Tch ≥ 0
                  |   | Text ← concat(num2str(Z), ".") if Tch < 0
                  | DL ← strlen(Text)
                  | if DL < ChZn
                  |   | probelov ← ChZn - DL
                  |   | p1 ← ""
                  |   | for i ∈ 2..probelov if probelov > 1
                  |   |   | pi ← concat(pi-1, p1)
                  |   | Text1 ← concat(Text, prows(p))
                  | Text1 ← Text if DL = ChZn
                  | Text1 ← "Îøáâ" if DL > ChZn
                  | Text1
```

Рисунок 1 – Программа-функция *Prog1*

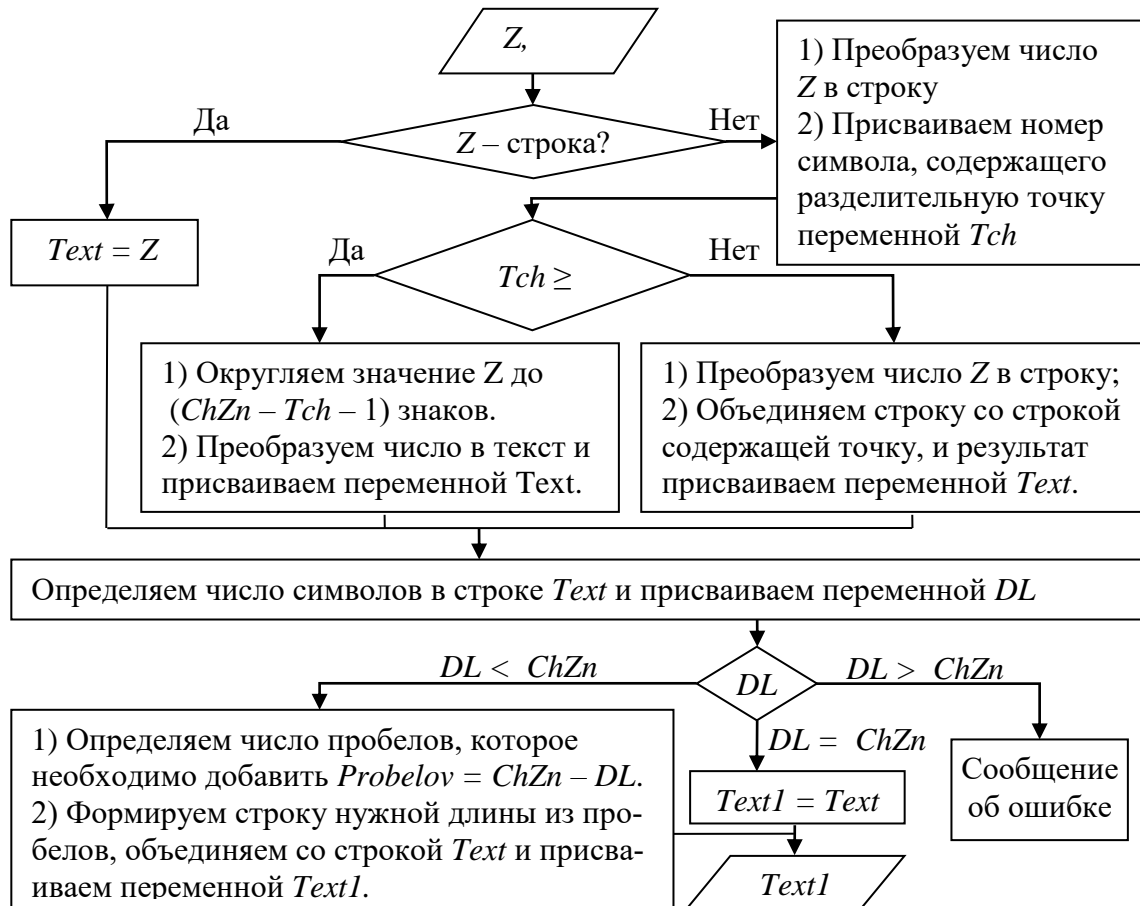


Рисунок 2 – Блок-схема программы-функции *Prog1*

```

Prog2(TID, id, zn) :=
    id ← stack[id, ("ENDT" "" )]
    cs ← 0.5 · (80 - 16) · zn-1
    d ← cs · ceil(rows(id) · cs-1) - rows(id)
    for k ∈ rows(id) + 1 .. rows(id) + d if d ≠ 0
        (idk,1 idk,2) ← (" " " ")
    for j ∈ 1 .. ceil(rows(id) · cs-1)
        S1 ← Prog1(" ", 8) if zn = 8
        S1 ← Prog1(" * ", 8) if zn = 16
        for i ∈ 2 .. cs + 1
            Si ← concat[Si-1, concat[Prog1[idi-1+cs·(j-1), 1, zn], Prog1[idi-1+cs·(j-1), 2, zn]]]
            SSj ← concat(Scs+1, Prog1(" ", 8))
    stack(concat("Tabled1 ", num2str(TID)), SS)

```

Рисунок 3 – Программа-функция в MathCad



В программе-функции *Prog2* первоначально массив исходных данных *id* дополняется строкой, содержащей обязательное слово *ENDT*.

Затем, в соответствии с выбранным форматом и соответствующим числом символов zn в каждом поле таблицы, определяется число полей данных в каждой строке формируемой таблицы, равное $2 \cdot cs$. Массив исходных данных дополняется пустыми строками так, чтобы число строк этого массива было кратно числу $2 \cdot cs$.

Подготовленные таким образом данные разбиваются на группы по cs пар (t_i, f_i) . Данные в каждой группе обрабатываются функцией *Prog1* и объединяются в общую строку, а также с первым и последним текстовыми полями в соответствии с требованиями формата карты *Tabled1*. Полученные таким образом строки присваиваются элементам матрицы-столбца S . Объединяя матрицу S со строкой, содержащей название карты и номер соответствующей таблицы, получаем требуемый результат, который может быть записан в текстовый файл и импортирован в расчётную модель Nastran с помощью функции *include*.

Описанные выше программы-функции могут применяться для быстрого перевода любых табличных данных в формат Nastran.

Разработанная методика применения линейного динамического расчёта для случая «Старт» может быть использована для подтверждения достоверности подходов, применяемых к созданию расчётной модели, предназначенной для проведения нелинейного анализа, путём сравнения результатов, полученных с помощью двух указанных подходов.

Литература

1. Кармишин А.В., Лиходед А.И., Паничкин Н.Г., Сухинин С.Н. Основы отработки прочности ракетно-космических конструкций. М.: Машиностроение, 2007. 480 с.
2. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики. СПб., М., Краснодар.: Лань. 2007. 729 с.
3. MSC.NASTRAN – Quick Reference Guide. Файл документации.
4. Автоматизация обработки результатов конечно-элементного анализа нагружения конструкций ракетно-космической техники // Сборник статей VII научно-технической конференции молодых учёных и специалистов Центра управления полётами. – г. Королёв, М.О.: ЦНИИМаш, 2017. – С. 427-434



СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ИСТИННОЙ ВОЗДУШНОЙ СКОРОСТИ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА

(Казанский национально исследовательский технический университет
имени А. Н. Туполева)

По причине интенсивного использования вертолетов, что влечет за собой значительное увеличение требований к бортовым системам автоматического управления и техническим системам вертолета, обуславливается актуальность расширения имеющихся средств измерения пилотажно-навигационных параметров вертолета [1].

По результатам испытания ультразвукового измерительного канала истинной воздушной скорости на полетном режиме одновинтового вертолета на измерительном стенде при скорости, полученной путем измерения цифровым термоанемометром, равной $V_{np} = 200$ км/ч был получен ряд измерений, представленный в таблице 1.

Таблица 1.

№ п/п	x_i	№ п/п	x_i
1	200	11	200
2	201	12	198
3	198	13	197
4	202	14	205
5	198	15	202
6	202	16	198
7	199	17	200
8	197	18	199
9	200	19	200
10	204	20	196

Моделирование проведено в пакете программ MathCAD. Для начала были вычислены статические оценки распределения случайной величины: математическое ожидание m_x , дисперсию D_x , среднеквадратическое отклонение σ_x величины x :

Таблица 2.

Математическое ожидание	$M_x := \sum_{i=1}^n \frac{x_{1,i}}{n} = 200$
Дисперсия	$D_x := \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_{1,i} - M_x)^2 = 4.842$



Несмещенная оценка дисперсии	$Dx := \text{Var}(x) = 4.842$
Смещенная оценка дисперсии	$Dx := \text{var}(x) = 4.6$
Среднеквадратическое отклонение	$\sigma_x := \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_{1,i} - Mx)^2} = 2.2$

Следует произвести проверку на наличие промахов в полученных результатах. Для этого воспользуемся критерием «трех сигм». По этому критерию считается, что с вероятностью $p = 0,9973$ и значимостью $q = 0,0027$ появление даже одной случайной погрешности, большей чем $3\sigma_x$, событие маловероятное [2].

x_1 – массив отклонений результатов измерений от средних значений
 $x_1 := x - Mx$

$x_1 =$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	1	0	1	-2	2	-2	2	-1	4	0	4	0	-2	2	-3	2	-2	0	-1	0	-4

$$3\sigma_x = 6.601$$

Так как максимальное значение отклонения результата от среднего удовлетворяет критерий «трех сигм», можно сделать вывод об отсутствии грубых результатов измерения.

Пологая, что результаты измерения подчиняются нормальному закону распределения, построим вариационный ряд.

$$\delta x_j =$$

197.199
199.502
201.806
204.11
206.414

Разобьем массив экспериментальных данных на пять интервалов.

Таблица 3.

i	$(x_{i-1}; x_i^*]$	m_i	t_i
0	-	-	-1,818
1	[196;197,2]	4	-1,27
2	[197,2;199,5]	6	-0,227
3	[199,5;201,8]	5	0,818
4	[201,8;204,1]	4	1,863
5	[204,1;206,4]	1	2,9



m_i – количество показаний в данном интервале, t_i – коэффициент, определяемый выражением $t_i = \frac{x_i^* - m_x}{\sigma_x}$.

Построим гистограмму и полигон в качестве графического представления статистической плотности распределения. Вид гистограммы и полигона позволяет в качестве теоретической модели судить о нормальном законе распределения.

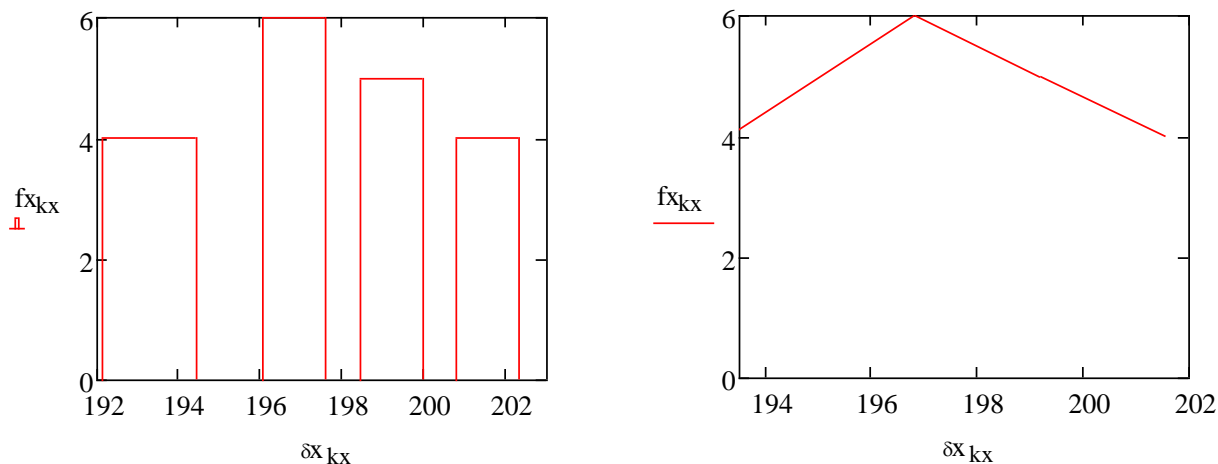


Рис. 1.

По результатам моделирования канала ультразвукового измерительного канала истинной воздушной скорости на полетном режиме одновинтового вертолета можно судить о нормальном распределении результатов измерений и об отсутствии грубых ошибок, что в свою очередь делает возможным применение данного измерительного канала на борту одновинтового вертолета без потери в точности.

Литература

1. Ерусалимский, М.А. / Егоров В.Н. Экипажам вертолетов – информационную поддержку / М. А. Ерусалимский, В. Н. Егоров. – Текст: непосредственный // Авиасоюз, 2-е изд. – Москва, 2011. – 24-25с.
2. Сойко А.И. / Статистическая обработка результатов измерений. Компьютерные методы: Учебное пособие / А.И. Сойко, Р.Н. Каратаев // Изд-во Казан. Гос. Техн. Ун-та, 2010. 151с.



М.С. Мишанина, М.А. Кудрина

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТА НА ФОНЕ

(Самарский университет)

При работе с изображениями часто возникает задача по отделению необходимого в данный момент объекта от остального изображения, называемого фоном, для этого используются различные алгоритмы интерактивной сегментации, требующие от пользователя данные помимо изображения. Они используются для решения различных прикладных задач в области обработки цветных изображений, используемых в медицине, в космической промышленности и дизайне.

Задача отделения фона от объекта нетривиальна, так как на изображении может быть несколько объектов, и сам пользователь решает, какую часть изображения ему необходимо выделить.

Алгоритмы интерактивной сегментации различны, требуют разного количества дополнительных данных, вводимых пользователем, и имеют различную эффективность для разных изображений.

Цель данной работы заключается в сравнении существующих алгоритмов интерактивной сегментации их характеристик.

Для достижения цели была разработана система, в которой реализованы алгоритмы «Волшебная палочка», «Умные ножницы», «Сегментация разрезами на графе», «GrubCut» и «GrowCut», а также производится вычисление критериев оценки качества сегментации.

На рисунке 1 приведена диаграмма вариантов использования разработанной системы.

Алгоритм «*Волшебная палочка*» использует начальный затравочный пиксель и порог чувствительности, на выходе определяя объект как область пикселей смежных с затравочным, цвета которых отличаются от затравочного не более чем на порог чувствительности [1]. Этот алгоритм хорошо показывает себя на объектах с однородным цветом без сложного освещения, с фоном, резко отличающимся по цвету от исходного изображения.

Для алгоритма «*Умные ножницы*» пользователь отмечает точки на границе объекта, а алгоритм проводит граничную линию, находя кратчайший путь между двумя поочередно отмеченными пикселями, с учетом их веса, используя графовые алгоритмы, например, алгоритм Дейкстры [2]. Этот алгоритм требует большой работы со стороны пользователя, однако хорошо определяет объекты с колебанием цвета на самом объекте.

Алгоритм «*Сегментация разрезами на графе*» основан на представлении изображения как графа, вершинами которого являются его пиксели, а ребра между ними определяют схожесть между пикселями по формуле [1]:

$$d = \frac{\lambda}{L} \exp(-\sigma \sqrt{(C1.R - C2.R)^2 + (C1.B - C2.B)^2 + (C1.G - C2.G)^2}),$$



где d – вес ребра,

λ, σ – некоторые (положительные) параметры, подбираемые пользователем опытным путем для каждого конкретного изображения,

L – геометрическая длина ребра,

$C1$ и $C2$ – цвета вершин, в модели RGB, соединяемые ребром,

$C.R, C.B, C.G$ – красные, синие и зеленые составляющие цвета C по модели RGB.

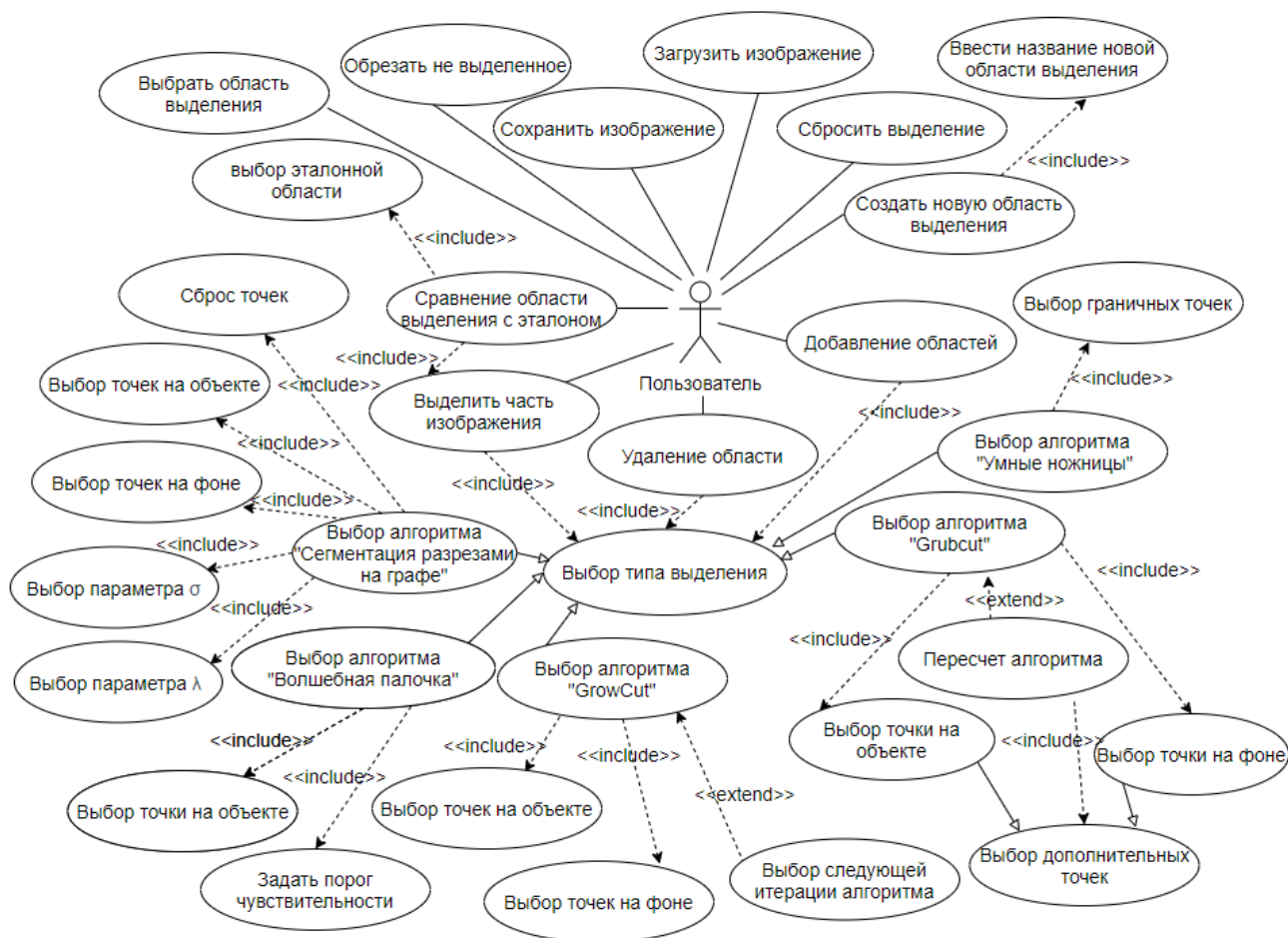


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования разработанной системы

Пользователь указывает пиксели объекта и пиксели фона. Все остальные вершины графа связываются со стоком и истоком ребрами, в соответствии со схожестью цветов с пикселями фона со стоком и объекта с истоком. Для графа ищется минимальный разрез, делящий граф на два подграфа: содержащий сток и содержащий исток [3].

Алгоритм «GrubCut» представляет собой развитие алгоритма «Сегментация разрезами на графе», с уменьшенной интерактивностью. В алгоритме GrubCut от пользователя требуется только задание ограничивающего прямоугольника, внутри которого находится объект [4].

Алгоритм итеративный. На первой итерации исследуется цветовое распределение внутри и снаружи прямоугольника, заданного пользователем. В качестве модели предполагается сумма гауссовых распределений с заданным ко-



личеством компонент. С математическим ожиданием и среднееквадратичное отклонением, вычисляемыми по формулам [4]:

$$\begin{aligned}\mu(\alpha) &= (1 - \alpha)\mu(0) + \alpha\mu(1), \\ \sigma(\alpha) &= (1 - \alpha)^2\sigma(0) + \alpha^2\sigma(1),\end{aligned}$$

где α – случайный параметр от 0 до 1.

После этого используется алгоритм «Сегментация разрезами на графе» и уточнение цветовой статистики. Область вне заданного прямоугольника относится к фону, а объект внутри уточняется с помощью прохода по графу.

Алгоритм «*GrowCut*» – это итеративный алгоритм сегментации, в котором пользователь указывает начальные точки, принадлежащие объекту и фону, а остальная часть изображения автоматически сегментируется клеточным автоматом. Этот процесс является итеративным, поскольку автомат помечает объект на изображении, и пользователь может наблюдать эволюцию сегментации и направлять алгоритм с помощью ввода новых точек в местах на объекте, где сегментация трудно вычисляется [5].

Базовый вариант развития клеточного автомата можно описать следующим образом: на каждой итерации каждую клетку p «атакуют» все её соседи q (клетки, соответствующие соседним пикселям), если:

$$\theta_q * g(|C_p - C_q|) > \theta_p,$$

где θ_q – сила клетки q

C_p – цвет клетки p ,

$|C_p - C_q|$ – разница между цветами клеток p и q ,

$g(x)$ – монотонно убывающая функция на отрезке $[0,1]$.

Если условие выполняется, то происходит захват данной клетки – её метка меняется на метку захватчика, а её сила становится равной левой части уравнения.

Для определения качества интерактивной сегментации на практике чаще всего используются экспертные оценки. Для данных оценок берется эталонная область выделения, выделенная с помощью произвольного алгоритма с неограниченным числом итераций, и от неё идет сравнение качества выделения по двум критериям: по процентному соотношению неправильно классифицированных пикселей к общему количеству пикселей в эталоне и проценту пикселей, ошибочно причисленных к данному классу.

Процент неправильно классифицированных точек при выделении объекта в общем случае для сегментации определяется по формуле [6]:

$$M_1^k = \frac{(\sum_{i=1}^n C_{ik}) - C_{kk}}{\sum_{i=1}^n C_{ik}} \times 100\%,$$

где n – количество классов, при выделении объекта;

C_{kk} – количество правильно классифицированных пикселей k класса;

$\sum_{i=1}^n C_{ik}$ – количество пикселей, действительно принадлежащих к данному классу.



Процентное отношение пикселей, ошибочно причисленных к классу k , к общему количеству пикселей других классов на эталонном изображении для общего случая сегментации вычисляется по формуле [6]:

$$M_2^k = \frac{(\sum_{i=1}^n C_{ki}) - C_{kk}}{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n C_{ik} - \sum_{i=1}^n C_{ik}} \times 100\%$$

где $\sum_{i=1}^n C_{ki}$ – количество пикселей, отнесенных к классу k при сегментации;

$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n C_{ik}$ – общее количество пикселей на изображении.

Результат работы системы представлен на рисунках 2 и 3.

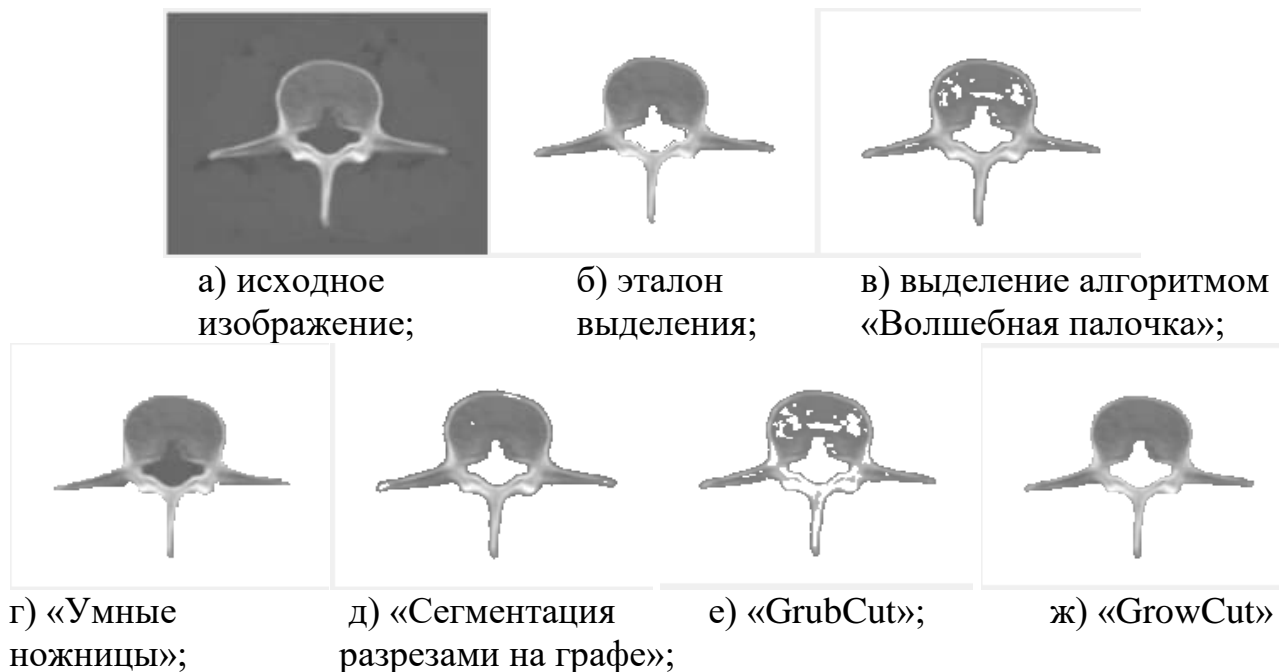


Рисунок 2 – Результаты работы алгоритмов сегментации

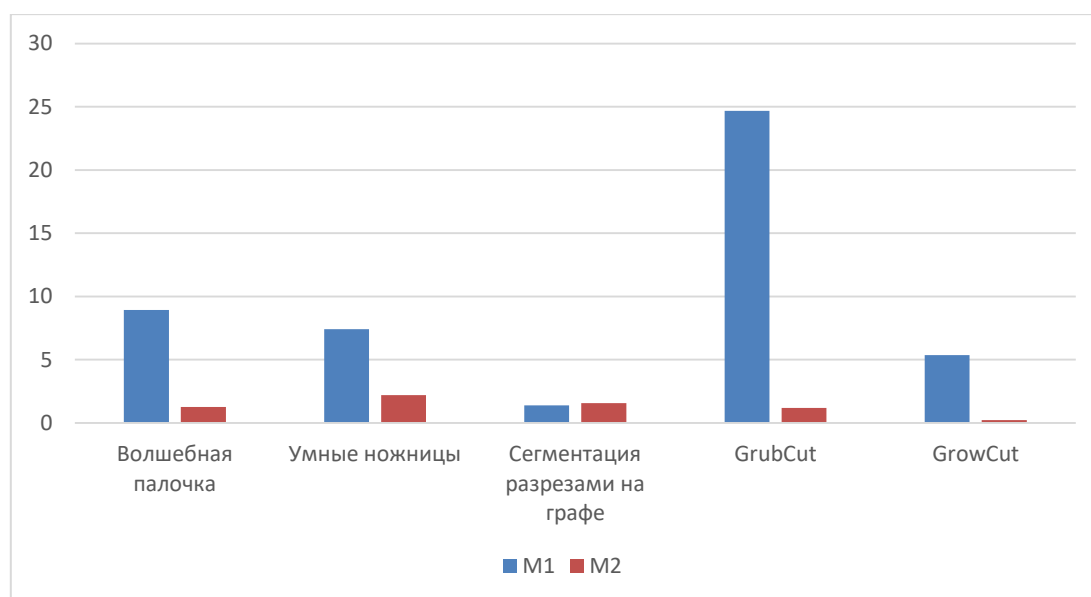


Рисунок 3 – Диаграмма результатов проверки качества работы алгоритмов



Чем меньше величина критериев M_1 и M_2 , тем лучше выделенная область, в идеальном случае они принимают значения 0. Вычислительный эксперимент показал, что среди рассмотренных методов сегментации для данного изображения наиболее эффективным оказался алгоритм «Сегментация разрезами на графе».

Литература

- 1 Лекция 10. Выделение объектов на фоне [Электронный ресурс] URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/993/163/lecture/4509?page=1> (дата обращения 10.04.2021).
- 2 Mortensen, E.N. Intelligent scissors for image composition [Текст] / E.N. Mortensen, W.A. Barrett – Proc. ACM Siggraph, 1995, 191-198 с.
- 3 Белим, С.В. Сегментация изображений на основе алгоритма выделения сообществ на графе [Текст] / С.В. Белим, С.Б. Ларионов – Математические структуры и моделирование, 2016. -74–85 с.
- 4 Kolmogorov, V. GrabCut – Interactive Foreground Extraction using Iterated Graph Cuts [Текст] / C. Rother, V. Kolmogorov, A. Blake – ACM Transactions on Graphics (TOG). 2004. V. 23. P. 309–314.
- 5 Vezhnevets V. Grow-Cut - Interactive Multi-Label N-D Image Segmentation [Текст] / V. Vezhnevets, V. Konouchine – Proc. Graphicon. 2005. P. 150–156.
- 6 Захаров, А.В. Критерии оценки качества сегментации изображений [Текст] / А.В. Захаров, П.П. Кольцов, Н.В. Котович, А.А. Кравченко, А.С. Куцаев, А.С. Осипов, 2012, 13с.

О.А. Морозов, В.Р. Фидельман, Ю.Е. Чуманкин

ОЦЕНКА СМЕЩЕНИЯ ГЛАВНОГО МАКСИМУМА ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛОЖЕНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ АНТЕННЫ

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

Максимально точное знание диаграммы направленности (ДН) рефлекторной антенны оказывается критически важным для решения многих прикладных задач. В частности, для задачи пеленгации. Традиционно для достижения удовлетворительной точности пеленгации используются крупногабаритные рефлекторы.

Описание ДН и положения источника излучения ведется в системе координат азимутальный угол az - угол места el . ДН дискретизируется на сетке в указанной системе координат. Согласно [1], предполагается что:

$$A = A_0 d(az_0, el_0), \quad (1)$$

где A – зарегистрированная амплитуда излучения, A_0 – амплитуда излучения источника, d – ДН антенны, (az_0, el_0) – направление на источник излучения.



При использовании крупногабаритных рефлекторов возникает проблема изменения геометрии конструкции антенны, поскольку рефлектор и облучатель могут сместиться относительно друг друга в процессе эксплуатации. Это приводит к изменению формы ДН. Существующие работы [2,3] предлагают измерять геометрические параметры положения антенны и в зависимости от них механически корректировать положение рефлектора, что не всегда представляется возможным. В качестве геометрических параметров положения используются углы Эйлера-Крылова (ψ, φ, θ) ориентации рефлектора [2], а также смещения (x, y, z) рефлектора антенны вдоль соответствующих осей в некоторой фиксированной системе координат. С другой стороны, можно не приводить положение рефлектора к исходному, а учесть изменение геометрических параметров положения рефлектора в модели ДН, используемой для вычислений.

Целью данной работы является построение полиномиальной модели расчёта поправок к исходной диаграмме направленности в зависимости от изменения геометрических параметров положения рефлектора, определение необходимого порядка этой модели, а также оценка погрешности, возникающей при её использовании.

Полагается, что при достаточно малом изменении геометрических параметров положения рефлектора форма ДН изменяется несущественно, но её главный максимум смещается. Дифференцируемую функцию можно аппроксимировать полиномиальным рядом (порядок полиномиального ряда зависит от диапазона изменения переменной, от которой имеется зависимость). С использованием полиномиального ряда порядка 2 произвольную функцию f двух аргументов x, y можно аппроксимировать следующим образом:

$$f(x, y) \approx f_0 + a_x x + a_y y + b_{xx} x^2 + b_{yy} y^2 + b_{xy} xy, \quad (2)$$

где набор коэффициентов a и b можно определить из значений производных или подобрать методом наименьших квадратов [4].

Если ввести:

$$\vec{t} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}; \quad \hat{B} = \begin{pmatrix} b_{xx} & b_{xy} & a_x \\ 0 & b_{yy} & a_y \\ 0 & 0 & f_0 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

то с помощью квадратичной формы выражение (2) представляется следующим образом:

$$f(\vec{t}) \approx \vec{t}^T \hat{B} \vec{t}. \quad (4)$$

Зависимость поправок к направлению главного максимума луча ДН по углам азимута $\Delta \alpha_z$ и места $\Delta \epsilon_l$ от геометрических параметров положения рефлектора \vec{t}_+ можно аппроксимировать выражением (4), обобщив его на шестимерный случай, поскольку рассматривается 6 геометрических параметров.



$$\begin{aligned}\Delta az &= \vec{t}_+^T \hat{B}_+^{az} \vec{t}_+ \\ \Delta el &= \vec{t}_+^T \hat{B}_+^{el} \vec{t}_+, \end{aligned} \quad (5)$$

где введены обозначения: \vec{t}_+ – это вектор геометрических параметров положения рефлектора, \hat{B}_+ – набор аппроксимирующих коэффициентов.

$$\vec{t}_+ = \begin{pmatrix} \psi \\ \varphi \\ \theta \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}; \quad \hat{B}_+ = \begin{pmatrix} b_{\psi\psi} & b_{\psi\varphi} & b_{\psi\theta} & b_{\psi x} & b_{\psi y} & b_{\psi z} & a_{\psi} \\ 0 & b_{\varphi\varphi} & b_{\varphi\theta} & b_{\varphi x} & b_{\varphi y} & b_{\varphi z} & a_{\varphi} \\ 0 & 0 & b_{\theta\theta} & b_{\theta x} & b_{\theta y} & b_{\theta z} & a_{\theta} \\ 0 & 0 & 0 & b_{xx} & b_{xy} & b_{xz} & a_x \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{yy} & b_{yz} & a_y \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{zz} & a_z \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & f_0 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Таким образом можно аппроксимировать зависимость изменений направления главного максимума луча ДН полиномиальным рядом геометрических параметров положения рефлектора. В данной работе порядок полиномиального ряда выбран равным 2. Для вычисления поправок к направлению главного максимума потребуется две матрицы \hat{B}_+^{az} и \hat{B}_+^{el} , которые будут отвечать за расчёт поправок к азимутальному углу и углу места соответственно.

Подбор матриц \hat{B}_+^{az} и \hat{B}_+^{el} , с помощью которых осуществляется аппроксимация, выполняется по набору пар значений геометрических параметров положения рефлектора антенны \vec{t}_i и вычисленных некоторым способом «истинных» поправок Δaz_i и Δel_i (примеров). Для вычисления поправок Δaz_i и Δel_i может быть использован любой алгоритм, дающий удовлетворительные результаты. Требования к выполнению его в реальном времени не предъявляются, так как расчёт матриц \hat{B}_+^{az} и \hat{B}_+^{el} выполняется один раз перед началом функционирования системы. В настоящей работе для этого применён алгоритм блестящих точек [5].

Из (5) следует:

$$\Delta az_i = b_{\psi\psi} \psi_i^2 + b_{\psi\varphi} \psi_i \varphi_i + b_{\psi\theta} \psi_i \theta_i + b_{\psi x} \psi_i x_i + b_{\psi y} \psi_i y_i + \dots + a_i z_i + f_0. \quad (7)$$

Выражение (7) можно рассматривать как систему линейных уравнений (СЛУ) относительно параметров b, a, f_0 и переписать следующим образом:

$$\hat{A} \vec{v} = \vec{u}, \quad (8)$$

где введены обозначения:



$$\hat{A} = \begin{pmatrix} \psi_0^2 & \psi_0\varphi_0 & \psi_0\theta_0 & \psi_0x_0 & \dots & z_0 & 1 \\ \psi_1^2 & \psi_1\varphi_1 & \psi_1\theta_1 & \psi_1x_1 & \dots & z_1 & 1 \\ \psi_2^2 & \psi_2\varphi_2 & \psi_2\theta_2 & \psi_2x_2 & \dots & z_2 & 1 \\ \psi_3^2 & \psi_3\varphi_3 & \psi_3\theta_3 & \psi_3x_3 & \dots & z_3 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \psi_N^2 & \psi_N\varphi_N & \psi_N\theta_N & \psi_Nx_N & \dots & z_N & 1 \end{pmatrix}; \vec{v} = \begin{pmatrix} b_{\psi\psi} \\ b_{\psi\varphi} \\ \dots \\ f_0 \end{pmatrix}; \vec{u} = \begin{pmatrix} \Delta az_0 \\ \Delta az_1 \\ \dots \\ \Delta az_N \end{pmatrix}$$

Размерности: $\hat{A}=N \times 28$, $\vec{v}=28 \times 1$, $\vec{u}=N \times 1$, N – количество примеров.

Псевдообратную матрицу для матрицы \hat{A} можно найти с использованием сингулярного разложения (SVD) [6,7]. Использование SVD позволит исключить влияние малозначимых параметров. С особым вниманием следует подойти к подготовке примеров для составления матрицы \hat{A} , в них должны встречаться все характерные вариации всех возможных пар параметров. Подобные подходы применяются в машинном обучении и задачах калибровки камер.

В расчётах использовалась модель осесимметричной параболической антенны с диаметром раскрыва рефлектора 10 м и фокальным расстоянием 7 м, частота настройки облучателя 800 МГц.

Для настройки и тестирования модели методом блестящих точек был сгенерирован набор данных, состоящий из 10000 пар значений геометрических параметров положения рефлектора и направлений на главный максимум. Использованные значения геометрических параметров равномерно распределены в диапазонах: $\psi, \varphi, \theta \in [-1, 1]$ градус; $x, y, z \in [-0.03, 0.03]$ м.

Набор данных был разбит на две части: обучающая (для подбора коэффициентов, 80% записей) и тестовая (для верификации модели, 20% записей). Для обучающей выборки была составлена матрица \hat{A} размерностью 8000×28 . Для неё вычислялось сингулярное разложение. Отношение максимального и минимального сингулярных чисел составило 4377, что свидетельствует о плохой обусловленности. При вычислении псевдообратной матрицы Мура-Пенроуза сингулярные числа по модулю меньше 0.01 от максимального сингулярного числа обнулялись. С использованием псевдообратной матрицы были составлены матрицы \hat{B}_+^{az} и \hat{B}_+^{el} после чего на тестовой части набора данных было определено стандартное и максимальное отклонение вычисленных по предложенной методике поправок от их истинных значений.

При относительной погрешности измерения геометрических параметров положения рефлектора 10% стандартное отклонение по азимутальному углу составило 0.10 градуса, по углу места 0.11 градуса, максимальные отклонения составили 0.19 и 0.21 градуса соответственно. Без применения предложенной методики стандартное и максимальное отклонения составляют 0.5 и 1.0 градуса соответственно.

Таким образом, результаты численного эксперимента показали, что для аппроксимации зависимости поправок к направлению на главный максимум луча ДН во многих случаях достаточно использовать второй порядок точности.



При этом происходит значительное приближение рассчитанного с учетом поправок направления на главный максимум луча ДН к его истинному значению.

Литература

1. Морозов О.А., Фидельман В.Р., Чуманкин Ю.Е. Пространственная фильтрация источников сигналов на основе принципа максимума энтропии в задаче пассивной пеленгации с использованием многолучевых антенн // Известия высших учебных заведений. Радиофизика, 2019, т. 62, №2, с. 147-156.
2. Дорофеев М.О. Методика определения пространственного положения недеформируемой конструкции космического аппарата // Вестник СибГАУ, 2015, Т.16, №2, с. 395-399.
3. Бикеев Е.В., Якимов Е.Н., Матыленко М.Г., Титов Г.П. Способ компенсации деформаций конструкции крупногабаритной антенны космического аппарата // Вестник СибГАУ, 2016, т.17, №3, с. 673-683.
4. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. Москва: Физ.-мат. лит., 1962, 354 с.
5. Дятлов Д.В., Халимов Н.Р., Сидорчук В.П., Обнаружение фазированных антенных решеток, не работающих на излучение // Журнал радиоэлектроники, 2014, № 1.
6. Форсайт Дж., Малькольм М. Машинные методы математических вычислений. Москва: Мир, 1980, 280 с.
7. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и программное обеспечение. Москва: Мир, 2001, 575 с.

Нгеко Муандзиби Деди Рудней
(Республика Конго)

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПУТЕВОДИТЕЛЯ "НАВИГАТОР" ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА НУАБАЛЕ-НДОККИ.

(Башкирский государственный педагогический университет им Акмуллы)

В современном мире много людей путешествуют, что требует информационных средств, чтобы двигаться более эффективно. особенно, когда мы находимся на границе самого большого леса Африки, который является лесом бассейна Конго. при малейшей ошибке можно заблудиться в лесу. это приложение является, чтобы сопровождать и помогать посетителям.

Смартфоны с новой платформой туристического гида могут конкурировать с устройством смартфона довольно просто. В основном она состоит из нескольких отдельных блоков-памяти, процессора, который занимается организацией вычислений, памяти для хранения данных, радио модуля, который к своей очереди состоит из передатчика и приемника и отвечает за связь. Самое интересное здесь - операционная система, установленная на внутренней памяти. В



операционная система и ее версии зависят от всех основных функций устройств. Смартфоны, как и персональные компьютеры, существуют с различными операционными системами, типы которых будут обсуждаться далее.

В то время как мобильные продажи растут по всему миру, а спрос также растет на различные приложения для них. Каждая уважающая себя компания обязуется иметь хотя бы одно мобильное приложение, чтобы быть ее клиентом и иметь "всегда под рукой". А существование некоторых компаний вообще трудно представить без мобильных и специализированных программ, с которыми можно, например, управлять базами данных или контролировать состояние своего продукта на рынке в любое время.

К сожалению, на сегодняшний день нет специального стандартного инструмента для разработки мобильных приложений. Каждый производитель пытается сделать операционную систему устройства уникальной и запоминающейся для пользователя, и в результате возникают проблемы совместимости между различными приложениями на разных операционных системах.

Туризм — временные выезды (путешествия) людей в другую страну или местность, отличную от места постоянного жительства [1].

Путеводитель (или гид) — печатный, электронный или аудиовизуальный справочник о каком-нибудь городе, историческом месте, музее, туристическом маршруте. Используются туристами для лучшего ориентирования в незнакомой местности. Композиция путеводителя часто подчинена рекомендуемым маршрутам осмотра достопримечательностей описываемой местности [2].

Разработку ПО начнем с графического интерфейса. Это связано с особенностями программирования для Android. Для того, чтобы взаимодействовать с элементами окна, программный модуль подключается к необходимым элементам с помощью идентификаторов. При этом элементы интерфейса в главном окне должны быть созданы в первую очередь. Как уже отмечалось ранее, графический интерфейс пользователя объявляется в XML файлах, а основным языком для разработки приложений Android является объектно-ориентированный язык программирования Java. В соответствии с определенной структурой при разработке компонентов приложения будет использован язык Java. В качестве среды разработки используется среда Android Studio [4], так как для нее предоставляется плагин для работы с Android SDK [3], а также она является свободно распространяемой.

На рис.1. представлен главный экран приложения, в котором можно выбрать то, что вы хотите посмотреть

При нажатии кнопки places открывается новый экран (рис. 2), в котором мы можем посмотреть разные ландшафты.

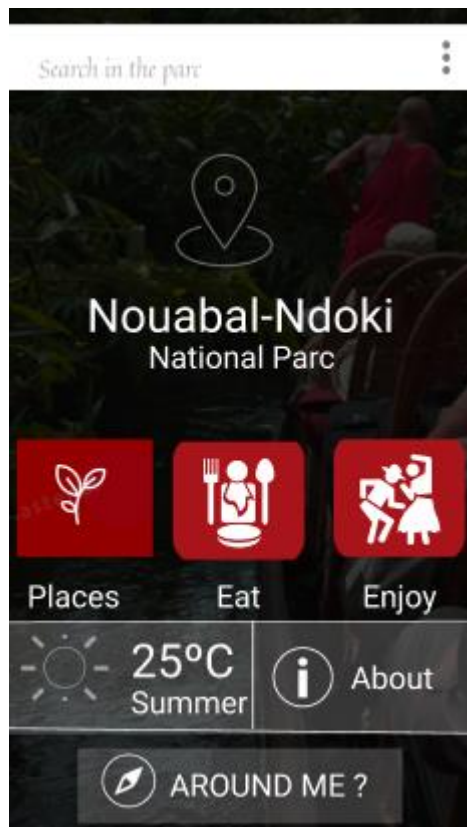


Рис. 1. Главный экран

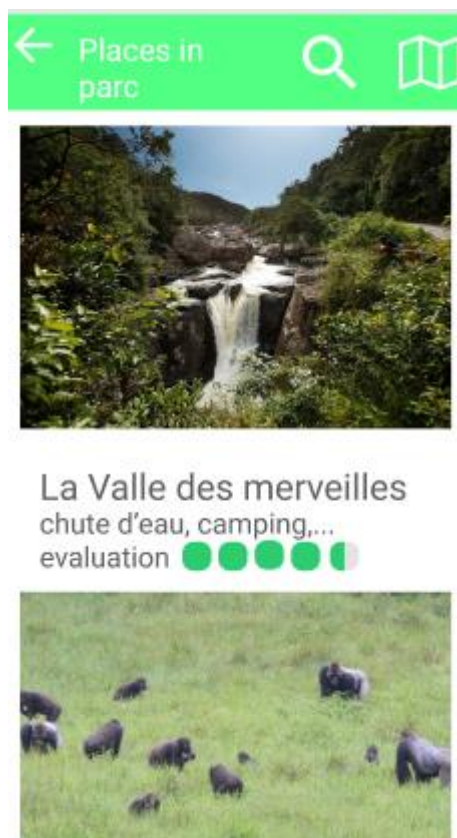


Рис.2. Экран местax



Литература

1. Путеводитель. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%83%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C> (дата обращения: 06.03.2020)
2. Туризм. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BC> (дата обращения: 06.03.2020).
3. Android Studio Features. [Электронный ресурс] URL: <https://developer.android.com/studio/features.html> (дата обращения: 06.03.2020).
4. Download Android Studio and SDK Tools | Android Studio. [Электронный ресурс] URL: <https://developer.android.com/studio/index.html> (дата обращения: 06.03.2020).

М.П. Никерин, Д.А. Попова-Коварцева

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА «МЕНЕДЖЕР ИТ-ПРОЕКТОВ»

(Самарский университет)

ИТ-проект – это краткосрочное усилие по созданию уникального продукта, сервиса или среды, например, замещение старых сервисов новыми, разработка коммерческого сайта, создание новых видов настольных компьютеров или слияние баз данных [1].

Классический процесс управления ИТ-проектами, который использовался во всем мире вплоть до середины девяностых годов и который практически является символом эпохи структурного программирования, состоит из следующих шагов: обследование, постановка задачи, проектирование, программирование, тестирование и внедрение. Этот процесс называется «Водопад» [2]. Он подразумевает, что требования к программному продукту, собранные во время обследования и формализованные в процессе постановки задачи, зафиксированы и не меняются в течение всего производственного цикла.

Однако современный бизнес очень динамичен, а частая смена требований в нем является обычным делом. Поэтому все чаще в современных ИТ-проектах используется методология «Agile» – семейство гибких итеративно-инкрементальных методов по управлению проектами и продуктами. Согласно данному подходу проект разбивается не на последовательные фазы, а на маленькие подпроекты, которые затем «собираются» в готовый продукт [3].

Таким образом, в силу высокой динамичности современного бизнеса и частых смен требований к разрабатываемому программному обеспечению важно иметь возможность вносить изменения в план проекта, корректировать список поставленных задач и изменять их приоритетность. Появляется необходимость в программном обеспечении, которое автоматизирует эти процессы, хранит историю изменений проекта и облегчает работу по управлению ИТ-проектом.



Разработанная автоматизированная система «Менеджер ИТ-проектов» предоставляет участникам проектов возможности планирования и составления списка задач проекта, распределения задач среди участников проекта, учета рабочего времени, потраченного на проект, и отслеживания прогресса выполнения задач.

Система построена по принципу «клиент-сервер». Структурная схема системы представлена на рисунке 1.

«Клиент-сервер» – вычислительная или сетевая архитектура, в которой задачи или сетевая нагрузка распределены между поставщиками услуг (сервисов), называемыми серверами, и заказчиками услуг, называемыми клиентами. Нередко клиенты и серверы взаимодействуют через компьютерную сеть и могут быть как различными физическими устройствами, так и программным обеспечением [4].

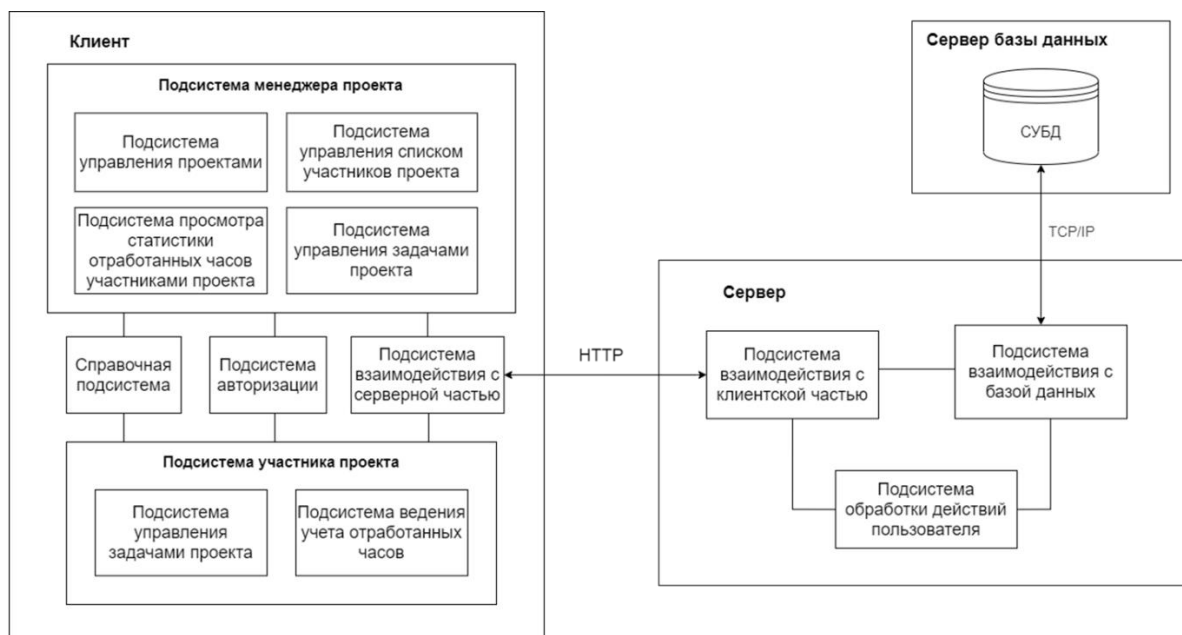


Рис. 1. Структурная схема системы

Выбор данной архитектуры обусловлен следующими факторами:

- Наличие многопользовательского режима: в работе над проектом одновременно принимают участие множество человек, а количество проектов также может быть достаточно большим.
- Наличие большого количества информации в системе: необходимость хранения в базе данных информации о проектах, задачах, участниках и истории затраченного времени на каждую задачу.
- Необходимость обеспечения сохранности данных: система должна обеспечивать надежное и безопасное хранение данных и доступ к ним. Эти задачи выполняют сервер и база данных.

В системе каждый проект представляется в виде списка задач, разделенного на именованные столбцы, которые отображают текущий статус каждой задачи. Пример проекта представлен на рисунке 2.



Каждая задача в проекте может быть закреплена за участником проекта. Участники могут управлять статусом закрепленных за ними задач, перемещая их между столбцами.

Участникам проекта доступна возможность просмотра детальной информации о задаче (рисунок 3). На странице просмотра информации о задаче пользователь системы может ознакомиться с описанием задачи, прикрепленными к ней файлами, комментариями. Также при нажатии на кнопку «Редактировать» пользователь может изменить описание задачи, назначить другого исполнителя задачи, изменить категорию задачи.

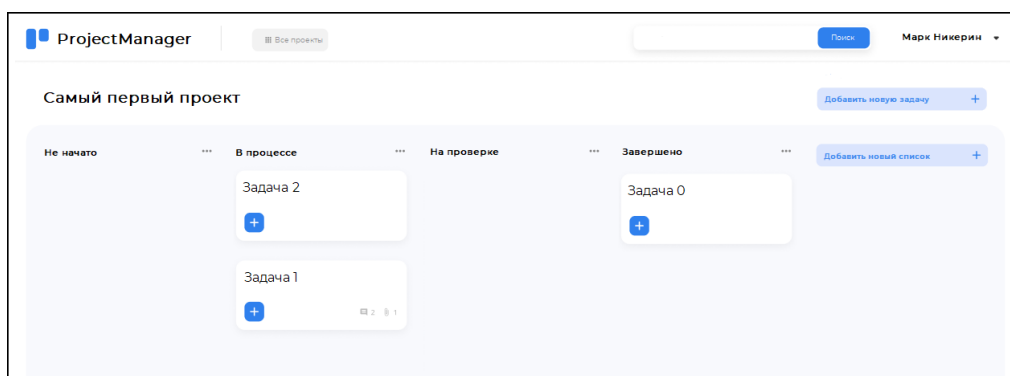


Рис. 2. Страница проекта

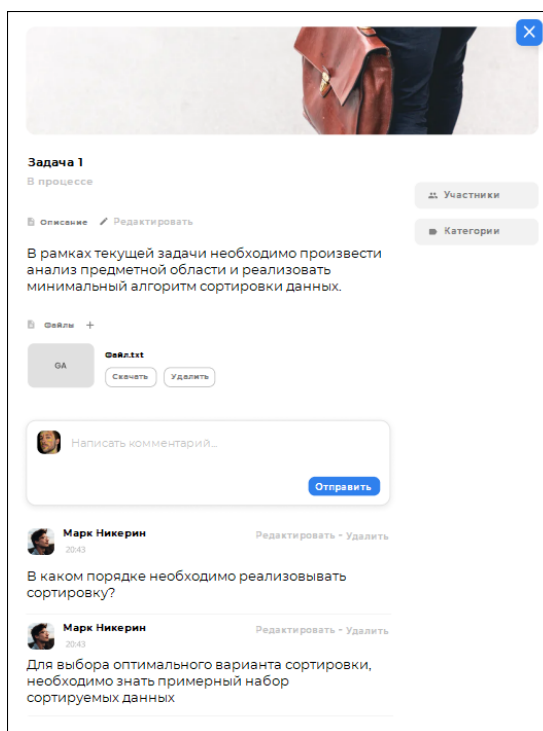


Рис. 3. Страница проекта

Работа в автоматизированной системе «Менеджер ИТ-проектов» позволяет наглядно отслеживать прогресс выполнения задач проекта, вносить корректировки в описание и сроки задач, грамотно распределять объем работы по



проекту между участниками проекта, фиксировать обсуждение задач в комментариях и вести учет рабочего времени.

Литература

1 Управление проектами в компании: определение и решение ключевых проблем [Электронный ресурс] / Блог компании Адванта Москва. – URL: [//advanta-group.ru/blog/upravlenie-it-proektami](http://advanta-group.ru/blog/upravlenie-it-proektami) (дата обращения 22.04.2021).

2 Управление проектами по разработке программного обеспечения. Проблемы и пути решения [Электронный ресурс] / Ресурсное планирование и ресурсные планы. – URL: [//resplan.ru/2001/02/27/upravlenie-proektami-po-razrabotke-programmnogo-obespecheniya-problemy-i-puti-resheniya](http://resplan.ru/2001/02/27/upravlenie-proektami-po-razrabotke-programmnogo-obespecheniya-problemy-i-puti-resheniya) (дата обращения 22.04.2021).

3 Топ-7 методов управления проектами: Agile, Scrum, Kanban, PRINCE2 и другие [Электронный ресурс] / Компания Проектные Сервисы. – URL: [//pmservices.ru/project-management-news/top-7-metodov-upravleniya-proektami-agile-scrum-kanban-prince2-i-drugie](http://pmservices.ru/project-management-news/top-7-metodov-upravleniya-proektami-agile-scrum-kanban-prince2-i-drugie) (дата обращения 22.04.2021).

4 Технология клиент-сервер [Электронный ресурс] / URL: [//it-black.ru/tekhnologiya-kliyent-server](http://it-black.ru/tekhnologiya-kliyent-server) (дата обращения 22.04.2021).

Н.Ю. Никеров, Р.Т. Аблаев

КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ТРЕБУЕМОЙ НАДЁЖНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАЗРАБОТОК ПРОВОДОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Актуальность темы. В настоящее время наблюдается увеличение спроса на электроэнергию. Это требует повышения пропускной способности существующих линий электропередач, а также строительства новых. Строительство новых линий и модернизация существующих подразумевает много составляющих, но основное – это внедрение новых современных типов проводов для воздушных линий электропередачи.

Практическая ценность работы:

1. Предложено альтернативное решение существующему проводу марки АС.

2. Показаны преимущества перспективных разработок проводов нового поколения перед проводами марки АС и перспективы их применения в электрических сетях.

1 Обзор современных конструкций проводов воздушных линий повышенной пропускной способности

1.1 Компактный провод типа AERO-Z, Nexans, Бельгия



Основная особенность провода *AERO-Z* заключается в форме проволок токопроводящих слоёв – их сечение напоминает букву “Z”. Верхний повив провода практически идеально гладкий, имеет незначительные винтовые канавки, возникающие между верхними кромками Z-образных проволок.

За счёт этого конструкция провода *AERO-Z* получается более компактной по сравнению с проводом АС и при том же диаметре имеет большее сечение алюминия. Такие особенности влекут за собой меньшие механические напряжения в опорах в случаях применения проводов равного диаметра или позволяют увеличить полезное электропроводящее сечение при равных механических напряжениях в опорах.

Недостатки: стоимость за километр провода *AERO-Z* примерно в 6 раз выше по сравнению с проводом АС и не допускается его длительное повышение температуры свыше 60 °С.

1.2 Провода TACSR/ACS и (Z)TACSR/HICIN компании “Lumpi-Berndorf”, Австрия

Увеличение пропускной способности проводов *TACSR/ACS* и *(Z)TACSR/HICIN* обеспечивается их большей рабочей температурой, т.е. эти провода могут в нормальных условиях продолжительное время нести более высокую токовую нагрузку, чем провода АС.

Провод напоминает классический провод АС: стальной сердечник и токопроводящие повивы. Отличия заключаются в использованных материалах. Токопроводящие повивы изготовлены из специального термостойкого алюминия *TAL* (сверхтермостойкого сплава – *ZTAL*).

Оба сплава *TAL* и *ZTAL* состоят из чистого алюминия, к которому добавляется цирконий, с той разницей, что в сплаве *ZTAL* содержится большее его количество. Добавка циркония повышает температуру рекристаллизации основного компонента – алюминия, и уменьшает размер зёрен при рекристаллизации. В результате токопроводящие проволоки сохраняют все механические и электрические характеристики при достаточно больших нагревах. Использование термоустойчивого алюминия в качестве токонесущей части провода даёт возможность значительно увеличить пропускную способность. Линии, работающие в штатном режиме при температуре проводов 150 °С (у *TACSR/ACS*) и 210 °С (у *(Z)TACSR/HICIN*), не подвержены отложению гололёда, что означает как резкое снижение вероятности возникновения пляски проводов, так и уменьшение гололёдных и ветровых нагрузок на опоры.

Недостатки: высокая стоимость – в 2,5-3 (270 %) раза выше по сравнению с проводом АС у проводов *TACSR/ACS* и до 4-5 (450 %) раз выше - у проводов *(Z)TACSR/HICIN*.

1.3 Провод GTACSR (GZTACSR) компании “J-Power”, Япония

Увеличение пропускной способности провода *GTACSR* обеспечивается также, как и проводов *TACSR/ACS* и *(Z)TACSR/HICIN*, большей рабочей температурой. Главная особенность провода *GTACSR* заключается в том, что между токопроводящими слоями провода, (сверх – у *GZTACSR*) термостойкого алюминиевого сплава, и стальным сердечником имеется зазор, отсюда и название –



“провод с зазором”.

Сердечник из сверхпрочной стали в центре и (сверх)термостойкая алюминиевая внешняя часть. Жилы внутреннего слоя имеют трапециевидное сечение для обеспечения зазора между стальным сердечником и внешней алюминиевой частью. Зазор заполняется термостойкой смазкой, которая не пропускает воду и исключает трение между стальным сердечником и внутренним алюминиевым слоем. (Сверх)термостойкий алюминиевый сплав (*Z*)*TAL*: обладает улучшенными характеристиками за счёт добавления циркония. *TAL* и *ZTAL* сохраняют заданный предел прочности при высокой температуре.

1.4 Композитный провод марки АССС (Compozit Technology Corp.’s), США

Конструкция провода: особенность провода – вместо сердечника из стали применяется стеклопластиковый сердечник, что позволяет удвоить величину номинального тока линии без риска провисания и разрушения провода. Слой стеклопластика отделяет углеволокно от проводящего алюминиевого покрытия для предотвращения гальванической коррозии и уравнивает более хрупкое углеволокно и улучшает гибкость и прочность сердечника. Верхние повивы – проволоки трапециевидного сечения из отожженного алюминия.

Отличительные свойства композитных материалов – высокая прочность и малый температурный коэффициент линейного расширения. За счёт этого стрела провеса провода АССС уменьшается по сравнению со стрелой провеса провода АС в 10 раз. Это позволяет в дальнейшем увеличить межпролётные расстояния ВЛ и уменьшить количество опор на трассе. Провод с сердечником из композита обладает более низким коэффициентом линейного удлинения, и поэтому он менее подвержен тепловому расширению, чем проводник со стальным сердечником. (Коэффициент удельного теплового расширения композитного сердечника в 10 раз ниже, чем у стали).

1.5 Высокотемпературные провода марок АСПТк и АСПТз

Токоведущая часть выполнена из алюмо-циркониевого сплава, что увеличивает рабочую температуру провода с 90 до 150-180 °С, с пиковыми нагрузками до 210 °С. Сердечник провода выполнен из высокоуглеродистой стали, плакированной алюминием, что полностью исключает коррозионные процессы в нём и позволяет увеличить срок службы провода.

Конструкция провода АСПТк: токоведущая часть выполнена из трапециевидных проволок, обеспечивающих идеально гладкую поверхность. За счёт особой конструкции провода удаётся снизить ветровые и ветрогололёдные нагрузки на 20% и при этом обеспечить увеличение пропускной способности линии в 2 раза по сравнению с традиционными проводами АС.

Высокотемпературный провод АСПТз отличается особенной конструкцией. Провод сделан таким образом, что между токоведущим повивом и сердечником остаётся воздушный зазор, заполненный термостойкой смазкой. Уникальность этого провода в том, что применение его на ЛЭП способствует уменьшению стрелы провеса, а также увеличению габарита линии в 2 раза по сравнению с традиционными проводами АС. Рабочая температура такого про-



вода 180-210°C, в пиковые нагрузки — 230°C. Токоведущий повив провода АСПТз также выполнен из трапециевидных проволок, что снижает ветровые и ветрогололёдные нагрузки на 20% по сравнению с традиционной формой проводов.

1.6 Наноструктурные алюминиевые сплавы (НС-Аl сплавы) ИФПМ УГАТУ

Институт физики перспективных материалов УГАТУ предлагает провода, выполненные из *НС-Аl* сплавов. В качестве примера возьмём провод *Al-2Fe*.

Провод *Al-2Fe* является многожильным, в котором отсутствует стальной сердечник, поэтому все жилы являются токоведущими, и за счёт повышенной прочности вследствие обработки методом ИПД-технологии превосходит по прочности заменяемый провод АС.

Внешне провод выглядит аналогично обыкновенному алюминиевому проводу, но его механические и физические свойства значительно превосходят алюминиевые и алюминиево-стальные аналоги. Провод, выполненный из сплава *Al-2Fe*, разработан для высоковольтных ЛЭП, способный передавать значительно большую мощность по сравнению с проводом АС такого же сечения. Тем самым решается задача увеличения пропускной способности и повышение надёжности электропередачи без замены опор.

Сплав *Al-2Fe* обладает двумя особенностями, благодаря которым он востребован в электротехнике. Во-первых, железо в количестве до 30 % присутствует в боксидной руде в виде оксида железа Fe_3O_3 . Это означает, что для получения сплава, в котором основным легирующим элементом является железо, не требуется дополнительной операции легирования. Во-вторых, растворимость железа в алюминии в равновесном состоянии при комнатной температуре составляет 0,025 вес.%, т.е. сплавы этой системы практически не образуют твёрдых растворов, что выгодно сказывается на электропроводности. Кроме того, железо в составе алюминиевых сплавов очищает алюминий от примесей кремния, связывая его в частицы *AlFeSi*, что также косвенно увеличивает электропроводность сплава.

Основные характеристики (электропроводность, прочность) сплава определяются структурными составляющими, в частности его морфологией и химическим составом.

На микроструктуру алюминия сильно влияет температура (в чистом алюминии микроструктурные изменения происходят уже при комнатной температуре), что приводит к необходимости повышения термоустойчивости алюминиевых сплавов, работающих в условиях повышенных температур. Это особенно актуально для материалов, используемых в воздушных линиях электропередач, рабочая температура которых в жаркое время года или в результате пиковых нагрузок может достигать 200-250 °С.

Факты, приведённые выше, показали, что надёжное и эффективное использование алюминия в качестве материала проводников возможно при наличии устойчивой микроструктуры, что достигается благодаря методу интенсивной пластической деформации кручением (ИПДК) под высоким давлением.



При реализации данного метода большая степень деформации обеспечивается количеством оборотов подвижного бойка и давлением бойков (Р), которое может достигать 10 ГПа, хотя в большинстве случаев для формирования структуры сплава достаточно давления 4-6 ГПа. Высокие значения давления необходимы для устранения проскальзывания относительно образца и предотвращения его разрушения в процессе обработки.

Число увеличения количества оборотов ИПДК до 20 приводит к повышению предела прочности сплава до 649 МПа (у провода АС-120/19 это значение равно 135 МПа), при одновременной потере электропроводности (вплоть до 40,4 % *IACS*. *IACS* – Международный стандарт отожённой меди, у провода АС-120/19 это значение равно 50-52 %).

Т а б л и ц а 1.1 – Показатели механической прочности и электропроводности сплава *Al-2Fe* в исходном состоянии и после ИПДК

Сплав	Число оборотов ИПДК	Прочность σ , МПа	Электропроводность ω , МСм/м	Электропроводность <i>IACS</i> , %
<i>Al-2Fe</i>	–	95	32,4	56,8
	1	232	31,7	54,7
	10	590	24,5	42,2
	20	649	23,4	40,4

В ходе дальнейших работ по увеличению электропроводности сплава на кафедре металлургии и материаловедения университета было обнаружено, что отжиг при 200 °С в течение 8 часов приводит к увеличению проводимости с 40,4 до 49,3 % *IACS*.

После анализа полученных результатов часть не отожженных образцов сплава была подвергнута дополнительной деформационной обработке после ИПДК с количеством $N=5$. Полученные результаты показали, что деформация при 200 °С приводит к разупрочнению материала, сопоставимому по уровню с состоянием после отжига при 200 °С в течение 8 часов. Однако уровень электропроводности после ИПДК при 200°С в УМЗ сплаве заметно выше.

Отжиг при 200 °С (8 часов) приводит к снижению предела прочности с 649 МПа до 335 МПа и к увеличению проводимости до 52.3 *IACS* %.

Таким образом, изменяя показатели прочности и электропроводности сплава за счёт отжига и ИПДК можно добиться материала с переменными характеристиками.



Т а б л и ц а 1.2 – Показатели механической прочности и электропроводности сплава Al-2Fe после дополнительного отжига и ИПДК.

Состояние	Прочность σ , МПа	Электропроводность ω , МСм/м	Электропроводность IACS, %
ИПДК + отжиг 200 °С, 8 часов	335	28,6	49,3
ИПДК + ИПДК + отжиг 200 °С, N=5	327	30,3	52,3

Например, в городских условиях, когда воздействие ветровых нагрузок существенно меньше, чем в горной или равнинной местности, уменьшение прочности сплава (при этом показатель прочности будет примерно в 2-2,5 раза выше чем у провода АС) позволит существенно увеличить его электропроводность (порядка 20-25%) и, следовательно, пропускную способность проводов. И наоборот, в условиях, когда не требуется столь высокий показатель электропроводности (отдалённый сельско-хозяйственный потребитель (или их небольшая группа), потребитель в горной (равнинной) местности) при соблюдении качества электроэнергии, при сильных ветровых и гололёдных нагрузках, увеличение прочности проводов (в 4-5 раз по сравнению с проводом АС) позволяет увеличить надёжность электроснабжения.

1.7 Критерии оптимизации электроэнергетической системы при обеспечении требуемой надёжности и влияние механических свойств провода на надёжность электроэнергетической системы (системы электроснабжения)

Проектирование, сооружение объектов электрической сети и их эксплуатация связаны с большими материальными затратами. Поэтому важно, чтобы эти затраты были использованы с наибольшей эффективностью. При этом следует учитывать, что правильность решений по развитию систем передачи и распределения электроэнергии, принимаемых в какой-то момент, может проявляться через достаточно длительное время, когда допущенные ошибки исправить невозможно или очень трудно. При упрощенном подходе к решению такой задачи задаются тремя уровнями нагрузки (возможным наибольшим, возможным наименьшим и средним) и производят выбор параметров для всех этих уровней.

Для оптимизации параметров предварительно должен быть выбран критерий оптимизации. При наиболее общем подходе обычно в качестве показателя эффективности решений выступает не один, а несколько критериев, т.е. приходится решать многокритериальную (многоцелевую) задачу. Например, в качестве критериев могут выступать капитальные затраты, потери электроэнергии, пропускная способность сети, степень надёжности электроснабжения, степень воздействия на окружающую среду.

Под надёжностью электрической сети (или ее участка) понимают способность осуществлять передачу и распределение требуемого количества электроэнергии от источников к потребителям при нормативных уровнях напряжения и



в соответствии с заданным графиком нагрузки. Надежность участка сети определяется надежностью и параметрами входящих в ее состав элементов (трансформаторов, коммутационной аппаратуры, линий электропередачи и др.) и схемой их соединения.

В случае отказа отдельных элементов сети может произойти (в зависимости от схемы соединений) отказ участка сети, приводящий к нарушению электроснабжения потребителей: полному прекращению питания, частичному ограничению нагрузки, отклонению напряжения от допустимых нормами пределов.

Линии электропередачи являются наиболее часто повреждаемыми элементами электроэнергетических систем из-за территориальной рассредоточенности и подверженности влиянию внешних неблагоприятных условий среды.

К основным причинам повреждения воздушных линий относятся следующие: повреждение опор и проводов из-за гололедно-ветровых нагрузок; грозное перекрытие изоляции; перегрев проводов; повреждение опор и проводов автотранспортом и другими механизмами; дефекты изготовления опор и проводов, изоляторов; падение деревьев; перекрытие изоляции птицами; неправильный монтаж опор и проводов; несоблюдение сроков ремонта и замены оборудования.

Эти причины приводят в основном к ослаблению или нарушению механической прочности проводов, опор, изоляторов; поломке деталей опор; коррозии и гниению металлических и деревянных частей.

Имеющиеся в технической литературе результаты обработки статистических данных по надежности распределительных электрических сетей показывают, что около 25-30 % аварийных ситуаций приходится на воздействие ветра и гололеда и последующее падение опор и обрыв проводов.

Таким образом, улучшая показатели механической прочности проводов можно добиться существенного улучшения надёжности электроснабжения.

Литература

1. Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие. – Ростов-Н/Д.: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с;
2. Идельчик В.И. Электроэнергетические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с;
3. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: Учебное пособие. – М.: Университетская книга; Логос, 2006. – 254 с;
4. Исмагилов Ф.Р. Основные вопросы проектирования воздушных линий электропередач / Ф.Р. Исмагилов, Р.Г. Шакиров, Н.К. Потапчук, Т.Ю. Волкова. – М: Машиностроение. –2015. 211с.
5. Проектирование воздушных линий электропередач / Ф.Р. Исмагилов, Р.Г. Шакиров, Н.К. Потапчук, Т.Ю. Волкова. – УГАТУ, 2013. – 154 с.
6. Прочность, электропроводность и термическая стабильность наноструктурных сплавов систем Al-P3M и Al-2Fe. Диссертация на соискание науч-



ной степени кандидата физико-математических наук / А.Е. Медведев– Уфа, изд-во УГАТУ, 2018. - 174 с.

7. Валиев Р.З. // Создание наноструктурных металлов и сплавов с уникальными свойствами, используя интенсивные пластические деформации. Российские Нанотехнологии. 2006, Т.1, С. 208-216.

8. Проектирование механической части воздушных ЛЭП. Учебное пособие / А.П. Вихарев, А.В. Вычегжанин, Н.Г. Репников. – изд-во ВятГУ, 2009. – 140 с

9. Анализ возможности использования перспективных наноструктурных Al сплавов для повышения пропускной способности линий электропередач / Р.Г. Шакиров, Р.З. Валиев, Д.В. Гундеров, М.Ю. Мурашкин, Г.И. Рааб. – изд-во УГАТУ, 2014. – 136 с.

10. Повышение пропускной способности воздушных линий электропередачи и применение проводов новых марок Алексеев Б.А. Редакция журнала ЭЛЕКТРО.

11. Инновационные кабели и провода для линий электропередачи. Новинки ООО «Камский кабель». – Пермь, 2013. – 12 с.

12. Линии с проводом AERO-Z и AAACZ [Электронный ресурс] – URL: <https://domikelectrica.ru/linii-s-provodom-aero-z-7-preimushhestv/> (дата обращения 01.12.2020).

13. Провода GTACSR и GZTACSR. J-Power System Corp. [Электронный ресурс] – URL: www.jpowersystem.com

14. Высокотемпературные провода [Электронный ресурс] – URL: <https://изоляторыполимерные.рф/catalog/spiralnaya-lineynaya-armatura/vysokotemperaturnye-provod/> (дата обращения 01.12.2020).

Е.О. Нистратова, М.А. Кудрина

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИЙ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАФА ДЛЯ ВЕКТОРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

(Самарский университет)

Векторизация – это преобразование растрового изображения в его векторное представление с помощью специальных алгоритмов векторизации. Преимущества векторной графики перед растровой заключаются в её масштабируемости, редактировании без потери качества, помимо этого, графические файлы данного формата имеют малые размеры.

Стоит отметить, целесообразность преобразования растра в вектор имеет место быть, когда изображение выполнено простыми линиями и плоскими цветами. Одним из алгоритмов для обнаружения простых форм, например, линий, является преобразование Хафа [1]. Существует множество модификаций преобразования Хафа, которые стремятся увеличить скорость работы метода [2].

Разработка автоматизированной системы векторизации изображений



Для исследования эффективности модификаций преобразования Хафа была разработана автоматизированная система. На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования системы. Согласно диаграмме, у системы предусмотрен только один тип актанта (актера) – пользователь. Пользователю доступны следующие возможности:

- загрузка изображения;
- выбор алгоритма поиска прямых линий;
- просмотр результата работы алгоритма;
- сохранение результата работы алгоритма;
- сравнение результата работы алгоритма с оригинальными изображениями.

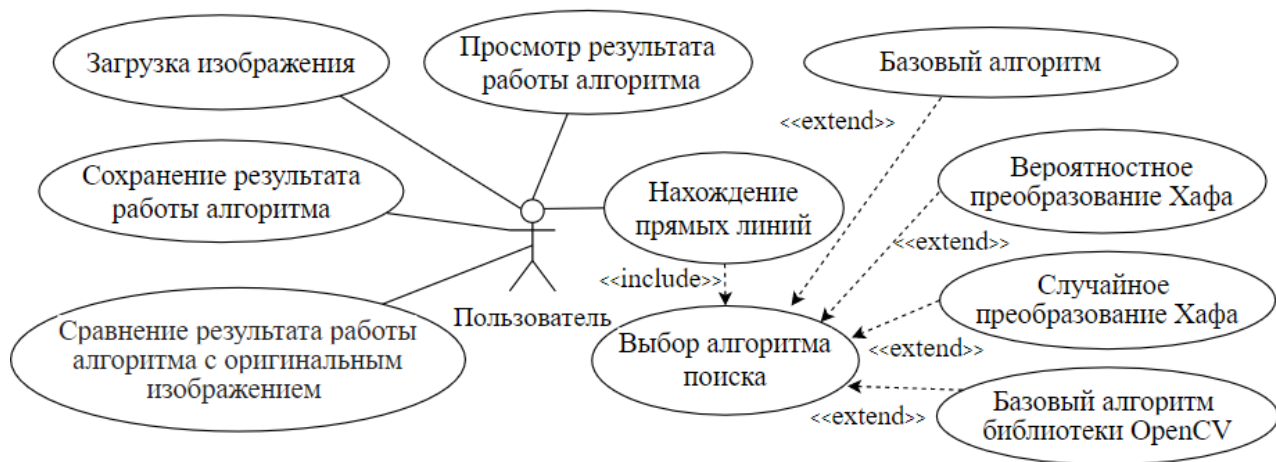
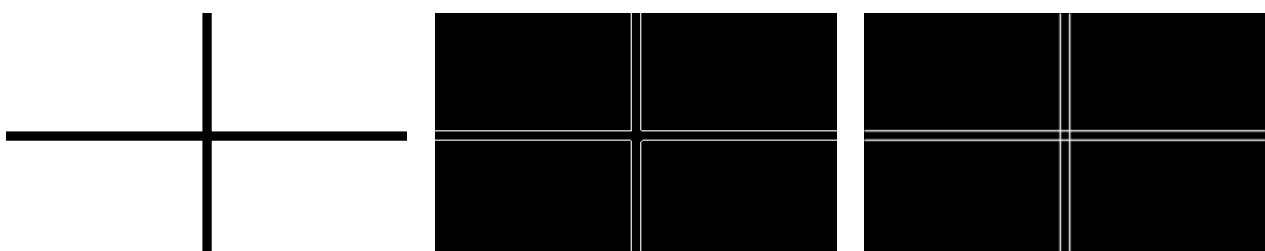


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Для поиска прямых линий в системе реализованы следующие алгоритмы:

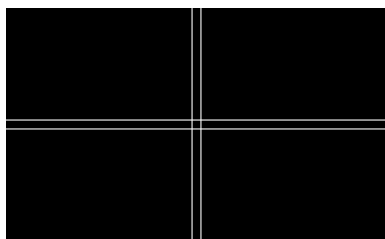
- базовое преобразование Хафа [3];
- вероятностное преобразование Хафа, в котором рассматривается только доля точек из исходного облака точек X , выбираемые случайно с равномерной вероятностью [4];
- случайное преобразование Хафа, в котором параметры кривой определяются по точкам, выбираемые случайным образом [5];
- базовое преобразование Хафа библиотеки OpenCV. OpenCV – библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом [6]. Данная функция использована для оценки эффективности реализованных алгоритмов.

На рисунках 2–5 приведены результаты работы алгоритмов.



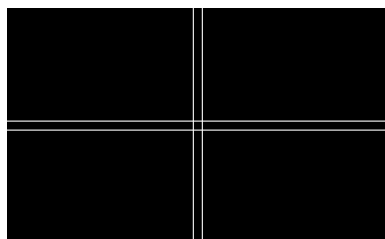


а) исходное изображение



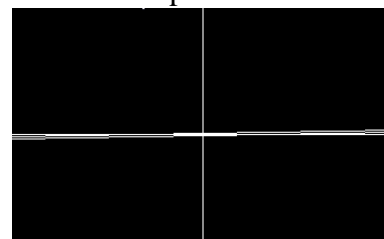
г) базовый алгоритм

б) бинарное изображение



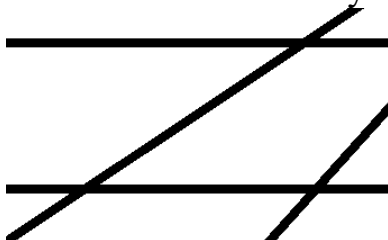
д) вероятностное

в) функция библиотеки
OpenCV

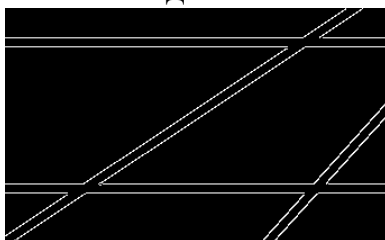


е) случайное

Рисунок 2 – Нахождение линий на изображении 1



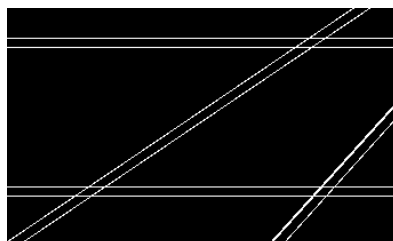
а) исходное изображение



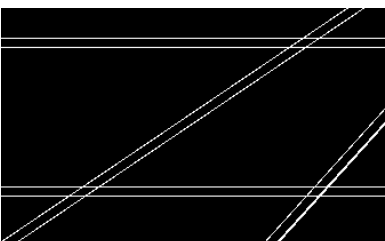
б) бинарное изображение



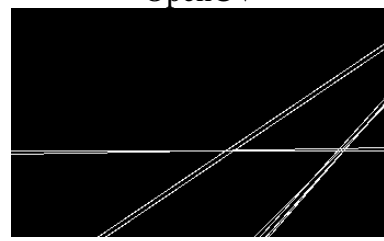
в) функция библиотеки
OpenCV



г) базовый алгоритм



д) вероятностное

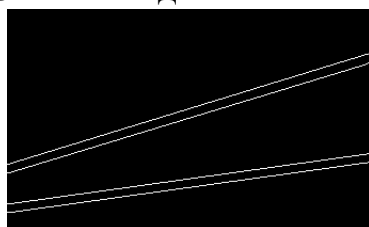


е) случайное

Рисунок 3 – Нахождение линий на изображении 2



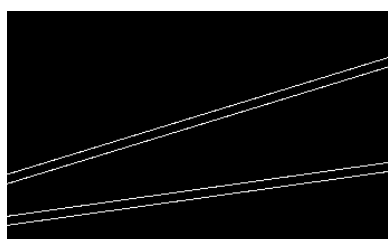
а) исходное изображение



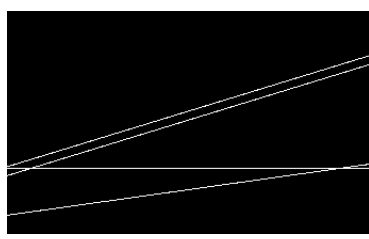
б) бинарное изображение



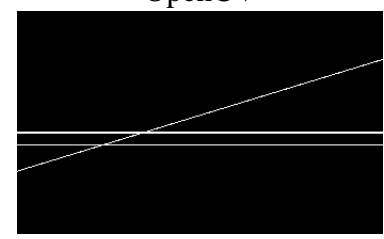
в) функция библиотеки
OpenCV



г) базовый алгоритм

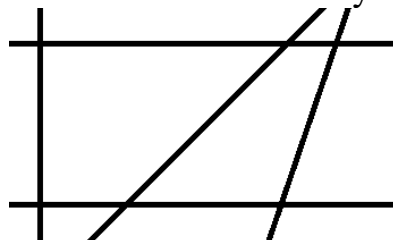


д) вероятностное

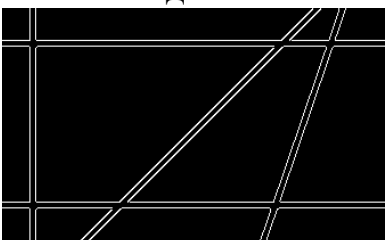


е) случайное

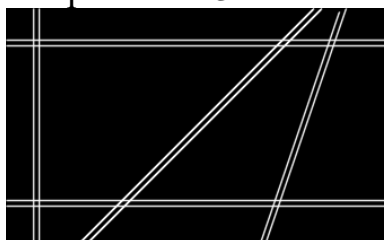
Рисунок 4 – Нахождение линий на изображении 3



а) исходное изображение



б) бинарное изображение



в) функция библиотеки

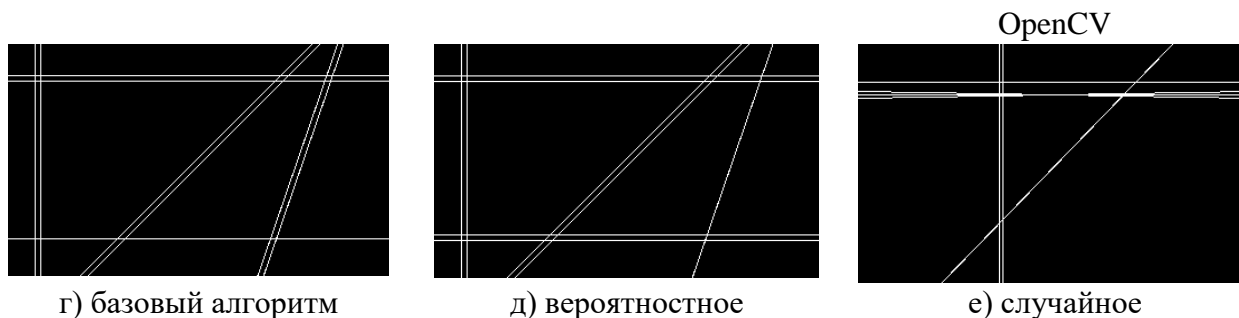


Рисунок 5 – Нахождение линий на изображении 4

В разработанной системе реализовано сравнение изображений на основе перцептивного хеш-алгоритма. Характеристики изображения используются для генерации индивидуального (но не уникального) отпечатка, и эти отпечатки можно сравнивать друг с другом. При сравнении двух изображений, строится хеш для каждого из них, затем подсчитывается количество различных битов с помощью расстояния Хэмминга.

Расстояние Хемминга – число позиций, в которых соответствующие цифры двух двоичных слов одинаковой длины различны [7].

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|,$$

где d_{ij} – расстояние Хемминга;

x – двоичная последовательность;

p – размерность.

Если расстояние нулевое, то, вероятнее всего, это одинаковые изображения. Другие величины характеризуют насколько сильно изображения отличаются друг от друга.

В таблице 1 представлены результаты сравнения исходного изображения (его бинарной версии) с изображениями, полученными в результате работы алгоритмов.

Таблица 1– Подсчёт расстояния Хемминга

Название рисунка	Функция библиотеки OpenCV		Базовый алгоритм		Вероятностное преобразование Хафа		Случайное преобразование Хафа	
	Расс. Хемминга	t, с	Расс. Хемминга	t, с	Расс. Хемминга	t, с	Расс. Хемминга	t, с
Рисунок 2	0	0,04	0	6,99	0	4,95	1	2,45
Рисунок 3	1	0,04	0	15,9	0	8,28	4	2,71
Рисунок 4	0	0,03	0	9,14	1	4,59	6	2,63
Рисунок 5	4	0,07	2	19,1	4	7,77	8	2,47

Лучший результат из реализованных алгоритмов демонстрирует вероятностное преобразование Хафа. Данная модификация выигрывает по скорости работы у базового алгоритма, но по сравнению с случайным преобразованием Хафа обнаруживает большую часть искомых линий (расстояние Хемминга имеет меньшее значение).

Литература



1. Кудрина, М. А. Использование преобразования Хафа для обнаружения прямых линий и окружностей на изображении [Текст] // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – №4–2.
2. Болгов, А.Н. Применение преобразования Хафа и его модификаций для нахождения графических примитивов [Текст] / А.Н. Болгов, М.Н. Фаворская // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2011. – №7.
3. Лидке, М.Б. Исследование и разработка метода распознавания кривых на плоскости [Электронный ресурс] URL: <http://masters.donntu.org/2012/iii/lidke/diss/index.htm> (дата обращения 02.04.2021)
4. Kiryati, N. A probabilistic Hough transform [Текст] / N. Kiryati, Y. Eldar, A.M. Bruckstein // Pattern Recognition. – 1991. – Vol. 24, №4. – P. 303-316. – ISSN 0031-3203.
5. Xu, L. A new curve detection method: Randomized Hough transform (RHT) [Текст] / L. Xu, E. Oja, P. Kultanen // Pattern Recognition Letters – 1990. – Vol. 11, № 5. – P. 331-338. – ISSN 0167-8655.
6. OpenCV// Википедия [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCV> (дата обращения 04.04.2021).
7. Питерсон, У. Коды, исправляющие ошибки [Текст] / У. Питерсон, Э. Уэлдон – М.: Мир, 1976. – 18 с.

Д.С. Полещук, М.А. Кудрина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

(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 на изображении. 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].

Разработка автоматизированной информационной системы

Задача разрабатываемой автоматизированной системы состоит в реализации следующих возможностей:

- сегментация изображения методом «к-средних»;
- постобработка отсегментированного изображения:
 - перевод изображения в оттенки серого;
 - выделение границ с помощью оператора Собеля;



- скелетизация Зонга-Суня;
- просмотр шкалы основных цветов;
- оценка качества сегментации изображения;
- реализация «локтевого» метода.

В реализованной программе пользователь задает количество кластеров и начинает сегментацию изображения. Как только процесс сегментации изображения завершится, то пользователь увидит полученные оценки и результат сегментации. Далее возможно запустить постобработку изображения или открыть форму со школой основных изображения.

На рисунке 1 приведен пример полученного отсегментированного изображения и шкала его основных цветов в процентном соотношении. Шкала основных цветов позволяет использовать данный алгоритм для тех сфер, где важно сочетание цветов, например, в дизайне, где необходимо сочетание и гармония цветов в получаемом интерьере, а также в моде для подбора вещей по цветовому балансу.

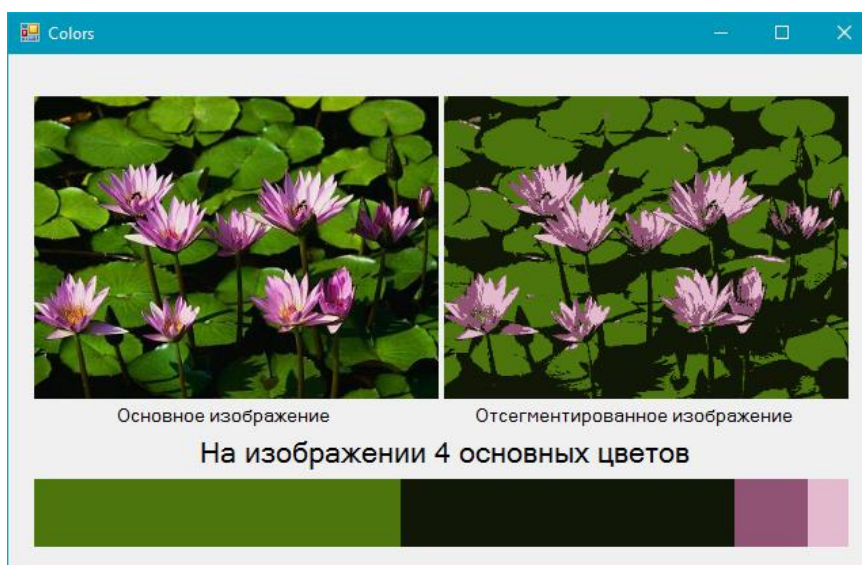


Рисунок 1 – Шкала основных цветов на изображении

Алгоритм сегментации «к-средних»

В автоматизированной системе реализован алгоритм сегментации изображения «к-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]:

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

где k – число кластеров;

x – анализируемая точка изображения;

S_i – i -кластер;



μ_i – центр масс для кластера S_i .

Локтевой метод оценки количества кластеров

Для работы алгоритма «к-средних» вначале необходимо указать количество предполагаемых кластеров. Подбор значения k может занимать значительное время у пользователя, а также выбранное значение количества кластеров может являться не оптимальным. Существует эвристический метод определения необходимого количества кластеров - «Локтевой метод» [3].

В своей основе локтевой метод вычисляет внутрикластерную сумму квадратов ошибок (wss) для различных значений k и по полученным данным строится график зависимости ошибки от количества кластеров. Т.к. значение ошибки уменьшается, то график представляет из себя «локоть».

Приведем пример работы данного метода. Для выбранного изображения необходимо получить значение ошибки на каждом количестве кластеров. Произведем подсчет ошибок на промежутке с 2 до 8 кластеров.

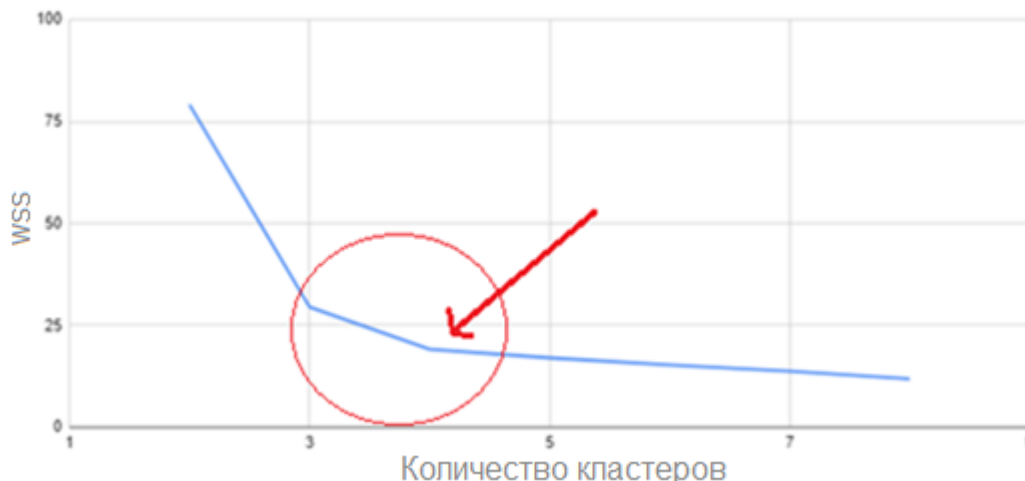


Рисунок 2 – График зависимости ошибки от количества кластеров

На рисунке 2 изображен график зависимости величины ошибки от количества кластеров. Исходя из результата, на локтевом сгибе среди значений 3 и 4 оптимальным количеством кластеров можно считать – четыре кластера.

Комплексный критерий F оценки качества работы алгоритма сегментации

Помимо проблемы подбора количества кластеров для сегментации, существует проблема частого выделения большого числа мелких «мусорных» областей на изображении. Liu и Yang предложили комплексный критерий для оценки качества работы сегментации изображения, учитывающий, как однородность сегментов, так и их количество [4]:

$$F = \frac{1}{1000N} \times \sqrt{R} \sum_{i=1}^R \frac{e_i^2}{\sqrt{A_i}}, \quad (2)$$

где N – количество пикселей на изображении;

R – количество сегментов;

A_i – площадь i -го сегмента;

e_i – величина характеризующая степень однородности i -го сегмента.



Liu и Yang использовали критерий F для оценки качества работы своего метода сегментации цветных изображений, и, соответственно, величина e_i выступала у них в качестве меры цветовой однородности i -ой выделенной области. Вычислялась эта величина как сумма евклидовых расстояний в цветовом пространстве между цветами пикселей исходного изображения, отнесенных при сегментации к i -ой выделенной области, и цветом, поставленным в соответствие этой области в ходе сегментации (а именно, цветом центроида соответствующего кластера в цветовом пространстве).

В общем случае, e_i можно представить следующим образом:

$$e_i = \sum_{n=1}^{A_i} \sqrt{\sum_{k=1}^K (g_n^{(k)} - \hat{g}_i^{(k)})^2}, \quad (3)$$

где K – размерность вектора признаков, используемого для сегментации изображения;

$g_n^{(k)}$ – значение k -ой компоненты этого вектора для n -го пикселя исходного изображения, отнесенного при сегментации к i -му сегменту;

$\hat{g}_i^{(k)}$ – k -я компонента вектора признаков, поставленного в соответствие i -му сегменту в процессе сегментации;

A_i – площадь i -го сегмента.

Очевидно, что чем меньше значение критерия F , тем выше оценивается качество сегментации. Сомножитель \sqrt{R} в формуле штрафует сегментацию, содержащую слишком много областей. Снижение оценки за наличие мелких сегментов достигается введением величины $1 / \sqrt{A_i}$, а e_i , обеспечивает штраф за неоднородность сегментов.

Приведем эксперимент оценки отсегментированного изображения с помощью комплексного критерия F для различных значений критерия k . На рисунке 3 приведены отсегментированное изображение для количества кластеров от 2 до 5.

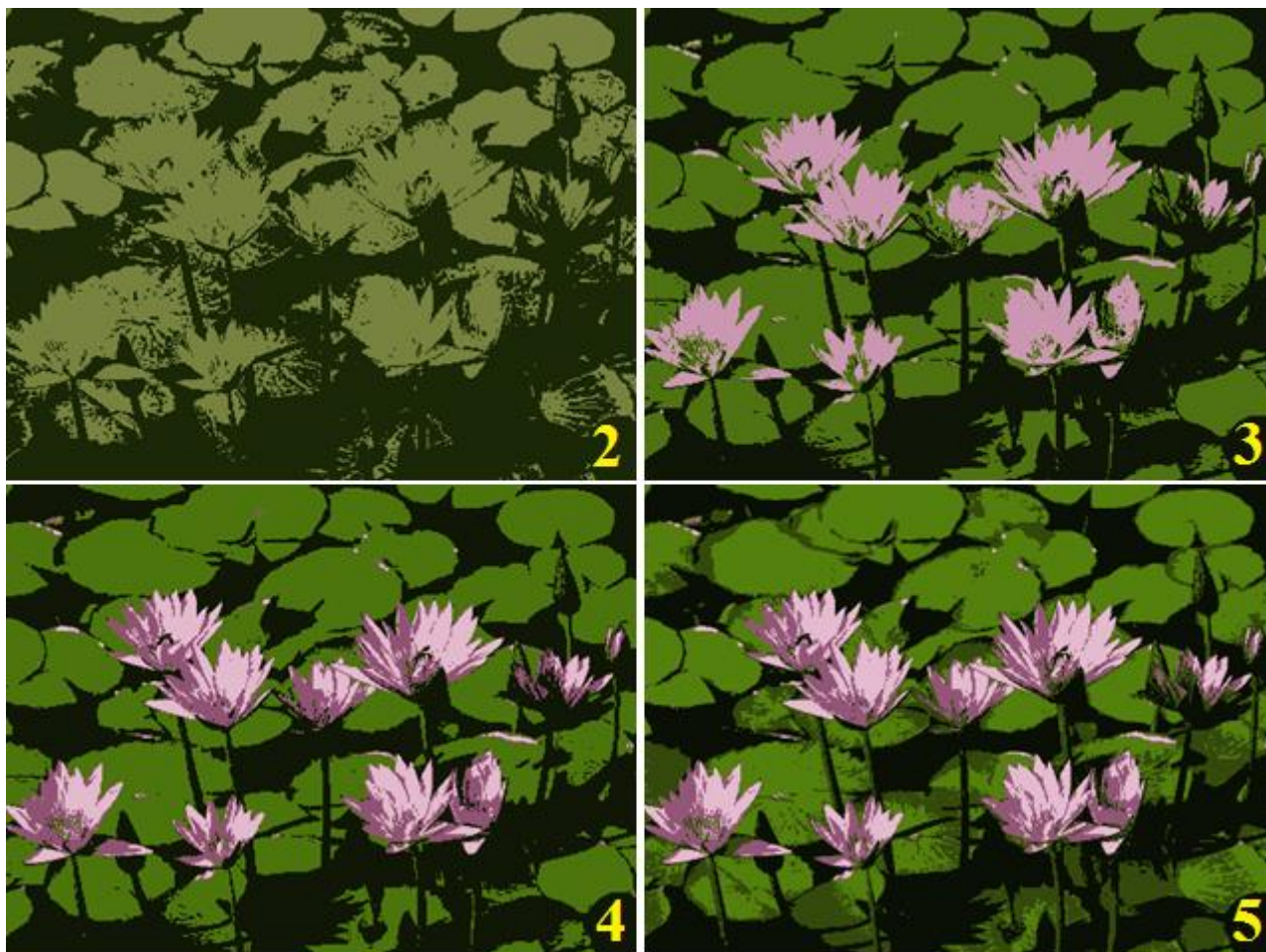


Рисунок 3 – Рисунок отсегментированных изображений с 2 до 5 кластеров



Рисунок 4 – График зависимости критерия F от количества кластеров

На рисунке 4 изображен график зависимости комплексного критерия оценки качества работы алгоритма сегментации от количества кластеров. Из графика следует, что при увеличении, либо выборе не подходящих значений к наблюдается увеличения критерия из-за наличия выделения «мусорных» областей на границах кластеров. Исходя из графика, значение в четыре кластера является лучшим, что совпадает с подобранным значением кластера с помощью «локтевого» метода. Из этого можно сделать вывод, что четыре кластера для изображения, на котором проводился эксперимент является оптимальным.



Литература

- 1 Метод k-средних [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2021. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_k-средних (дата обращения: 04.03.2021)
- 2 Сегментация (обработка изображений) [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2021. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сегментация_\(обработка_изображений\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сегментация_(обработка_изображений)) (дата обращения: 03.03.2021).
- 3 Локтевой метод (кластеризация) [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2021. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Elbow_method_\(clustering\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Elbow_method_(clustering)) (дата обращения: 03.03.2021).
- 4 J.Liu, Y.-H.Yang., Multiresolution color image segmentation. [Текст] / IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.16, No.7, 1994. – 689-700 с.

О.В. Порубай, М. Хасанова

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ ПОИСКА ДЛЯ ОПЕРАТИВНО- ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

(Ташкентский государственный технический университет
им.И.Каримова, Ферганский филиал Ташкентского университета информаци-
онных технологий им.Мухаммада аль-Хорезми)

Задача оптимизации потерь электроэнергии на промышленном предприятии является комплексной задачей, включающей в себя техническую, экономическую и организационную составляющие. С одной стороны, реализация энергосберегающих мероприятий дает экономический эффект от их внедрения, но с другой стороны в большинстве случаев требует дополнительных капитальных вложений, а также расходов других материальных ресурсов.

Исходя из этого, управляя энергосбережением может возникнуть задача поиска многокритериального оптимума по экономическим критериям. В качестве таких критериев удобно использовать стоимость планируемых мероприятий C и эффект от их внедрения E (величина снижения потерь в денежном выражении).

Для того чтобы найти оптимальное решение удобно использовать специализированный граф, узлы которого соответствуют определенным состояниям СЭСП, каждая из дуг состоит из параллельных ребер, которые соответствуют планируемым мероприятиям по энергосбережению. Ребра графа имеют оценки (C_i, E_i) .

На рис. 1 показан элемент предлагаемого графа, имеющий следующую структуру:



- нижние узлы графа являются электрическими приемниками и считаются двумя последовательными вертикальными пиками 1 и 2, т.е. как электрическое устройство и устройство, которое излучает другие виды энергии (световую, тепловую, механическую, химическую и т. д.), кроме электричества;

- промежуточные узлы графа – характерные точки СЭСПП (трансформаторные подстанции, распределительные устройства, каналы распределительных шин и т. д.), где происходит разделение электрического тока;

- графические дуги, соединяющие пики – это технические или организационные меры, обеспечивающие экономию энергии при передаче или преобразовании; всего таких дуг может быть несколько.

Таким образом, используя рекомендованный граф или его часть, можно разными способами перемещаться от одной выбранной точки СЭСПП к другой (используя различные мероприятия) и определить получающиеся при этом затраты C и экономический эффект E , что позволяет оценить эффективность рассматриваемых энергосберегающих мероприятий (при ограничении по капиталовложениям, K) и получить максимальный эффект от их применения.

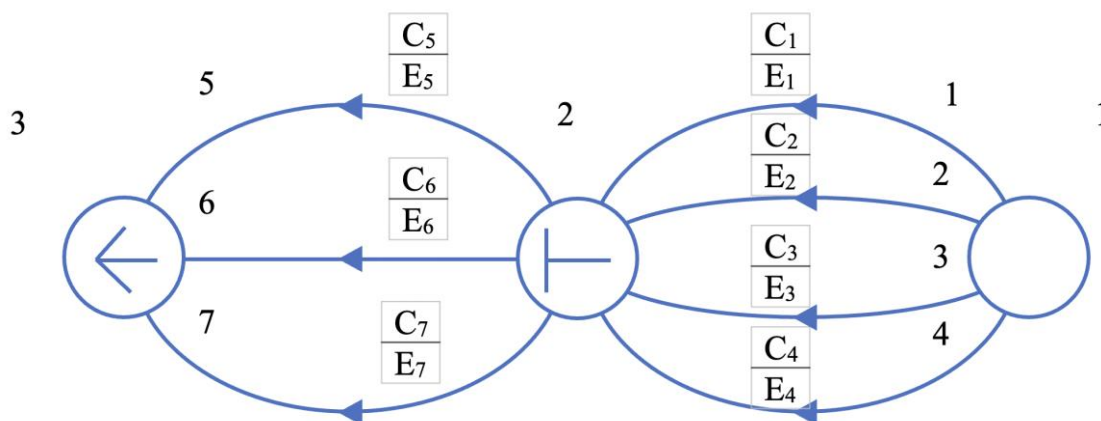


Рис. 1. Фрагмент графа

Рассмотрим метод определения пути от заданной вершины графа к корню, так как этот граф описывается в виде специальной матрицы, называемой матрицей путей. Матрица путей определяет метод записи пути от данной вершины (электронного узла) к корню на открытом графе СЭСПП (который определяется структурой самого СЭСПП).

Составление матрицы путей показано в примере открытого графа, показанном на рисунке 2.

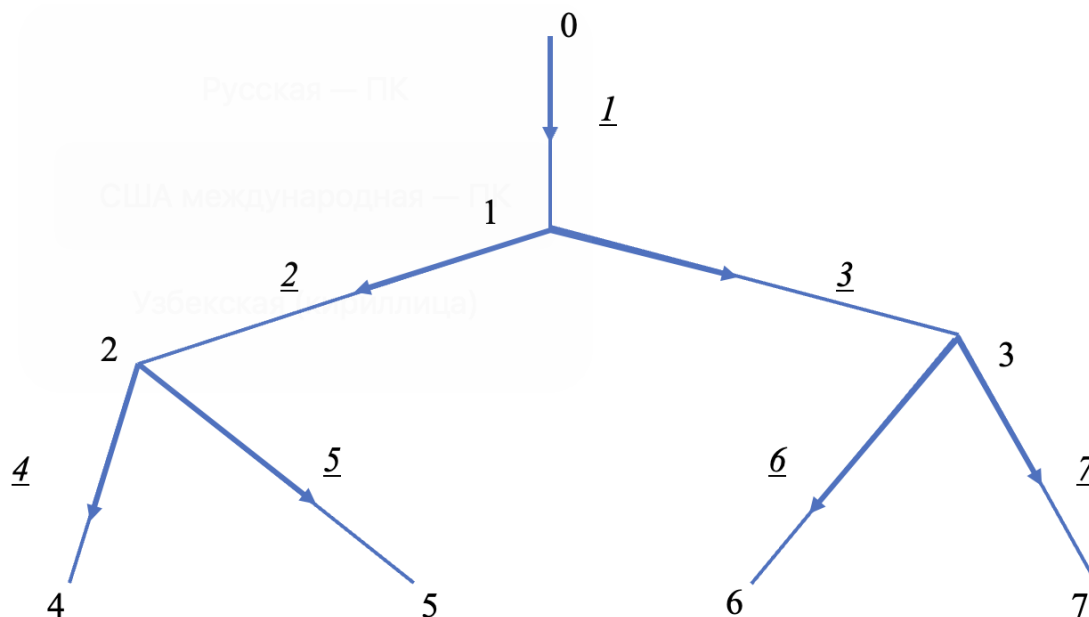


Рис. 2. Пример открытого графа

Перед построением матрицы вершинам и ребрам графа присваиваются номера в порядке перехода - сверху вниз и слева направо. Ветви ориентированы в соответствии с потоком электрической мощности. После выполнения этих операций получается открытый ориентированный граф (ориентированное дерево), на основе которого формируется матрица путей.

Обозначим: p - число вершин. Тогда рассматриваемая матрица путей имеет размерность $p \times p$ (по числу вершин дерева), при этом первая строка и первый столбец являются служебными, т.к. они хранят информацию о номерах вершин (узлов схемы) и ребер (ветвей схемы). Первый столбец содержит номера узлов схемы (от 0 до k , где $k = p - 1$), первая строка содержит номера ветвей (от 1 до k). Информация о путях содержится в остальной части матрицы размером $k \times k$.

Заполнение матрицы осуществляется построчно, начиная со второго слева элемента и до конца строки. Производятся следующие действия (для i -ой строки): если ветвь с номером j (j принимает значения от 1 до k) входит в путь от начального узла до рассматриваемого, то элементу матрицы (i, j) присваивается значение 1, в противном случае 0. Таким образом, вся матрица путей для рассматриваемого дерева будет выглядеть так:

	0	1	2	3	4	5	6	7
P =	1	1	0	0	0	0	0	0
	2	1	1	0	0	0	0	0
	3	1	0	1	0	0	0	0



4	1	1	0	1	0	0	0
5	1	1	0	0	1	0	0
6	1	0	1	0	0	1	0
7	1	0	1	0	0	0	1

Таким образом, использование этой «матрицы путей» гарантирует, что путь между данной вершиной и корнем будет быстро найден, и для обработки результата потребуется только одна строка матрицы.

По номерам ветвей, найденным в сетях, можно определить сопротивление электрической цепи (для определения потерь электрической энергии) с помощью вспомогательного массива с номерами ветвей и соответствующими им сопротивлениями.

В СЭСПП разрабатывается математическая модель для оптимизации потерь электроэнергии. Принято, что каждое мероприятие по энергосбережению можно оценивать по двум критериям:

- стоимость реализации и внедрения данной меры, C ;
- эффект, полученный в результате реализации рассматриваемых мероприятий, отражается в стоимостной оценке величины снижения потерь мощности при решении данной оптимизационной задачи, E .

Математическая модель этой задачи, следующая:

$$\left\{ \begin{array}{l} D = D_1 \cap D_2, \\ D'_1 \otimes D_1, \\ F(x) = \sum_{i=1}^n E_1(i) \cdot x_1(i) + \sum_{i=1}^m E_2(i) \cdot x_2(i) \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^n C_1(i) \cdot x_1(i) + \sum_{i=1}^m C_2(i) \cdot x_2(i) \leq K \end{array} \right.$$

Предлагаемая математическая модель задачи оптимизации энергосбережения в СЭСПП включает две подзадачи:

1. Выбор энергосберегающих мероприятий по той или иной характеристике – как правило, как из набора D_1 (одна из нескольких), так и из набора D_2 (одна или несколько из группы).

2. Решение задачи линейного программирования - нахождение деятельности, реализация которой будет наиболее эффективной.

Для решения этих небольших задач были проанализированы следующие методы решения: метод анализа иерархии (МАИ), сетевой и связанный метод и метод динамического программирования. Был сделан вывод, что метод МАИ может быть применен к первой подзадаче; для второй - сетевой и связанный



метод и метод динамического программирования несовместимы с классической формой: разветвленный и связанный метод относится к реализации сложного программного обеспечения, метод динамического программирования связан со сложностью начальной подготовки.

Литература

1. Siddikov, I.Kh., Porubay, O.V., Lazareva, M.V., Abdulkhamidov, A.A. Trends in the development of intelligent systems when making management decisions in Uzbekistan / International scientific journal "Universum: technical sciences" / Issue 2 (71) (2020) / Moscow / pp.10-14
2. Siddikov, I.X., Umurzakova, D.M., Synthesis Algorithm for Fuzzy-logic Controllers. 14th International IEEE Scientific and Technical Conference Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics 2020 - Proceedings, 2020, DOI: 10.1109/Dynamics50954.2020.9306165.
3. Ларин, О.М. Исследование экономичности работы трансформаторов в системе электроснабжения промышленного предприятия / О.М. Ларин, Н.В. Хорошилов // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: тез. докл. 10-й междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. В 3 т. М.: МЭИ, 2004. Т. 2. С. 154-155.
4. Бирюлин, В.И. Применение графов для систем поддержки принятия решений по минимизации потерь электроэнергии / В.И. Бирюлин, О.М. Ларин // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: матер. II междунар. науч.-техн. конф. Курск, гос. техн. ун-т. 2004. С. 35-37.

Э.Л. Радина, Л.С. Зеленко

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО СЛЕДОВАТЕЛЯ

(Самарский университет)

Справедливая и эффективная система уголовного правосудия, неотъемлемой частью которой является расследование преступлений, способствует укреплению общественного доверия и прививает уважение к законности и порядку. По сути, расследование преступления представляет собой процесс, в ходе которого путем сбора фактов (доказательств) устанавливается лицо, совершившее преступление или имевшее умысел его совершить.

Работа по расследованию преступлений начинается со сбора информации. Далее следователь анализирует полученную информацию и выдвигает версии преступления. По итогам проведенной работы следователь формирует обвинительное заключение и представляет его в суд. На следователей обычно ложится большая нагрузка, она различается исходя от районов края, от направления, по которому специализируется следователь. В среднем, у следователя в производстве находится 5-6 дел одновременно [1].



Следователям необходима удобная система, которая поможет оптимизировать работу, повысить ее качество и уменьшить сроки предварительного расследования за счет сокращения временных затрат на поиск информации, включая доступ к законодательной справочной информации, оперативным справочникам, материалам каждого уголовного дела.

Авторами разрабатывается автоматизированное рабочее место (АРМ) следователя, с помощью которого можно будет вести учет по уголовным делам, материалам проверок и участникам процесса, контролировать сроки хода расследования и вести календарь судебной работы. АРМ поможет следователю организовать работу с большими объемами справочной информации, поможет исключить ошибки при применении законодательства в ходе предварительного следствия.

При проектировании системы была выбрана архитектура локальной одноранговой вычислительной сети, так как она относительно проста в установке и эксплуатации, имеет умеренную стоимость, независима от выполняемых вычислительных и других процессов для каждой включенной в сеть ЭВМ, имеет доступ к совместной эксплуатации периферийных устройств.

Структурная схема системы представлена на рисунке 1. Основными подсистемами являются:

- 1) Для следователя: подсистемы для работы с уголовными делами, с календарем и с сообщениями о преступлении.
- 2) Для администратора: подсистемы работы с БД и ведения справочников.
- 3) Общие подсистемы: регистрации и авторизации и справочная подсистема.

Вся информация, необходимая для работы системы, будет храниться в БД.

Разработка системы велась на языке программирования C#, в интегрированной среде разработки Microsoft Visual Studio, для доступа к данным использовалась СУБД Microsoft SQL Server.

С системой могут работать следователь и администратор, для этого они должны авторизоваться в системе (ввести логин и пароль). Администратор имеет расширенный набор прав и отвечает за ведение справочников базы данных (должности и звания, органы регистрации), добавление новых сотрудников, распределение дел между ними. Кроме того, он может отслеживать ход ведения всех уголовных дел, для этого в системе реализован календарь.

К функциям следователя относятся: работа с преступлениями и уголовными делами, он может изменять историю дела, подавать запросы о продлении срока и принимать процессуальные решения. Следователю также доступны функции просмотра личного календаря дел и поиска по всем сообщениям о преступлении и уголовным делам. Поиск возможен по ключевым словам или по фильтру выбора даты.

На рисунке 2 приведена экранная форма со сведениями о сотрудниках подразделения (о следователях), на рисунке 3 – со сведениями о преступлениях.



Рисунок 1 – Структурная схема системы

The screenshot shows the 'АРМ Следователя' interface. On the left is a sidebar with navigation options: 'Выйти', 'Календарь', 'Сообщения о преступлениях', 'Уголовные дела', 'Следователи', 'Органы регистрации', 'Преступники', and 'Должности и звания'. The main area displays a table of investigators with a search bar and a '+' button for adding new records.

Логин	Администра	ФИО	Дата рождения	Дата контракта	Дата повышения квалификац	Срок аттестации	Дата поступления на службу	Личный номер	Должность	Звание
ivan	<input checked="" type="checkbox"/>	Иванов И.И	17.03.2021 1:49	17.03.2021 1:49	17.03.2021 1:49	17.03.2021 1:49	17.03.2021 1:49	hgdsd	Советник	Подполковник юстиции
petro	<input type="checkbox"/>	Петров С.В	31.03.2021 3:29	31.03.2021 3:29	31.03.2016 3:29	08.03.2017 3:29	31.03.2012 3:29	12121	Ведущий советник	Майор юстиции
eleon	<input checked="" type="checkbox"/>	www w.w	31.03.2021 15:53	31.03.2021 15:53	31.03.2021 15:53	31.03.2021 15:53	31.03.2021 15:53	222	Начальник отдела	Младший лейтенант юстиции
qwert	<input checked="" type="checkbox"/>	qq q.q	31.03.2021 15:55	31.03.2021 15:55	31.03.2021 15:55	31.03.2021 15:55	31.03.2021 15:55	qq	Начальник отдела	Младший лейтенант юстиции
ivanov	<input checked="" type="checkbox"/>	Иванов И.И	08.04.2021 0:25	08.04.2021 0:25	08.04.2021 0:25	08.04.2021 0:25	08.04.2021 0:25	444-dggg	Начальник отдела	Младший лейтенант юстиции

Рисунок 2 – Экранная форма для просмотра информации о следователях

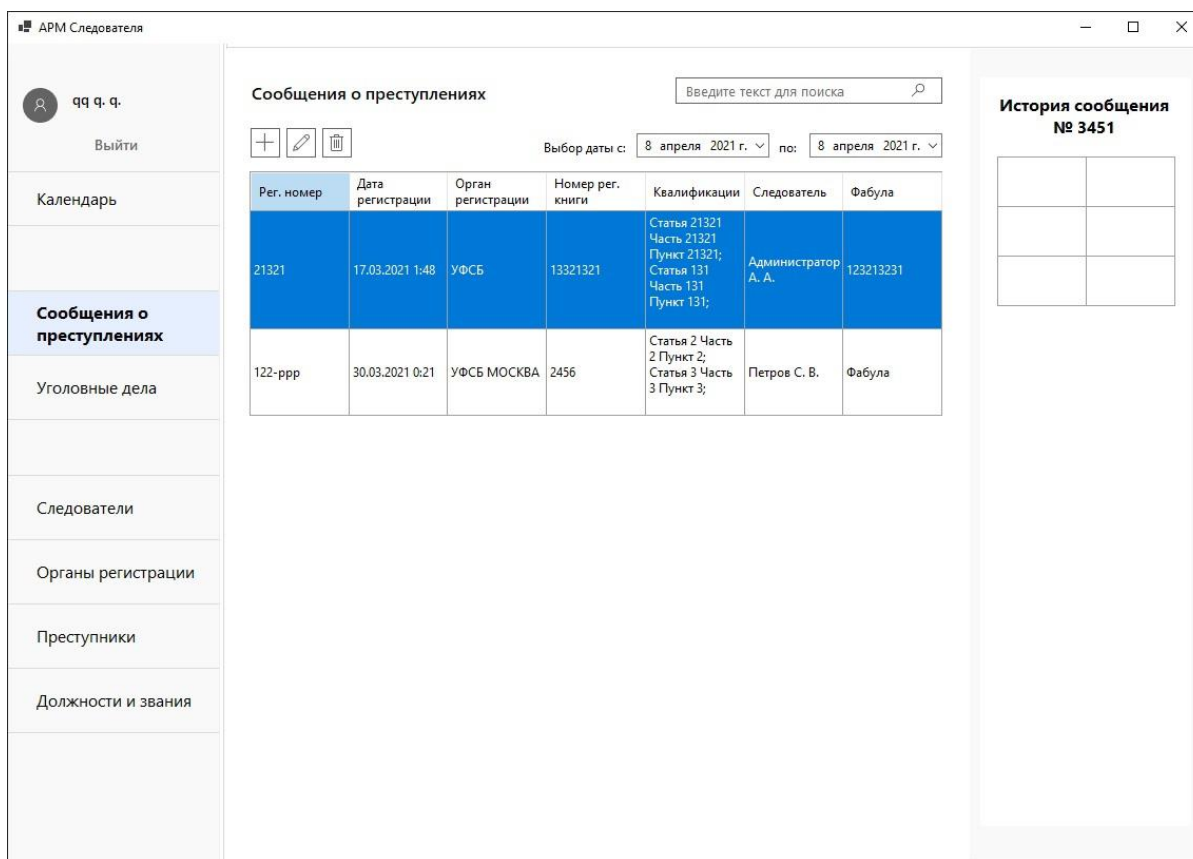


Рисунок 3 – Экранная форма для просмотра информации о преступлениях

Внедрение АРМ следователя в делопроизводство уголовного процесса позволит:

- Вести учет по уголовным делам, материалам проверок и участникам процесса, контролировать сроки хода расследования и вести календарь судебной работы.
- Организовать удобную работу с информацией и тем самым повысить качество и эффективность работы следователя.

Л.В. Романов, М.А. Кудрина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ И ВЕКТОРИЗАЦИИ МЕТОДОМ ХАФА

(Самарский университет)

Системы компьютерного зрения и распознавания образов широко входят в обыденную жизнь современного человека. На практике при обработке цифровых изображений часто возникает проблема обнаружения простых фигур, таких как прямые или окружности. Например, поиск прямолинейных сегментов изображений может использоваться в задаче навигации робота в незнакомой окружающей обстановке на основе видеoinформации от монокулярного источника. Изначально такие системы, применялись исключительно в военных и медицин-



ских целях, но сейчас существует спектр задач, где компьютерное зрение позволяет эффективно решать задачи управления и оповещения.

Методы выделения границ объектов на изображении основываются на производных различных степеней, т.е. на перепадах яркости пикселей в границах объектов на изображении.

Для решения задачи выделения границ и векторизации изображений была разработана автоматизированная система. Автоматизированная система позволяет выделять границы следующими методами:

- метод на основе градиента;
- метод на основе лапласиана;
- оператор Собеля;
- оператор Прюитта;
- оператор Робертса;
- оператор Шарра;
- метод Кэнни;
- метод Марр-Хилдрет.

Также система позволяет проводить векторизацию изображений с помощью преобразования Хафа.

Система предоставляет возможность пользователю загружать изображения с помощью соответствующего диалогового окна или с помощью функции Drag-and-drop. Далее пользователю предоставляется возможность выбора одного из вышеперечисленных методов обработки изображения, задания параметров обработки: выбора способа задания маски для Гауссовского размытия – стандартная матрица или непосредственное задание σ для расчета этой матрицы; возможность отключения Гауссовского размытия; задание верхнего и нижнего порогов фильтрации в пределах от 0 до 255. После обработки изображения пользователь может сохранить его в выбранном формате: *.jpg, *.png, *.bmp и *.gif. Кроме этого система предоставляет возможность просмотра справочной информации.

Система реализована в среде Microsoft Visual Studio 2017 на языке программирования C# и функционирует под управлением операционной системы Windows 7 и выше.

Среди выше перечисленных методов выделения границ наиболее эффективным признан метод Кэнни.

Оператор 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:

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

Маска «скользит» по изображению попиксельно, умножая значения яркости данного пикселя на значение ячейки матрицы фильтра и суммируя полученные значения. В итоге получается сглаженное изображение, в котором количество шума уменьшено и границы приближены к 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 и вертикального фильтра Собеля:

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

Модуль градиента вектора определяется следующим образом:

$$|\nabla f| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}. \quad (3)$$

Направление вектора градиента находится следующим образом:

$$\alpha(x, y) = \arctg\left(\frac{G_y}{G_x}\right), \quad (4)$$

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 $\alpha = 0^\circ$ и 180° : $\nabla f(x-1, y) < \nabla f(x, y) > \nabla f(x+1, y)$;
- б) для $\alpha = 90^\circ$ и 270° : $\nabla f(x, y-1) < \nabla f(x, y) > \nabla f(x, y+1)$;
- в) для $\alpha = 45^\circ$ и 225° : $\nabla f(x-1, y+1) < \nabla f(x, y) > \nabla f(x+1, y-1)$;
- г) для $\alpha = 135^\circ$ 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 пикселей, получивших на предыдущем этапе промежуточное значение и отнесению их к границе или подавлению.

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

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{P(x,y)} = 100 \Rightarrow P(x,y) = \text{buf}P \\ I_{P(x+k,y+k)} = 255 \\ \alpha(x,y) = \alpha(x+k,y+k) \end{array} \right\} \Rightarrow I_{P(x,y)} = 255, \quad (5)$$

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].

Разработка автоматизированной системы

На рисунке 1 можно видеть скриншот разработанной автоматизированной системы. В верхней и левой частях расположены элементы, позволяющие настраивать параметры обработки (1), имеется панель, на которой отображаются промежуточные этапы обработки (2), и результат обработки (3).

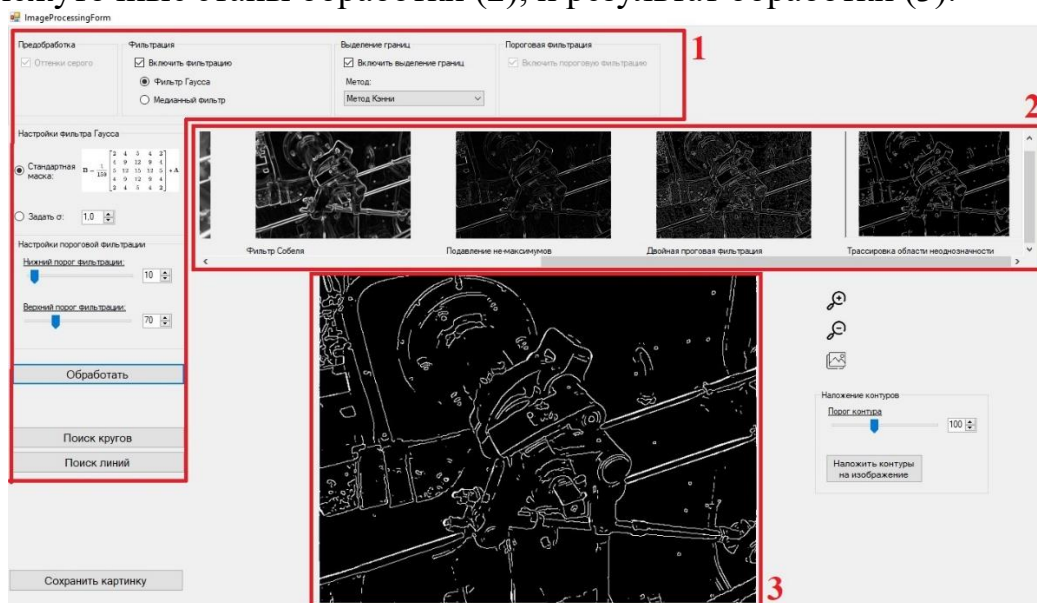


Рисунок 1 – Скриншот разработанной системы

На рисунке 2а представлен результат выделения границ методом Кэнни с помощью реализованной программы, а на рисунке 2б – результат выделения границ детектором Кэнни, который удалось найти в интернете и который взят нами в качестве эталонного.

Численная оценка качества выделения границ

Для численной оценки качества выделения границ используется комплексный критерий [3]:

$$D4 = \sqrt{(P_{co} - 1)^2 + (IMP - 1)^2 + P_{nd} + P_{fa}}. \quad (6)$$



Данный критерий может принимать значения из диапазона [0..2]. Детектор, для которого данный критерий имеет значение 0, является идеальным. И наоборот, детектор, значение критерия для которого равно 2, считается наихудшим.

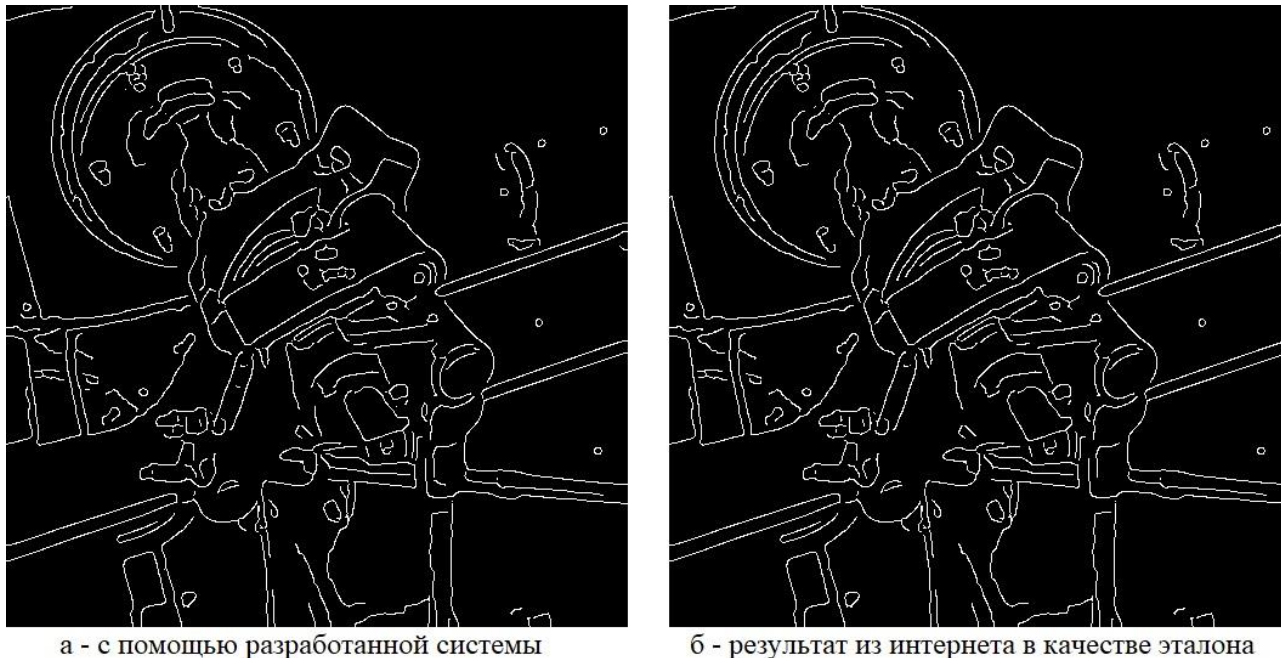


Рисунок 2 – Выделение границ методом Кэнни

Для вычисления данного критерия используются следующие метрики:

- 1) Вероятность верного детектирования:

$$P_{co} = \frac{TP}{\max(N_I, N_B)}, \quad (7)$$

где N_I – количество граничных точек в идеальном контуре объекта, N_B – количество граничных точек в полученном в процессе детектирования контуре объекта, TP (true positive) – количество верно определенных граничных точек объекта.

- 2) Вероятность ошибки первого рода:

$$P_{nd} = \frac{FN}{\max(N_I, N_B)}, \quad (8)$$

где FN (false negative) – количество точек, которые являются граничными точками объекта, но которые не были обнаружены детектором границ.

- 3) Вероятность ошибки второго рода:

$$P_{fa} = \frac{FP}{\max(N_I, N_B)}, \quad (9)$$

где FP (false positive) – количество точек, которые не являются граничными точками объекта, но которые были определены детектором границ.

- 4) Для оценки качества выделения границ, которые могут быть смещены, применяется метрика Прэтта имеющая вид [3]:



$$IMP = \frac{1}{\max(N_I, N_B)} \sum_{i=1}^{N_B} \frac{1}{1 + \alpha \times d_i}, \quad (10)$$

где α – коэффициент, регулирующий величину штрафа за смещение граничной точки, d_i – расстояние от граничной точки идеального контура до граничной точки полученного в результате детектирования границ контура.

Проведение эксперимента

Для изображений контуров на рисунке 2 получаем численные значения метрик: $P_{co} = 0,981$; $P_{nd} = 0,001$; $P_{fa} = 0,015$; $IMP = 1,057$, а значение критерия D4 при этом равно 0,14. Таким образом значение комплексного критерия D4 довольно близко к нулю, значит выделение границ можно считать качественным.

Также по рисунку 2 визуально видно, что результаты, полученные с помощью реализованной системы, очень похожи на результаты, найденные в интернете. Но нам не были заранее известны входные параметры обработки для эталона. То есть неизвестно, с какими порогами производилось выделение, с какой настройкой производилось размытие по Гауссу, поэтому полностью в точности такой же результат получить довольно сложно. Однако удалось получить результаты, совсем немного отличающиеся от найденного, в чем также можно убедиться и по полученной численной оценке.

Согласно методике, изложенной в РТМ 25139-74 для доверительной погрешности $P_d = 0,95$ число испытаний равно 29 [5].

Проведем вычисления для других 28 изображений. Для проведения эксперимента были использованы изображения из набора BSDS (Berkley Segmentation Data Set) [6]. Для вычисления значений метрик были использованы изображения, содержащие контуры объектов, сегментированных человеком. Контуры же, полученные с помощью разработанной системы, на каждом изображении визуально согласуются с ожидаемым результатом.

Полученные значения комплексной метрики D4 для каждого изображения можно видеть на графике на рисунке 3.

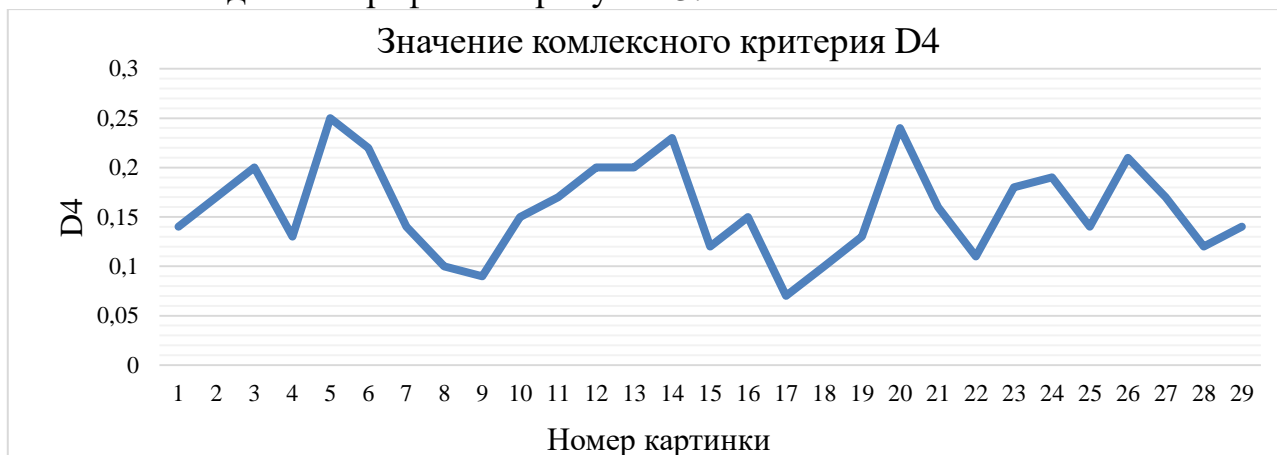


Рисунок 3 – График комплексного критерия D4 для 29 изображений

По графику видно, что минимальное значение комплексного критерия было 0,07, максимальное – 0,25, а среднее – 0,16, что довольно близко к нулю, а



значит выделение границ с помощью разработанной системы можно считать качественным.

Но в целом не стоит также забывать о том, что для каждого изображения нужно подбирать свои оптимальные параметры выделения границ. Одни и те же значения параметров не могут быть универсальным и использоваться для всех изображений.

Литература

1 Оператор Кэнни [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2021. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Оператор_Кэнни (дата обращения: 20.03.2021).

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

3 Прэтт У. Цифровая обработка изображений [Текст]/У. Прэтт. – М.: Мир, 1982.-790 с.

4 Gonzaga A. Method to Evaluate the Performance of Edge Detector [Текст]/A. Gonzaga./The XXII Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing. – 2009. – С. 87-91 с.

5 Методы нормирования метрологических характеристик, оценки и контроля характеристик погрешностей средств статистических измерений. РТМ 25139-74 [Текст] // Минприбор, 1974. – 76 с.

6 The Berkeley Segmentation Dataset and Benchmark [Электронный ресурс]. – URL: <https://www2.eecs.berkeley.edu/Research/Projects/CS/vision/bsds/> (дата обращения: 15.04.2021).

П.В. Семагина, Л.С. Зеленко

ПОДСИСТЕМА ЗАГРУЗКИ СТАНЦИОННЫХ УВЕДОМЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОТОВНОСТИ ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ К ВЫРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

(Самарский университет)

Электроэнергетика является наиболее важной отраслью энергетики, она включает в себя производство, передачу и сбыт электроэнергии [1]. Электроэнергию вырабатывает большое количество энергетических компаний, которые имеют статус участника оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ). Все они должны вырабатывать определенные объемы мощности и электроэнергии, которые определяет Системный оператор единой энергетической системы (СО ЕЭС) России.

Одной из основных функций СО ЕЭС является планирование энергетических режимов работы энергообъектов. Под планированием понимается опреде-



ление количества вырабатываемой мощности и электрической энергии на каждый час расчетных суток, которое удовлетворит запросы всех потребителей [2].

В результате планирования формируется план на каждый час отчетных суток, с помощью которого можно произвести расчет показателей готовности генерирующего оборудования к выработке электроэнергии. Работа по планированию энергетических режимов выполняется программно-аппаратным комплексом (ПАК) «MODES-Terminal», который был разработан компанией «Сенсоры. Модули. Системы – информационные технологии» специально по заказу СО ЕЭС России, а для расчета показателей готовности генерирующего оборудования был разработан ПАК «Готовность», одна из основных функций которого – сбор данных из внешних систем и расчет показателей на основе собранных данных.

В связи с этим появилась необходимость разработки подсистемы загрузки станционных уведомлений из ПАК «MODES-Terminal» в ПАК «Готовность», с помощью которой будет выполняться настройка исходных данных, получение данных из внешней системы и сохранение данных в базу данных ПАК «Готовность».

ПАК «Готовность» реализован в виде web-приложения на базе трехзвенной архитектуры «клиент-сервер приложений-БД». Разрабатываемая подсистема находится на сервере приложения (рисунок 1).

С подсистемой могут работать пользователи с ролями «Оператор» и «Администратор». Оператор может загрузить или отменить загрузку исходных данных, выбрать внешнюю систему для загрузки и запустить или прервать загрузку. Администратор может проверить подключение к внешней системе, изменить настройки подключения и сохранить или отменить внесенные изменения.

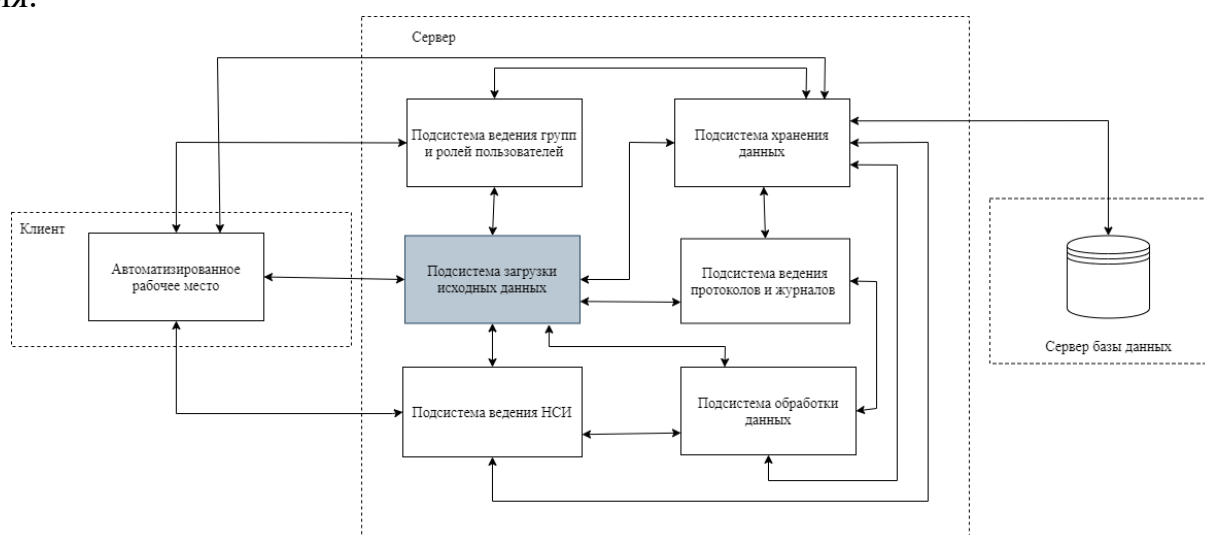


Рисунок 1 – Структурная схема ПАК «Готовность»

Для этого на странице администрирования была разработана форма настройки связи с внешней системой ПАК «MODES-Terminal», где в области настройки связи с внешней системой администратор может выполнить свои функции (рисунок 2).



Для отображения загруженных исходных данных была разработана форма таблицы отображения исходных данных. Экранная форма состоит из двух областей: области отображения загруженных исходных данных стационарного макета, где отображаются все уведомления стационарного макета, и области отображения данных загруженных макетов, разбитых по слоям (рисунок 3).

Рисунок 2 – Экранная форма для вкладки настройки связи с ПАК «MODES-Terminal»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Уведомление 1 (28.12.2020 08:44)																							
Рмакс_акт	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023
Рмин_акт	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Температура	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Уведомление 2 (29.12.2020 08:39)																							
Уведомление 3 (30.12.2020 09:24)																							
Уведомление 1 (30.12.2020 14:47)																							
Рмакс_акт	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023	415.023
Рмин_акт	368	368	363	363	358	358	358	363	363	363	363	363	363	363	363	363	363	368	368	368	368	368	368
Температура	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Рисунок 3 – Экранная форма таблицы отображения загруженных исходных данных из ПАК «MODES-Terminal»

На текущий момент подсистема находится в промышленной эксплуатации.



Литература

- 1 Определение электроэнергии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.klyaksa.net> (дата обращения: 25.10.2020).
- 2 Планирование электроэнергетических режимов работы энергообъектов и энергосистем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sou-ups.ru/functioning/reliability/regime-plan/> (дата обращения: 25.10.2020).

В.М. Сиников

МЕТОД ПОДВИЖНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О ДВИЖЕНИИ КАВИТАЦИОННОЙ ПОЛОСТИ МЕЖДУ ДВУМЯ ПЛОСКИМИ ГРАНИЦАМИ РАЗДЕЛА

(Самарский университет)

В работе предлагается численный метод решения осесимметричных задач о захлопывании деформирующейся паровой каверны в идеальной несжимаемой жидкости между двумя плоскими границами раздела. Задача состоит в следующем. Пусть в идеальной несжимаемой жидкости между двумя твердыми плоскостями находится сферическая каверна радиуса R_0 .

Предполагается, что в начальный момент времени поверхность полости сферическая, жидкость покоится, а границы расположены таким образом, что задача может рассматриваться как осесимметричная относительно оси, ортогональной границам раздела и проходящей через центр каверны. Начальное давление газа внутри каверны и в жидкости равны $P_{Г0}$ и P_{∞}^0 , соответственно. Предполагается, что в начальный момент выполняется условие статического равновесия $P_{Г0} = P_{\infty}^0 + 2\sigma/R_0$. В момент времени $t=0$ давление в жидкости становится равным $P_{\infty}^1 > P_{\infty}^0$. В результате каверна начинает сжиматься и деформироваться. Осесимметричное движение жидкости рассматривается в неподвижной цилиндрической системе координат r, z с началом координат на одной из границ, в соответствии с рис. 1.

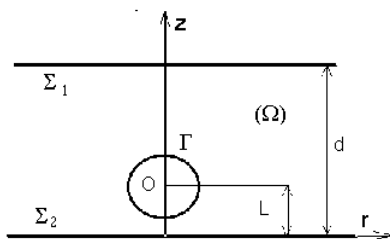


Рис. 1

В безразмерных переменных задача сводится к решению следующей системы.

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} = 0 \text{ в } \Omega \quad (1)$$

$$\Phi \Big|_{r=0} = 0 \quad (2)$$



$\Phi \rightarrow 0$ при $(r, z) \rightarrow \infty$)

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} = \kappa + f \cdot (k - 1) + \zeta \cdot [\sin(\omega \cdot t) - 1] + \beta \cdot (1 - w^{-\gamma}) - (v_r^2 + v_z^2) / 2 \quad \text{на } \Gamma(4)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial z} = 0 \text{ на границах раздела } \Sigma_1 \text{ и } \Sigma_2 \quad (5)$$

Для решения задачи используется специально разработанный численный метод [2], основанный на представлении решения в виде суммы потенциалов подвижных гидродинамических особенностей, расположенных на оси симметрии внутри полости. Решение ищется в виде

$$\Phi = \sum_{k=1}^{\infty} A_k(t) \left[\frac{1}{d'_k} + \frac{1}{D'_k} + \sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{1}{d''_{kj}} + \frac{1}{D''_{kj}} + \frac{1}{d'''_{kj}} + \frac{1}{D'''_{kj}} \right) \right] \quad (6)$$

$$\text{где } d'_k = \sqrt{r^2 + (z - z_k)^2}, D'_k = \sqrt{r^2 + (z + z_k)^2}, d''_{kj} = \sqrt{r^2 + (z - 2d \cdot j - z_k)^2}, \\ D''_{kj} = \sqrt{r^2 + (z - 2d \cdot j + z_k)^2}, d'''_{kj} = \sqrt{r^2 + (z + 2d \cdot j - z_k)^2}, D'''_{kj} = \sqrt{r^2 + (z + 2d \cdot j + z_k)^2}.$$

Это соответствует представлению решения в виде суперпозиции потенциалов сосредоточенных гидродинамических особенностей, выбранных на оси каверны, и последующему применению метода отражения для удовлетворения условию (5). Следует отметить, что (6) при любом конечном пределе суммирования P по k на Σ_1 удовлетворяет условию (5) точно, а на Σ_2 приближенно. Причем для того, чтобы погрешность выполнения этого условия, не больше, чем $\varepsilon > 0$, необходимо выполнение условия

$$P \geq \frac{1}{d\sqrt{2\varepsilon}} \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} [A_k(t)]} \quad (7)$$

В итоге, задача сводится к решению системы обыкновенных дифференциальных уравнений, на каждом шаге интегрирования которой приходится решать плохо- обусловленную систему алгебраических уравнений. В работе для интегрирования системы дифференциальных уравнений используется метод Хэммита 4-го порядка с автоматическим выбором шага, а для решения плохо- обусловленных систем линейных алгебраических уравнений- метод регуляризации Тихонова [1]. Для решения рассматриваемой задачи на образующей полости выбиралось $M=20$ дискретных точек, а число особенностей-равным $N=10$. Точность $\varepsilon=0.001$. Число необходимых отражений определялось в процессе решения задачи. С использованием вышеизложенной процедуры были получены решения для различных значений параметров. Приведем некоторые результаты для захлопывания пустых полостей.

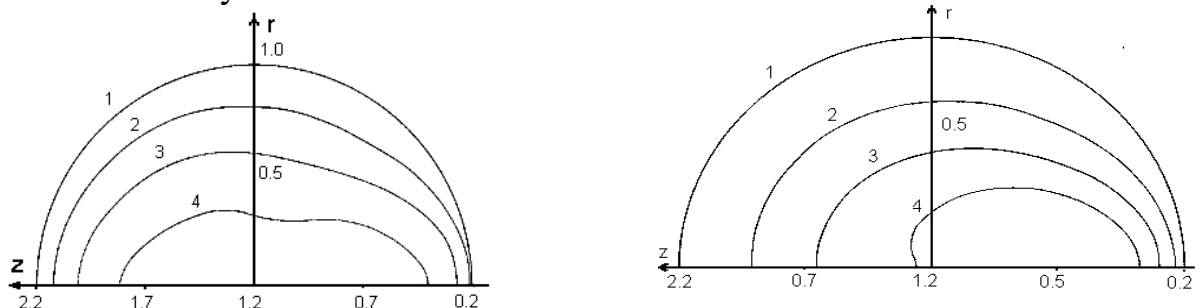




Рис. 2

Рис. 3

На рис. 2 приведены конфигурации образующей поверхности в моменты времени: $t=0.0$; 2-1.08; 3- 1.45; 4-1.69 для параметров: $L=1.2R_0$; $d=2.5R_0$; $\kappa=1$, $\beta=0$, $f=0$, $\omega=0$, $\zeta=0$. В этом случае полость находилась почти на равном удалении от границ раздела. На рис. 3 приведены конфигурации образующей поверхности в моменты времени: $t=0.0$; 2-1.08; 3- 1.44; 4-1.542 для параметров: $L=1.2R_0$; $d=3.5R_0$; $\kappa=1$, $\beta=0$, $f=0$, $\omega=0$, $\zeta=0$.

Приведенные результаты показывают, что

1. В случаях, когда расстояние между границами раздела соизмеримо с диаметром полости, то на определенной стадии захлопывания каверны на ее поверхности формируется кольцевая струя, что должно приводить к ее дроблению.

2. При уменьшении расстояния между границами раздела значительно снижается скорость захлопывания полости.

3. При удалении одной из стенок место образования кольцевой струи смещается к полюсу, противоположному ближайшей границе раздела.

Полученные результаты качественно согласуются с результатами натуральных наблюдений за процессом захлопывания полостей[3].

Литература

1. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач.- М.:Наука,1979, 284 стр.

2. Сиников В.М. Об использовании метода регуляризации в задачах о движении деформирующейся полости вблизи границ раздела. Сборник трудов 9-ой международной научно-практической конференции ” Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности», СПб, изд-во Политех. университета,2010,стр.425-426.

3. Кнэпп Р. ,Дэйли Дж., Хэммит Ф.Г. Кавитация.-М.:Мир,1974.

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

КОНЦЕПЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПОДДЕРЖКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

(Ульяновский государственный университет)

Требования к надёжности и ресурсу конструкции изделий для работы в чрезвычайно жёстких условиях эксплуатации. определяют необходимость разработки новых комплексных технических решений одним из таких подходов является построение интеллектуальной платформы.

Под платформой понимается база на которой строится архитектура информационной системы, при этом фундамент платформы обеспечивает воз-



возможность создания на ней многовариантных архитектур разной функциональности.

Сокращение сроков и издержек обеспечения технологической готовности предприятия к выпуску продукции для интеллектуализации задач ТПП может быть достигнуто многими подходами и средствами, наибольшую ценность имеют оптимальное использование резервов производства основанные на интеллектуальном мониторинге процессов ТПП, включающем

- внедрение онтологического подхода и информационной платформы, обеспечивающей взаимодействие существующей информационной среды с внедряемыми онтологиями;

- реализацию и поддержку в рамках информационной платформы мониторинга процессов ТПП ,

- разработку на базе онтологий методов повышения качества организационных планов ТПП и реализация их в рамках информационной платформы

- разработку на базе онтологий методов повышения качества технологической документации (ТД)

- контроль уровня технологической готовности производства (контроль комплектности ТД и методы проектирования шаблонной оснастки).

Функциональное представление гибкой платформы поддержки технологической подготовки описывается с точки зрения конечного пользователя платформы. В этом случае описание базируется на бизнес-процессе технологической подготовки производства и описывает автоматизированные и интеллектуализированные функции в рамках платформы.

Набор таких функций может быть различным в зависимости от реализации платформы и потребностей конкретного предприятия. Определены приоритетные направления сокращения издержек технологической подготовки производства, исходя из них , сформулированы основные функции, реализуемые платформой:

- контроль процесса подготовка комплекта ТД;
- поиск оптимального релевантного комплекта ТД;
- формирование шаблона комплекта ТД для конкретного изделия при отсутствии типового комплекта ТД;
- проверка комплектности ТД;
- проектирование шаблонной оснастки;
- контроль качества организационных планов ТПП;

анализ рисков, исходя из комплекта ТД и имеющихся ресурсов.

Уровни архитектуры платформы, включают

уровень хранения, уровень бизнес-логики, уровень представления:

1 Уровень хранения:

- а) хранение производственной информации: данные (данные PLM/CALS, факты о предметной области, как источник знаний для Data Mining), знания (онтологии, правила), документы, тексты (из PLM/CALS, как источники знаний для Natural Language Processing, как доказательная база для объяснений);



б) пополнение знаний (знания экспертов, знания, выявленные из статистических данных, знания, полученные на основе анализа текстов);

2 **Уровень бизнес-логики:**

а) алгоритмы получения нового знания (машины вывода, методы обработки естественно-языковых текстов, машинного обучения, извлечения знаний и т.д., автоматизированные методы работы с экспертами);

б) алгоритмы обеспечения ТПП (политики доступа к уровню хранения, алгоритмические модели технологической подготовки производств, регламенты технологической подготовки);

3 **Уровень представления:**

а) предоставление корпоративным пользователям (онтологии, витрины данных, модели принятия решений, аналитические отчёты);

б) представление когнитологу/аналитику логики работы платформы (онтологии и правила, статистические модели, формы настройки методов извлечения знаний, вывода, аргументации и т.д.).

Уровень хранения предназначен для построения репозитория для технологической подготовки производства, что означает, что в репозитории должны находиться разные по типу данные: структурированные и неструктурированные. Структурированные данные поступают в репозиторий из систем поддержки жизненного цикла изделия (из PLM/CALS), а также как факты для продукционной модели представления знаний (правил) от пользователей и внешних датчиков. Данные при достаточной репрезентативности являются ещё и источником знаний (методы Machine Learning, Data Mining).

К неструктурированным данным могут относиться **тексты** из корпоративной сети и документы из корпоративных систем, которые можно рассматривать и как данные и как источники знаний (методы Natural Language Processing).

Уровень бизнес-логики включает набор моделей и методов, обеспечивающих выполнение функций платформы, а именно работу с данными и знаниями для поддержки процесса технологической подготовки производства.

Платформа не выполняет классические функции САПР ТП, а лишь дополняет их. Поэтому её функционал сосредоточен на методах и моделях обработки данных и знаний:

1) для знаний:

- алгоритмы вывода на основе имеющихся моделей представления знаний (онтологий и правил),
- получение новых знаний из данных,
- получение новых знаний из текстов на естественных языках,
- получение новых знаний от экспертов, согласование знаний.

2) для данных и процессов ТПП:

- организационная информация о процессах ТПП - политики доступа к уровню хранения, регламенты технологической подготовки
- алгоритмические модели технологической подготовки производств (контроль, поиск и т.д.)



Уровень представления обеспечивает визуализацию данных и знаний с учётом производственных норм и инструменты взаимодействия другими уровнями. При этом представление содержания репозитория и функций платформы должно осуществляться в соответствии с ролями пользователей. У платформы может быть большое число разных ролей в соответствии с должностными инструкциями работников предприятия.

С точки зрения функционирования платформы важно выделить два типа пользователя – конечного, который получает доступ к функциям платформы в соответствии с бизнес-процессом ТПП, и когнитолог/аналитик, пользователь, который отвечает за расширяемость репозитория платформы и контролирует процессы пополнения данных, знаний и текстов.

Макет гибкой платформы реализован на языках Python, JavaScript, HTML, использует машину вывода Pellet, взаимодействует с базой данных PostgreSQL и онтологией, хранящей информацию о предметной области поддержки технологического процесса. Средство разработки онтологии – Protege. Языки запросов к базе данных – SQL, к онтологии – SPARQL.

На языке Python реализуется серверная часть разработанной платформы и выполняются следующие функции: взаимодействие с базой данных; подключение к онтологии, созданной на языке OWL и сохранённой в формате RDF; генерацию и отображение HTML-страниц; создание и управление процессами, задачами, комплектами документов.

Для работы с онтологией используется дополнительная библиотека Owlready2, которая позволяет: импортировать онтологии в форматах NTriples, RDF/XML, OWL/XML; экспортировать онтологии в форматах NTriples, RDF/XML; управлять классами, экземплярами, свойствами онтологии как объектами Python; выполнять SPARQL запросы; запускать машины вывода Pellet, Hermit; сохранять полученные результаты в базе данных PostgreSQL.

Онтологическое моделирование на основе разработанной платформы осуществляется при решении ряда таких важных задач, как проверка комплектности технологической документации, формирование вида нового комплекта ТД, выбор оптимального комплекта ТД из множества релевантных прецедентных комплектов ТД, выявление проблемных ситуаций на основе выбранного релевантного комплекта ТД, повышение качества выпускаемых изделий на основе создания оптимальных маршрутных карт, поддержка инструментально-технологического сопровождения процессов проектирования шаблонной оснастки с использованием средств онтологической поддержки.

Использование онтологического моделирования в перечисленных задачах позволяет повысить качество ТПП.

А.А. Смагин, С.Н. Ларин, Р.Г. Бильданов, А.А. Булаев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭТАПОВ
ПРОИЗВОДСТВА РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ



(Ульяновский государственный университет)

Технологический процесс производства радиофармпрепаратов (РФП) включает в себя последовательно выполняемые операции, требующие проверки на корректное выполнение по нескольким показателям. Отслеживание вводимых показателей, а также возможность перехода от одной операции к другой контролируются с помощью средства проверки выполнения этапов производства РФП. Такое средство (Рис. 4) включает в себя следующие компоненты:

- *Оператора* (лаборанта), вводящего новые показатели по стадиям и операциям производства РФП;
- *онтологию*, описывающую процесс разработки РФП;
- *базу прецедентов*, содержащую данные о введенных показателях и результатах проверки;
- *имитатор* с графическим интерфейсом, обеспечивающий ввод новых показателей оператором (лаборантом) и выполняющий проверку введенных показателей.

Взаимодействие компонентов с имитатором осуществляется с помощью языков запросов к данным:

- *онтология и имитатор* – язык запросов SPARQL, работающий с данными, представленными по модели RDF;
- *база прецедентов и имитатор* – язык запросов SQL для взаимодействия с реляционными базами данных.

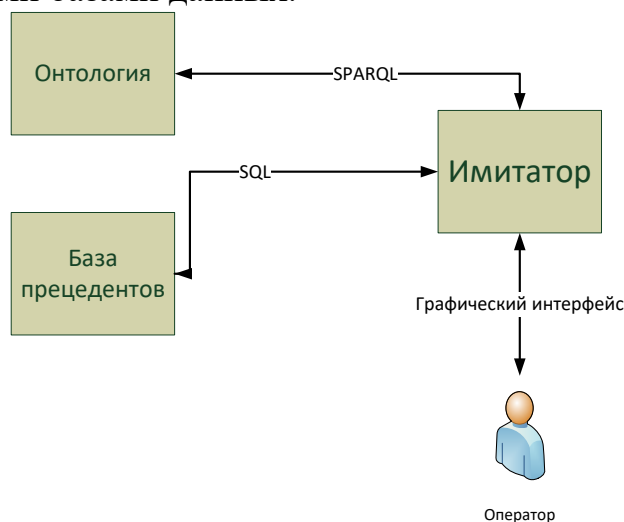


Рис. 4. Схема работы средства проверки выполнения этапов производства РФП

Имитатор (Рис. 5) выполняет следующие функции и состоит из модулей, осуществляющих эти функции:

- ввод оператором и проверка на корректность новых показателей;
- подключение к онтологии и обмен данными с ней по языку SPARQL;
- подключение к базе данных прецедентов и обмен данными с ней по языку SQL;



- формирование проверочных матриц на основе классов, объектов и их атрибутов, представленных в онтологии;
- проверка введенных оператором показателей и запись результатов в базу данных прецедентов.

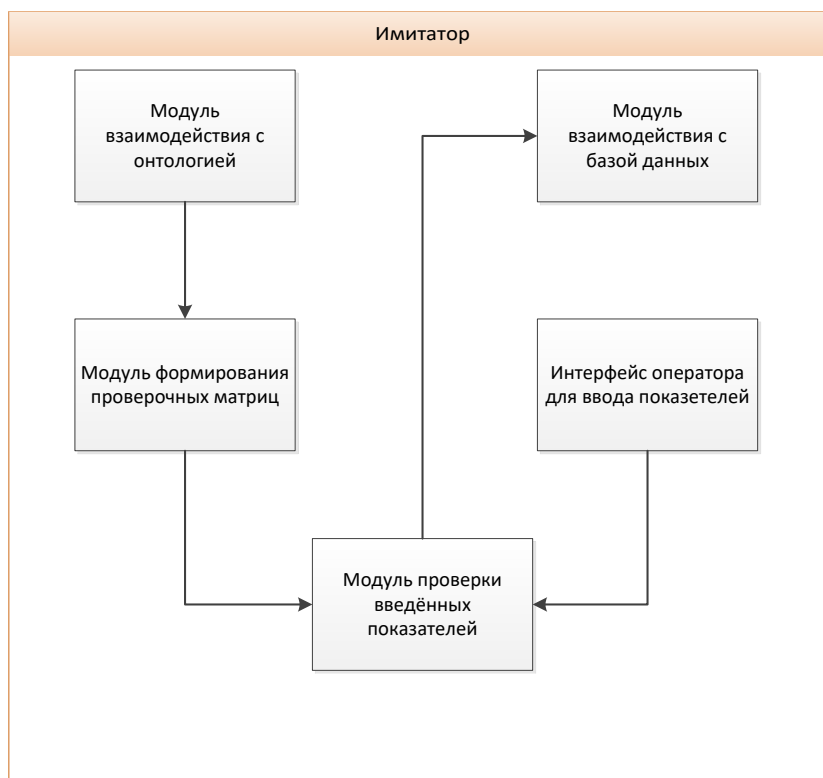


Рис. 5. Структурная схема имитатора

Ниже представлен алгоритм работы имитатора (Рис. 6), который включает в себя следующие шаги:

- подключение к онтологии и базе данных прецедентов;
- формирование проверочных матриц на основе данных из онтологии;
- ввод показателей с помощью интерфейса оператора (ввод показателей осуществляется путем установления «галочки» у тех операций производства, которые несут булевый характер (выполнено/не выполнено) и ввода численных значений у других показателей. В случае, если какое-то значение не было введено, то интерфейс «подсвечивает» красным цветом этот показатель и предлагает ввести его значение);
- проверка выполнения этапов производства путем перемножения вектора-строки введенных показателей на соответствующую проверочную матрицу;
- вывод результата проверки на экран и запись в базу данных прецедентов.

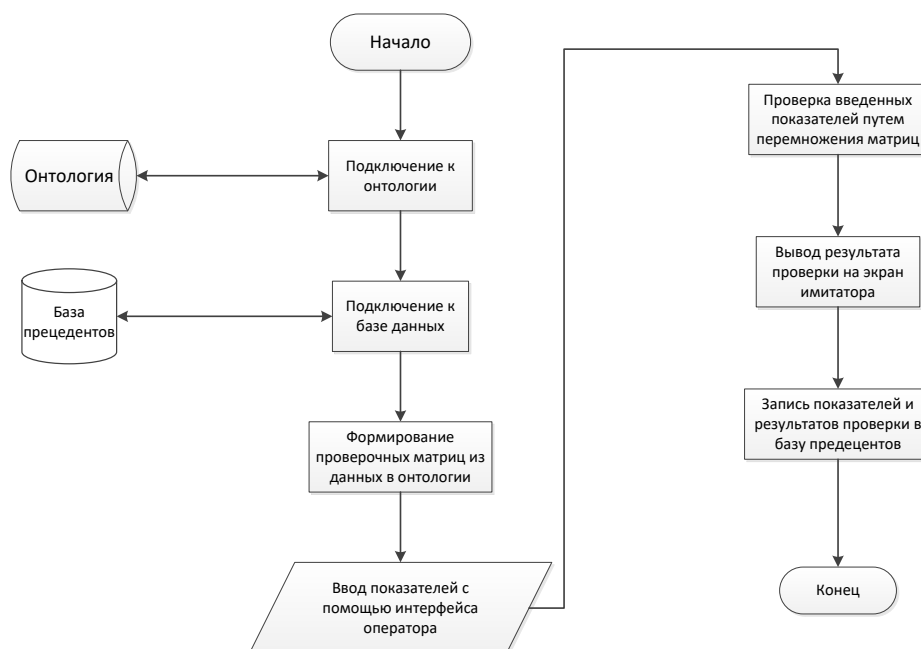


Рис. 6. Алгоритм работы имитатора

База данных прецедентов содержит 5 таблиц:

- операторы (пользователи), имеющие возможность вносить показатели;
- полный список операций производства РФП с привязкой по стадиям;
- истории выпусков РФП;
- вводимые ранее показатели по операциям производства РФП;
- выпуски РФП с описанием результата проверки, датой проверки и введенными при этой проверке показателями.

База данных прецедентов позволяет предсказывать возможность корректного производства РФП на основе частично введенных показателей и предыдущих проверок.

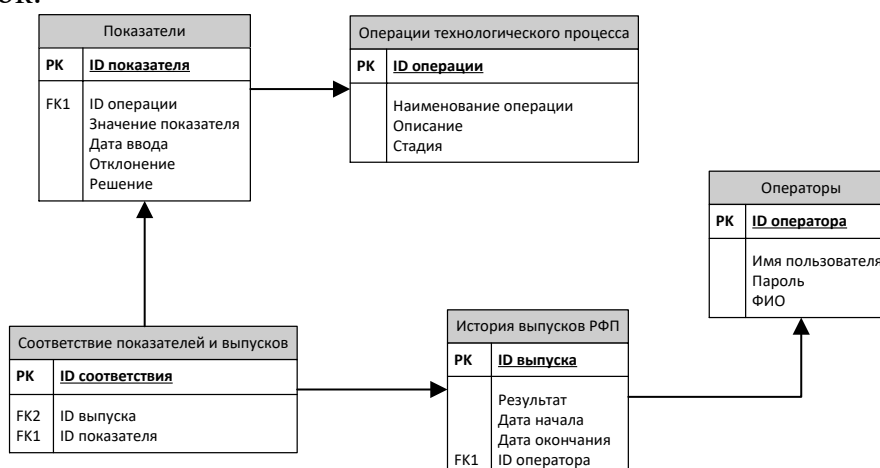


Рис. 7. Логическая модель базы данных прецедентов

Программная реализация базы данных прецедентов выполнена в СУБД PostgreSQL.

Онтология описания процесса разработки РФП содержит дерево стадий производства, операции, входящие в эти стадии, и показатели для каждой операции с информацией о допустимых значениях.



На основе данных, хранящихся в онтологии, строится графический интерфейс оператора в виде дерева стадий производства РФП и их операций. Для каждой операции отображаются элементы ввода по показателям (чекбокс, если показатель имеет булевый тип (да/нет), либо текстовое поле, если для показателя необходимо ввести числовое значение).

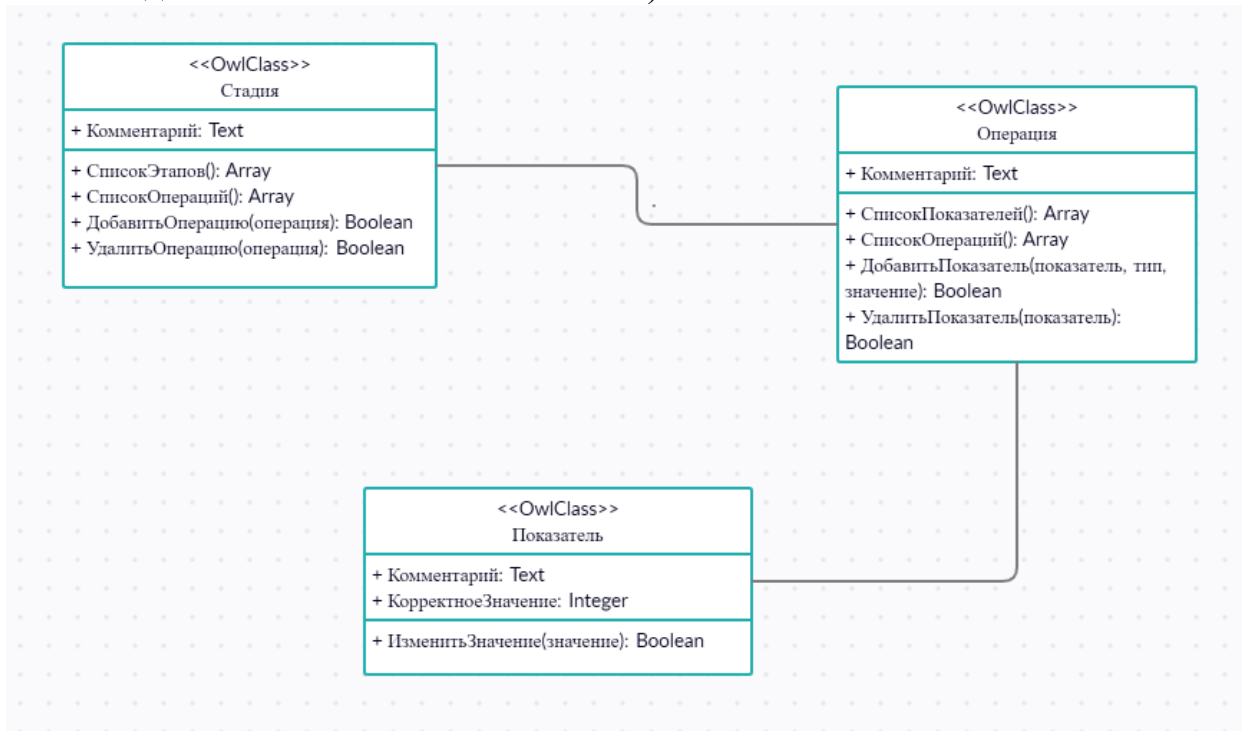


Рис. 8. Диаграмма классов онтологии описания процесса разработки РФП

Использование предложенного средства проверки выполнения этапов технологического процесса позволяет повысить качество производства РФП.

А.А. Сытник, Т.Э. Шульга

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ

(Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.)

Одной из актуальных проблем современной прикладной информатики является проблема моделирования и анализа больших объемов данных, представленных в электронном виде. В рамках этой проблемы особое место занимает задача анализа данных с целью поддержки принятия решений. Традиционная математическая статистика, долгое время претендовавшая на роль основного инструмента анализа данных, сегодня в основном используется для проверки заранее сформулированных гипотез и для “грубого” разведочного анализа, составляющего основу оперативной аналитической обработки данных (OLAP). Для выявления неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных для интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различ-



ных сферах человеческой деятельности в последние десятилетие активно используются методы интеллектуального анализа данных).

Объектом исследования являются модели, методы и программное обеспечение анализа данных.

Целью работы является разработка моделей, методов и программного обеспечения анализа данных для решения различных технических и социально-экономических задач.

В результате исследования разработаны модели и программное обеспечение для анализа RDF-данных о вузах РФ; методы построения онтологий на основе анализа текстов; модель учебных курсов в виде онтологии; программное обеспечение, реализующее методы оценки юзабилити на основе анализа данных активности пользователей; программный модуль подсчета светового потока систем внутреннего и внешнего освещения; информационная система анализа данных отдела продаж страховой компании других экономических и социальных задачах; программный комплекс для дистанционного управления электронным оборудованием; модель данных для системы обработки информации об электропотреблении.

Литература

1. Yuliya Nikulina, Tatiana Shulga, Alexander Sytnik, and Olga Toropova. System Analysis of the Process of Determining the Room Category on Explosion and Fire Hazard. Domain In: Recent Research in Control Engineering and Decision Making. Studies in Systems, Decision and Control, Vol. 337, pp. 125-140. Springer Nature Switzerland AG 2021.
2. Сытник А.А., Шульга Т.Э., Шульга И.И. О проблемах представления данных высшего образования и науки российской федерации с использованием технологий семантического веба //Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки» №2(46) / 2020. С. 15-29.
3. Shulga T., Sytnik A., Danilov N., Palashevskii D. (2020) Ontology-Based Model of User Activity Data for Cyber-Physical Systems. In: Kravets A., Bolshakov A., Shcherbakov M. (eds) Cyber-Physical Systems: Advances in Design & Modeling. Studies in Systems, Decision and Control, vol 259. Springer, Cham DOI: 10.1007/978-3-030-32579-4_16
4. Сытник А.А., Шульга Т.Э., Данилов Н.А. Онтология предметной области "удобство использования программного обеспечения". Труды института системного программирования РАН. Том: 30. №-2. 2018 Издательство: Институт системного программирования РАН (Москва) ISSN: 2079-8156eISSN: 2220-6426 С.195-214.
5. Сытник А.А. Восстановление поведения сложных систем. Изд-во СГУ. 1992. 192 с.
6. Сытник А.А. Перечислимость при восстановлении поведения автоматов //Доклады РАН. 1993. Т.238. N1. С.25-26.

А.С. Федотов, Д.В. Еленев



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ

(Самарский университет)

Для собирания, хранения и выставкой для обозрения памятников истории, искусства, научной деятельности и других экспонатов существует большое количество музеев. В ряде случаев публичная демонстрация части или всех экспонатов музея затруднена в связи с необходимостью соблюдения правил и режима доступа и хранения экспонатов. Примером являются экспонаты, чувствительные к яркому освещению, температурному воздействию, влажности и пр. К ним могут быть отнесены коллекции растений, бабочек и других объектов природы. По указанным причинам потребность создания виртуального музея возникла и в Самарском университете им. академика С.П. Королева.

Очевидно, что из-за своей цифровой природы виртуальные музеи представляют собой отход от реальных музеев, которые традиционно задумывались как здания, в которых хранятся и выставляются культурные объекты. В связи с ограничениями на проведение массовых мероприятий в условиях угрозы вирусных инфекций актуальность создания виртуальных музеев только повышается.

Целью данной работы является разработка системы управления контентом виртуального музея для демонстрации экспонатов или других предметов культурно-исторического наследия пользователям, которая позволит вести изучение экспонатов не выходя из дома.

Функциональное назначение системы описывается диаграммой вариантов использования (рисунок 1). Проектируемая система представляется в виде множества сущностей, взаимодействие которых с системой отображается в виде взаимосвязанных вариантов использования.

Вариант использования – последовательность действий, которые система или другая сущность могут выполнять в процессе взаимодействия.

Методы использования системы представляют собой набор опций, на которые ориентирована система и какие задачи она должна решать. В данном случае система предназначена для управления контентом виртуального музея и демонстрации различных экспонатов, которые по каким-либо причинам не могут быть выставлены на всеобщее обозрение в реальном мире.

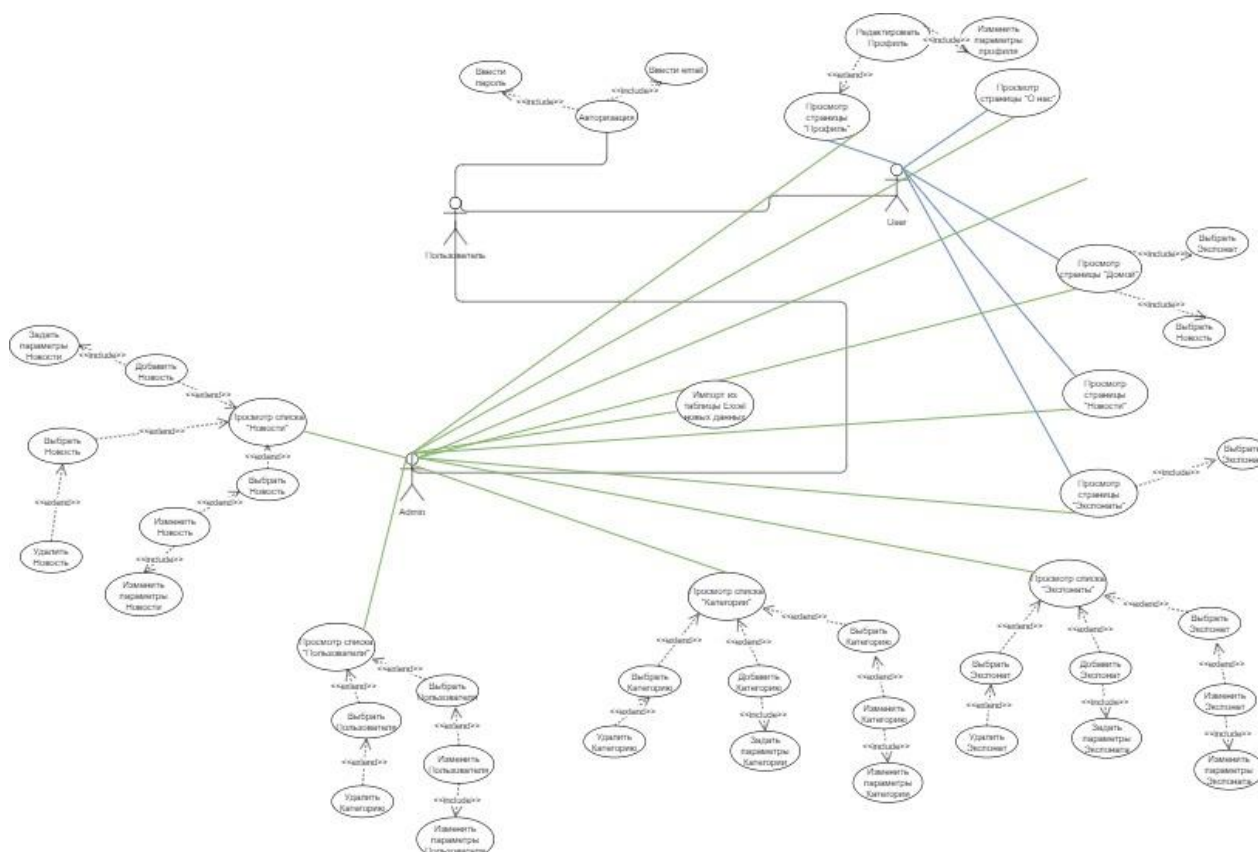


Рисунок 1

В результате работы была разработана система, пользовательский интерфейс которой показан на рисунках 2 – 4.

Функционал системы включает в себя управление экспонатами с их каталогизацией, загрузкой мультимедийных файлов и метаданных.

Дальнейшим направлением работы над системой является оптимизация передачи мультимедийных файлов большого объема с загрузкой по запросу, что необходимо как для снижения сетевого трафика клиента и обеспечения доступа из сетей с низкой скоростью передачи данных, так и для снижения нагрузки на сервер виртуального музея.

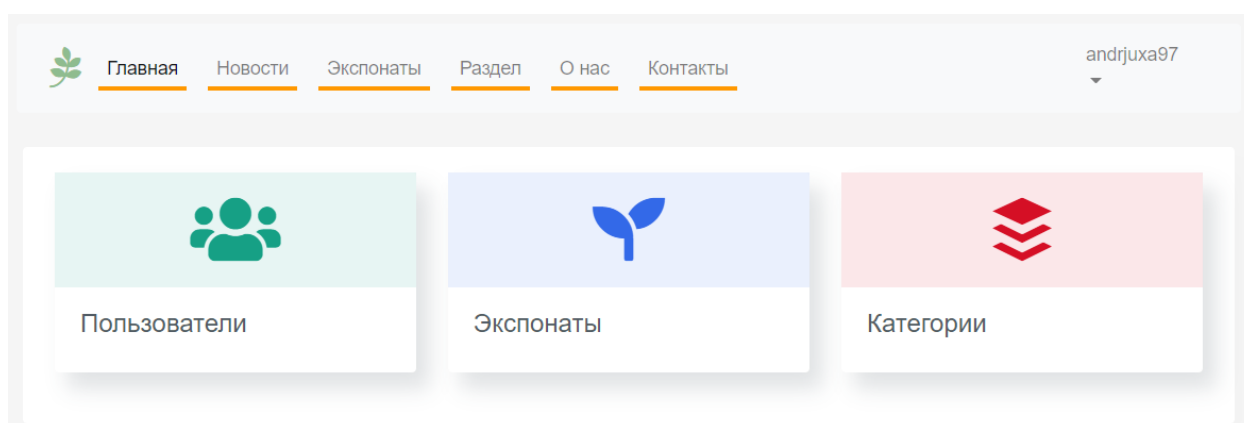


Рисунок 2 – Страница управления

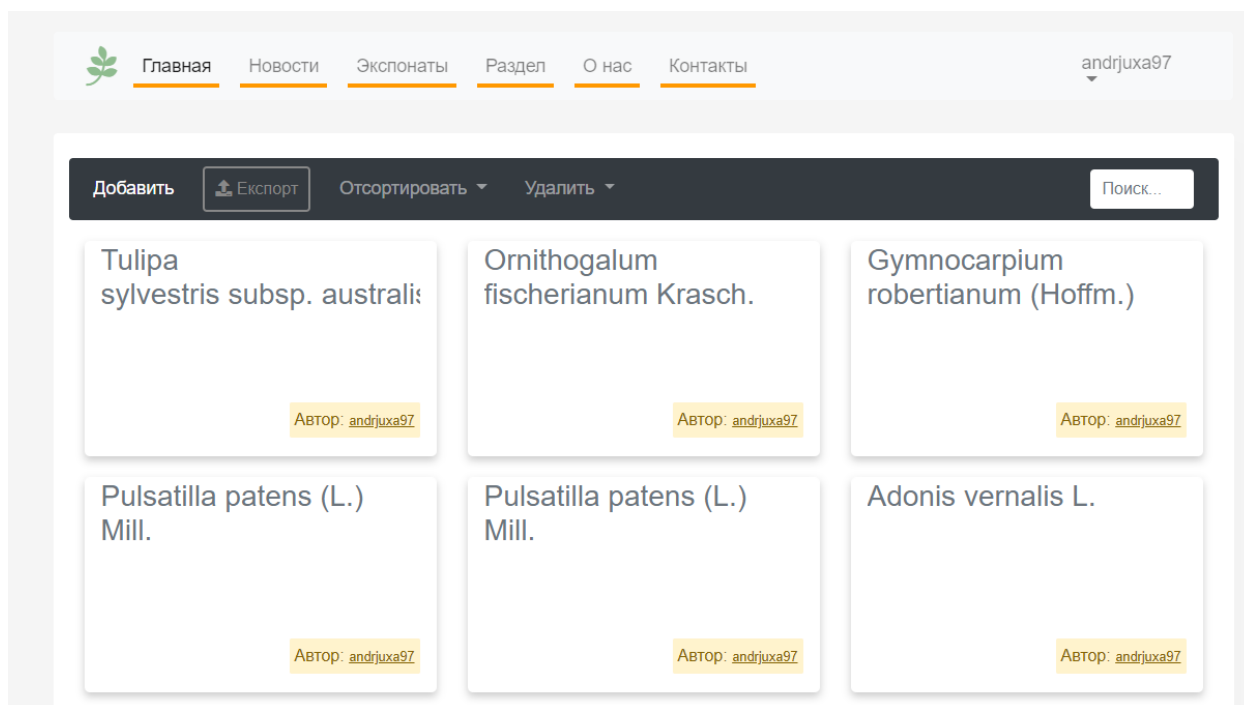


Рисунок 3 – Страница всех экспонатов

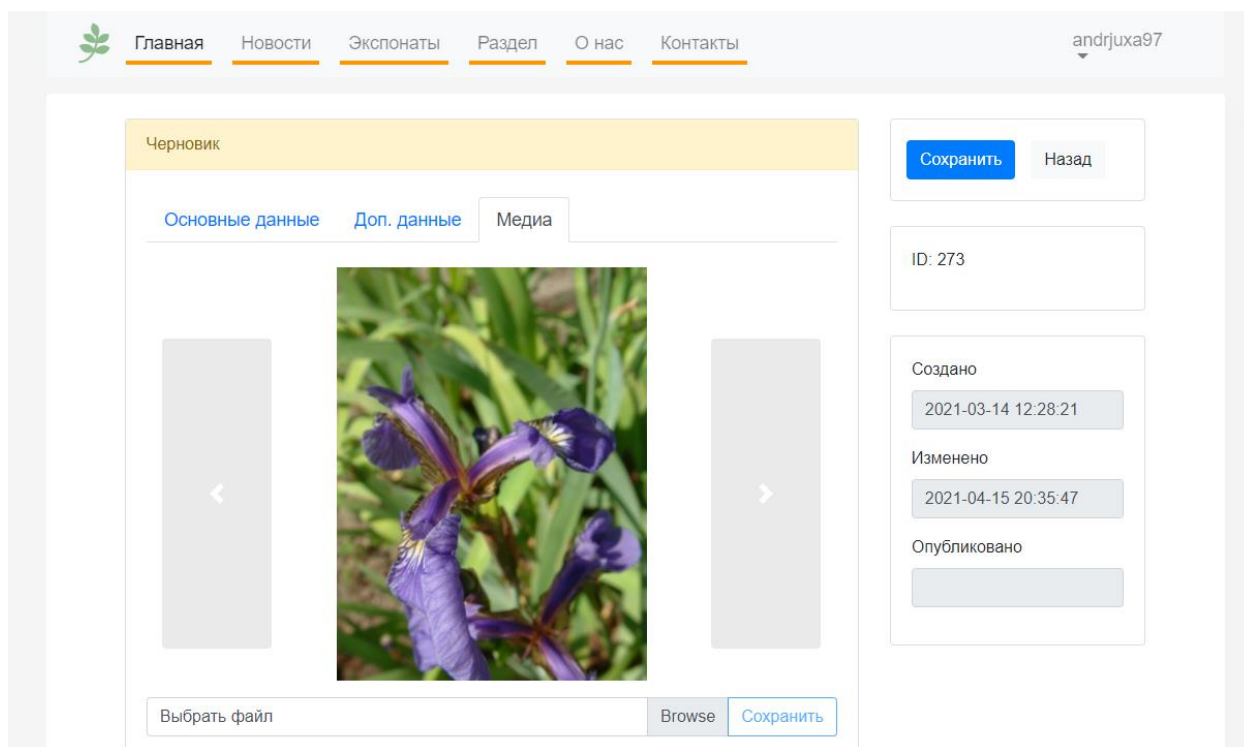


Рисунок 4 – Страница редактирования



А.А. Харенко, И.К. Мешков, А.Р. Гизатулин

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ С DFT-S-OFDM

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Цифровая технология обработки передаваемых данных в беспроводных каналах связи DFT-S-OFDM (Discrete Fourier transform spread orthogonal frequency-division multiplexing) [1], используется в восходящем канале LTE и позволяет формировать сигналы с одной несущей с различной шириной полосы пропускания путем изменения размера DFT блока преобразования.

В DFT-S-OFDM символы данных сначала распределяются с помощью блока ДПФ (дискретного преобразования Фурье), а затем передаются на вход блока ОДПФ (обратного дискретного преобразования Фурье). Циклический префикс добавляется к символу для подавления межсимвольной интерференции (МСИ), возникающей из-за многолучевого распространения сигнала и для выравнивания частотной характеристики сигнала на приеме. DFT-S-OFDM позволяет произвести предварительную цифровую обработку сигнала OFDM, для уменьшения отношения пиковой мощности к средней (PAPR). Такая обработка позволяет добиться различных способов предварительного кодирования с целью управления уровнем PAPR. Также DFT-S-OFDM можно рассматривать как схему, которая дискретизирует символы полезных данных с коэффициентом, равным соотношению размеров блоков ОДПФ и ДПФ, и применяет круговое формирование импульсов функцией формирования, перед расширением циклического префикса. Исходя из этого, DFT-S-OFDM формой высокочастотного сигнала аналогичен сигналу с одной несущей частотой, где длительность передаваемого импульса обратно пропорциональна занимаемой ширине полосы частот, которые позволяют использовать однократное выравнивание частотной характеристики, так же как у SC-FDE на приеме. В SC-FDE, циклический префикс или фиксированная последовательность, также известная как последовательность с уникальными словами, сначала присоединяется к началу и/или концу каждого блока символов данных. Затем, символы линейно свертываются с предопределенной функцией формирования импульсов. Исходя из этого, SC-FDE отличается от DFT-S-OFDM тем, что он использует линейную свертку и генерирует циклический префикс или уникальные слова перед формированием импульса. Из-за различий в методах свертки SC-FDE поддерживает непрерывность сигнала между соседними символами и обеспечивает меньшие внеполосные потери, в то время как DFT-S-OFDM не обеспечивает плавного перехода между последовательными символами. Также необходимо учитывать, что в DFT-S-OFDM формы импульсов, связанные с символами данных, могут потерять свою непрерывность во времени. Главный сформированный спектр, связанный с первым входом ДПФ, может появиться в начале и хвосте символа DFT-S-OFDM, создавая резкие переходы между сформированными импульса-



ми. Кроме того, DFT-S-OFDM включает в себя также циклический префикс, который вводит еще один источник разрыва между соседними символами.

Несмотря на различия между формами сигнала с одной несущей и DFT-S-OFDM, их совместные варианты предоставляют путь к гибкой структуре для цифровых схем обработки, передаваемых полезных данных в будущих перспективных технологиях беспроводной передачи данных 5G и 6G.

Литература

1. Flexible DFT-S-OFDM: solutions and challenges / Sahin, R. Yang, E. Bala, M. C. Beluri, and R. L. Olesen // IEEE Commun. Mag. – 2016. – Vol. 54, № 11. – P. 106–112

К.А. Ходов, И.А. Лёзин

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИГНАЛОВ

(Самарский университет)

Системы на основе вейвлет-преобразований играют огромное значение для решения научных и технических задач. Такие системы применяются в области медицины для анализа различных сигналов человеческой деятельности. К примеру, для электрокардиографии или электроэнцефалографии. Вейвлет-преобразование решает проблему разрешимости, свойственную преобразованию Фурье и позволяет определить наличие спектральных компонент исходного сигнала во времени.

В основе электрических явлений, происходящих в человеческом сердце, лежит проникновение различных ионов натрия, калия, хлора через стенку клеточной мембраны. Таким образом, при накоплении определённого заряда образуется электрический разряд в клетках. Этот процесс можно разделить на одну предварительную и четыре основных фазы, каждая из которой отвечает за поляризацию или деполяризацию клеточной мембраны [1].

Для анализа сигналов важнейшим видом преобразования является непрерывное преобразование Фурье. Это проверенный метод, который позволяет выделить частотные компоненты исходного сигнала. При этом сигнал раскладывается в базис синусов и косинусов различных частот. Количество этих функций – бесконечно большое. Коэффициенты преобразования находятся путем вычисления скалярного произведения сигнала с комплексными экспонентами. Однако преобразование Фурье обладает рядом недостатков. В общем случае оно подходит только для анализа стационарных сигналов. Под стационарным сигналом понимается сигнал, частотные характеристики которого не изменяются со временем. Однако сигнал кардиограммы не является стационарным, следовательно, преобразование Фурье не даст необходимой информации об исходном сигнале в данном случае [2].



Непрерывное вейвлет-преобразование получается путём умножения исходного сигнала на некую функцию, называемую материнским вейвлетом. Непрерывный анализ выполняется наподобие оконному преобразованию Фурье, где исходный сигнал умножается на функцию, называемую материнским вейвлетом. Тогда как при оконном преобразовании Фурье на функцию окна. И затем выполняется для разных участком сигнала. Общий вид непрерывного вейвлет преобразования представлен в формуле:

$$CWT(\tau, s) = \psi(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) * \Psi^*\left(\frac{t - \tau}{s}\right) dt$$

В данной формуле τ является параметром сдвига по времени, s является параметром масштаба, $x(t)$ исходным сигналом, а $\psi(\tau, s)$ функцией материнского вейвлета. Исходный сигнал перемножается с материнским вейвлетом и интегрируется по всей числовой области, образуя в итоге коэффициенты вейвлет преобразования [3].

В качестве исходного сигнала в автоматизированную систему подаётся набор дискретных отсчётов анализируемой кардиограммы. Однако для того, чтобы анализ происходил для разных кардиограмм в одинаковых условиях в первую очередь нужно определиться с количеством отсчётом в её дискретизированном сигнале. Здесь важную роль играет понятие частоты дискретизации. Это параметр, который показывает количество взятия отсчётов непрерывного сигнала при дискретизации этого сигнала.

Согласно медицинским исследованиям полезные частоты кардиосигнала лежат в пределах 0,5-50 Гц [1]. Таким образом, частота дискретизации должна быть выбрана таким образом, чтобы полезные частоты кардиосигнала не исчезли из него при дискретизации. Чтобы грамотно определить это, воспользуемся теоремой Котельникова. После передискретизации сигнала, его можно подавать на вход вейвлет-преобразования. Стоит отметить, что так как непрерывное преобразование обладает своими недостатками, оно требует больших вычислений и, как следствие, большое время, что является неоптимальным для анализа кардиосигнала. Именно поэтому можно использовать дискретное вейвлет-преобразование, обладающее быстрыми алгоритмами для вычисления.

Данный алгоритм начинает свою работу с пропускания сигнала через низкочастотный (НЧ) фильтр с импульсной характеристикой $h[n]$. Данная операция соответствует операции математической свёртки сигнала и импульсной характеристики. Формула данной операции имеет вид:

$$x[n] * h[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] * h[n - k].$$

Таким образом, вычисление дискретного вейвлет-преобразования получается путём разбиения сигнала на две составляющие: грубую аппроксимацию и детали. Сигнал пропускается через фильтры ВЧ и НЧ и затем децимируется в два раза.



В результате первой итерации этого алгоритма временное разрешение уменьшается в два раза, а частотное разрешение увеличивается в два раза, так как сигнал теперь занимает только половину полосы частот. После этого выход НЧ фильтра подаётся на такие же фильтры, а выход ВЧ фильтра и считается коэффициентами вейвлет-преобразования для данного масштаба.

В качестве основы для выявления конкретных комплексов электрокардиограммы взят алгоритм трешолдинга, который позволяет избавиться в сигнале от ненужных значений и тем самым при тонкой настройке определить значения необходимых элементов сигнала. Трешолдинг бывает двух видов: жёсткий и мягкий. При жёстком трешолдинге все коэффициенты, не превышающие некоторый порог, который рассчитывается отдельно, не берутся во внимание, а все коэффициенты, превышающие этот порог, используются для дальнейшей работы [4]. Жёсткий трешолдинг определяется формулой:

$$f(x) = \begin{cases} x, & |x| \geq t, \\ 0, & |x| < t. \end{cases}$$

Мягкий трешолдинг подразумевает более «мягкие» границы отсеивания значений. Его формула имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} x - t, & x \geq t, \\ 0, & |x| < t, \\ x + t, & x \leq -t. \end{cases}$$

В данной автоматизированной системе используется метод стандартного отклонения, когда стандартное отклонение перемножается с различными значениями.

В ходе вейвлет-преобразования получаются коэффициенты, которые могут быть использованы для дальнейшего анализа кардиосигнала. Данная задача относится к классу задач классификации данных.

Суть этой задачи состоит в том, что при наличии исходного множества объектов необходимо определить классы, к которым относятся эти данные. Множество объектов, класс которых определён, называется выборкой. Требуется построить такой алгоритм, который позволит классифицировать данные из исходного множества. Для решения этой задачи использована нейронная сеть типа многослойный персептрон, на вход которой подаются значения, полученные на предыдущих шагах, а на выходе получается классификация по признакам.

В качестве тестовых данных использованы кардиограммы здоровых и больных людей, в качестве методов оценки корректности работы системы использована матрица ошибок первого и второго рода, а также различные статистические метрики, которые дают более наглядный результат работы. Этими метриками могут быть:

- правильность;
- точность;
- полнота;
- F-мера [5].



Таким образом, в ходе данной работы были исследованы возможности математического аппарата вейвлет-преобразования для задачи анализа нестационарных сигналов. Оценены достоинства вейвлет-преобразования по сравнению с классическими преобразованием Фурье, а также исследованы возможности быстрых алгоритм вейвлет-преобразования. В качестве сигналов предметной области были использованы нестационарные сигналы, представляющие собой электрокардиограммы.

Литература

1. Мурашко, В. Электрокардиография [Текст] / С. Мурашко. – М.: МЕД-пресс-информ, 2007. – 320 с.
2. Воробьев, В. Теория и практика вейвлет-преобразования [Текст]/ В. Воробьев. – М.: ВУС, 1999. – 204 с.
3. Поликар, Р. Введение в вейвлет-преобразование [Текст] / Р. Поликар. пер. с англ. В.Г. Грибунина. – М.: АВТЭКС, 2006. – 79 с.: ил.
4. Основы вейвлет-преобразования [Электронный ресурс] URL: http://sernam.ru/d_7.php (дата обращения 8.04.2021).
5. Мюллер, А. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными. [Текст]/ А. Мюллер. – М.: Вильямс, 2017. – 480с.

В.П. Цветов

МАТРИЧНЫЕ УРАВНЕНИЯ И НЕРАВЕНСТВА НАД АЛГЕБРОЙ ЛОГИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ

(Самарский университет)

Теория решеток и булевых алгебр [1, 2] становится перспективным направлением развития машинного обучения и распознавания образов, в т.ч. в системах защиты информации. Логические булевы матрицы, т.е. матрицы со значениями из алгебры $\langle \mathbb{D}, (\vee, \wedge, \neg) \rangle$, где $\mathbb{D} = \{0, 1\}$ - множество логических значений, а операции сигнатуры - дизъюнкция, конъюнкций и отрицание, используются для представления и обработки обучающих выборок прецедентов в моделях анализа формальных понятий (АФП) [3, 4] или обучении на подтверждающих и опровергающих примерах (ДСМ-метод, в честь Джона Стюарта Милля) [5, 6].

Матрицы над булевой алгеброй логических значений естественным образом появляются в теории бинарных отношений в качестве удобного представления бинарных отношений на конечных множествах [7].

Напомним, что матрицей бинарного отношения $R \subseteq U \times V$, заданного на паре конечных множеств $U = \{u_1, \dots, u_n\}$ и $V = \{v_1, \dots, v_m\}$, называется представление индикатора графика R в виде двух индексного битового массива (логической матрицы) (r_{ij}) , где $i \in 1..n, j \in 1..m$, и



$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & (u_i, v_j) \in R \\ 0, & (u_i, v_j) \notin R \end{cases} \quad (1)$$

Над бинарными отношениями и их матрицами вводят следующие операции:

$\bar{R} = \{(u, v) | (u, v) \notin R\}$ - дополнение к бинарному отношению;

$R^{-1} = \{(u_2, u_1) | (u_1, u_2) \in R\}$ - обратное к бинарному отношению;

$R_1 \cup R_2 = \{(u, v) | (u, v) \in R_1 \vee (u, v) \in R_2\}$ - объединение бинарных отношений;

$R_1 \cap R_2 = \{(u, v) | (u, v) \in R_1 \wedge (u, v) \in R_2\}$ - пересечение бинарных отношений;

$R_1 \setminus R_2 = R_1 \cap \bar{R}_2 = \{(u, v) | (u, v) \in R_1 \wedge (u, v) \notin R_2\}$ - разность бинарных отношений;

$R_1 \circ R_2 = \{(u, w) | \exists v (u, v) \in R_1 \wedge (v, w) \in R_2\}$ - произведение бинарных отношений, здесь $R_1 \subseteq U \times V$ и $R_2 \subseteq V \times W$;

$(r_{ij}) = (\bar{r}_{ij})$ - логическая инверсия (отрицание) матрицы, здесь, как обычно $\bar{0} = 1$ и $\bar{1} = 0$;

$(r_{ij})^T = (r_{ji})$ - транспонирование матрицы;

$(r_{ij}^1) \oplus (r_{ij}^2) = (r_{ij}^1 \vee r_{ij}^2)$ - прямая логическая сумма матриц;

$(r_{ij}^1) \otimes (r_{ij}^2) = (r_{ij}^1 \wedge r_{ij}^2)$ - прямое логическое произведение матриц;

$(r_{ij}^1) \ominus (r_{ij}^2) = (r_{ij}^1 \wedge \bar{r}_{ij}^2)$ - прямая логическая разность матриц;

$(r_{ik}^1) \odot (r_{kj}^2) = (\bigvee_{k=1}^s r_{ik}^1 \wedge r_{kj}^2)$ - логическое произведение матриц (по правилу «строка на столбец»), здесь (r_{ik}^1) и (r_{kj}^2) - матрицы размерностей $n \times s$ и $s \times t$, соответственно.

Включения бинарных отношений и матриц определяются стандартным образом, как:

$$R_1 \subseteq R_2 \Leftrightarrow R_1 \cap R_2 = R_1;$$

$$(r_{ij}^1) \leq (r_{ij}^2) \Leftrightarrow (r_{ij}^1) \otimes (r_{ij}^2) = (r_{ij}^1).$$

Включения бинарных отношений и матриц суть отношения частичного порядка.

Хорошо известно, что биекция $R \mapsto (r_{ij})$, определенная равенством (1), является изоморфизмом алгебраических структур $\langle 2^{U \times U}, (\cup, \cap, \setminus, -, ^{-1}, \circ, \subseteq) \rangle$ и $\langle \mathbb{D}^{n \times n}, (\oplus, \otimes, \ominus, ^{-}, ^T, \odot, \leq) \rangle$, где $2^{U \times U}$ - множество бинарных отношений на $U = \{u_1, \dots, u_n\}$, а $\mathbb{D}^{n \times n}$ - множество логических матриц размерности $n \times n$.

Пусть $A = (a_{kj})$ и $B = (b_{ij})$ - известные логические матрицы размерностей $s \times t$ и $n \times t$, соответственно, а $X = (x_{ik})$ - неизвестная логическая матрица размерности $n \times s$.

Рассмотрим матричное уравнение

$$X \odot A = B \quad (2)$$

Нетрудно показать, что решение этого уравнения в общем случае не единственно.



Используя технику работ [8, 9] и изоморфизм $R \mapsto (r_{ij})$, можно доказать, что справедливо

Утверждение 1. Если в матрице A отсутствуют сплошь нулевые строки и столбцы, и уравнение (2) разрешимо, то матрица

$$\hat{X} = (B \odot A^T) \ominus \left(((B \odot A^T \odot A) \ominus B) \odot A^T \right) \quad (3)$$

является его решением. Причем любое другое решение (2) удовлетворяет включению $X \preceq \hat{X}$.

Теперь рассмотрим матричное неравенство

$$X \odot A \preceq B \quad (4)$$

Понятно, что всегда существует нулевое решение (4).

По аналогии с предыдущим можно доказать, что справедливо

Утверждение 2. В предположении утверждения 1 о матрице A матрица \hat{X} , определенная равенством (3) является решением неравенства (4). Причем любое другое решение (4) удовлетворяет включению $X \preceq \hat{X}$.

Теперь рассмотрим следующие системы матричных уравнений и неравенств

$$\begin{cases} X_1 \odot A_{11} \oplus \dots \oplus X_N \odot A_{1N} = B_1 \\ \dots \\ X_1 \odot A_{M1} \oplus \dots \oplus X_N \odot A_{MN} = B_M \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} X_1 \odot A_{11} \oplus \dots \oplus X_N \odot A_{1N} \preceq B_1 \\ \dots \\ X_1 \odot A_{M1} \oplus \dots \oplus X_N \odot A_{MN} \preceq B_M \end{cases} \quad (6)$$

Можно доказать, что справедливо

Утверждение 3. Если в матрицах A_{IJ} отсутствуют сплошь нулевые строки и столбцы, то набор матриц $\hat{X} = (\hat{X}_1, \dots, \hat{X}_N)$, где $\hat{X}_J = \prod_{I=1}^M \hat{X}_J^I = \hat{X}_J^1 \otimes \dots \otimes \hat{X}_J^M$, и

$$\hat{X}_J^I = (B_I \odot A_{IJ}^T) \ominus \left(((B_I \odot A_{IJ}^T \odot A_{IJ}) \ominus B_I) \odot A_{IJ}^T \right) \quad (7)$$

является решением системы неравенств (6). Причем этот набор будет и решением системы равенств (5), если таковое существует, а любые другие решения $X = (X_1, \dots, X_N)$ будут удовлетворять включениям $X_J \preceq \hat{X}_J$.



Литература

1. Мальцев, А.И. Алгебраические системы / А.И. Мальцев - М.: Наука, 1970. - 392 с.
2. Биркгоф, Г. Теория решеток / Г. Биркгоф. – М.: Наука, 1984.– 568 с.
3. Ganter, Bernhard and Rudolf Wille, *Formal Concept Analysis*. Transl. from German. Berlin: Springer-Verlag, 1999. 284 p.
4. Kuznetsov, S.O. *Machine Learning on the Basis on Formal Concept Analysis // Automation and Remote Control*, Vol. 62, No 10, 2001, pp. 1543-1564.
5. Аншаков О.М., Скворцов Д.П., Финн В.К. Логические средства экспертных систем типа ДСМ // Семиотика и информатика. Вып. 28, 1986,– С. 65–102.
6. Виноградов Д.В. О представлении объектов битовыми строками для ВКФ-метода // Научная и техническая информация, Сер. 2. 2018. № 5. С. 1-4.
7. Цветов В.П. Об алгебрах индикаторов гиперграфов // Сборник трудов Международной научно-технической конференции ПИТ 2019 / под ред. С.А. Прохорова, Самара, Россия, 2018, – С. 195–198.
8. Цветов В.П. Двойственные упорядоченные структуры бинарных отношений // Сборник трудов IV международной конференции ИТНТ-2018. Самара, Россия, 2018, – С. 2635–2644.
9. Tsvetov V.P. Algebras of finitary relations. CEUR Workshop Proceedings, 2019, vol. 2416, pp. 119–125.

Г.Ш. Цициашвили, М.А. Осипова

АЛГОРИТМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ В НЕЛИНЕЙНЫХ РЕКУРРЕНТНЫХ МОДЕЛЯХ

(ИПМ ДВО РАН, ДВФУ)

Построен алгоритм оценивания параметров в рекуррентных последовательностях $x_{i+1} = f(x_i)$, $i = 0, 1, \dots$, в случае нелинейной функции $f(x)$ по неточным наблюдениям за этой последовательностью. Речь идет о модели логистического роста, модели Риккера и дискретизированной модели Лоренца. Рассматриваемые модели привлекают к себе повышенное внимание со стороны биологов, физиков и метеорологов.

Для этих моделей и практически, и теоретически важно оценивать их параметры по неточным наблюдениям y_i за состоянием x_i , $i = 0, 1, \dots$. В работе рассматриваются аддитивная $y_i = x_i + \varepsilon_i$ и мультипликативная $y_i = x_i \exp(\varepsilon_i)$, $i = 0, 1, \dots$, модели внесения ошибок в наблюдения. Здесь ε_i , $i = 0, 1, \dots$, -- последовательность независимых и одинаково распределенных случайных величин, имеющих нулевое среднее, известную дисперсию $c < \infty$, причем дисперсия $D\varepsilon_i^2 < \infty$.

Предположим, что у последовательности x_i , $i = 0, 1, \dots$, существует



предельный цикл X^1, \dots, X^q длины $q \geq 1$: $\lim_{k \rightarrow \infty} x_{qk+j} = X^j, j = 1, \dots, q$, или

предельное распределение $p(dx)$. Здесь $p(dx)$ – вероятностная мера на σ – алгебре измеримых по Лебегу подмножеств отрезка $[0,1]$ такая, что для любого измеримого по Лебегу множества $C \subseteq [0,1]$ справедливо равенство

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{k(C, n)}{n} = \int_C p(dx), \text{ где } k(C, n) \text{ – количество } x_i \in C, i = 0, 1, \dots, n-1. \text{ У всех}$$

последовательностей, описывающих рассматриваемые модели, предполагается наличие предельного цикла или предельного распределения, что исследуется в теории динамических систем выделением притягивающего множества – аттрактора.

Пусть $f(x)$ непрерывная функция, обозначим (предполагая существование предела)

$$\overline{f(x)}|_n = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} f(x_i), \overline{f(y)}|_n = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} f(y_i), \overline{f(x)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \overline{f(x)}|_n. \quad (1)$$

Основные результаты

Рассмотрим модель логистического роста [1]

$$x_0 = a, x_{i+1} = bx_i(1 - x_i), i = 0, 1, \dots, 0 < a < 1, 1 < b < 4. \quad (2)$$

Утверждение 1. При аддитивной модели внесения ошибок $y_i = x_i + \varepsilon_i$ имеет место сходимость по вероятности

$$\hat{b}_n = \frac{\overline{y}|_n}{\overline{y^2}|_n - c} \rightarrow b = \frac{\overline{x}}{\overline{x} - \overline{x^2}}, n \rightarrow \infty.$$

Наряду с аддитивной моделью внесения ошибок для последовательности (2) можно рассмотреть и мультипликативную.

Перейдем теперь к модели Риккера [2], предполагая наличие у последовательности

$$x_{i+1} = ax_i e^{-bx_i}, i = 0, 1, \dots, a > 1, b > 0, x_0 > 1. \quad (3)$$

Рассмотрим мультипликативную модель ошибок наблюдения $y_i = x_i \exp(\varepsilon_i)$, в которой независимые случайные величины $\varepsilon_i, i = 0, 1, \dots$, имеют нормальное распределение с нулевым средним и дисперсией c .

Утверждение 2. Имеют место сходимость по вероятности

$$\hat{b}_n = 2e^{c/2} \frac{\overline{y \ln y}|_n - c \overline{y}|_n - \overline{y}|_n \ln \overline{y}|_n}{\overline{y^2}|_n e^{-c} - (\overline{y}|_n)^2} \rightarrow b = 2 \frac{\overline{x \ln x} - \overline{x} \ln \overline{x}}{\overline{x^2} - \overline{x}^2},$$

$$\hat{a}_n = \exp(\hat{b}_n \overline{y}|_n e^{-c/2}) \rightarrow a = e^{b \overline{x}}, n \rightarrow \infty.$$

Остановимся на модели Лоренца [3] – [4], представимой системой обыкновенных дифференциальных уравнений



$$\begin{cases} \frac{dx^{(1)}}{dt} = \sigma(x^{(2)} - x^{(1)}), \\ \frac{dx^{(2)}}{dt} = x^{(1)}(r - x^{(3)}) - x^{(2)}, \\ \frac{dx^{(3)}}{dt} = x^{(1)}x^{(2)} - bx^{(3)}. \end{cases} \quad (4)$$

Обозначим $x^{(1)}(ih) = x_i^{(1)}$, $x^{(2)}(ih) = x_i^{(2)}$, $x^{(3)}(ih) = x_i^{(3)}$, $i = 0, 1, \dots$, и выпишем для системы уравнений (4) систему разностных уравнений

$$\begin{cases} x_{i+1}^{(1)} = x_i^{(1)} + \sigma h(x_i^{(2)} - x_i^{(1)}), \\ x_{i+1}^{(2)} = x_i^{(2)} + (x_i^{(1)}(r - x_i^{(3)}) - x_i^{(2)})h, \\ x_{i+1}^{(3)} = x_i^{(3)} + (x_i^{(1)}x_i^{(2)} - bx_i^{(3)})h. \end{cases} \quad (4)$$

Рассмотрим аддитивные модели внесения ошибок $y_i^{(k)} = x_i^{(k)} + \varepsilon_i^{(k)}$, $k = 1, 2, 3$, $i = 0, 1, \dots$, где независимые случайные величины $\varepsilon_i^{(k)}$ имеют нулевые средние и дисперсии $c^{(k)}$, причем $d^{(k)} = D(\varepsilon_i^{(k)})^2 < \infty$.

Утверждение 3. *Имеют место сходимости по вероятности при $n \rightarrow \infty$*

$$\begin{aligned} \hat{(\sigma h)}_n &= \frac{2\left(\overline{(y^{(1)})^2} \Big|_n - c^{(1)} - \overline{y^{(1)}y^{(2)}} \Big|_n\right)}{\overline{(y^{(1)})^2} \Big|_n - c^{(1)} + \overline{(y^{(2)})^2} \Big|_n - c^{(2)} - 2\overline{y^{(1)}y^{(2)}} \Big|_n} \rightarrow \sigma h = \frac{2\left(\overline{(x^{(1)})^2} - \overline{x^{(1)}x^{(2)}}\right)}{\overline{(x^{(1)})^2} + \overline{(x^{(2)})^2} - 2\overline{x^{(1)}x^{(2)}}}, \\ \hat{b}_n &= \frac{\overline{y^{(1)}y^{(2)}} \Big|_n}{\overline{y^{(3)}} \Big|_n} \rightarrow b = \frac{\overline{x^{(1)}x^{(2)}}}{\overline{x^{(3)}}}, \hat{r}_n = \frac{\overline{y^{(2)}} \Big|_n - c^{(2)} + \overline{y^{(1)}y^{(3)}} \Big|_n}{\overline{y^{(1)}} \Big|_n} \rightarrow r = \frac{\overline{x^{(2)}} + \overline{x^{(1)}x^{(3)}}}{\overline{x^{(1)}}}. \end{aligned}$$

Вычислительный эксперимент

Вычислительные эксперименты проводились для всех трех моделей. Оценки всех параметров была вычислены 100 раз и построены гистограммы частот полученных значений с 5 интервалами.

Модель логистического роста. Расчеты \hat{b}_n проводились для случая $x_0 = 0,75; a = 0,5; b = 3$ при $n = 1000$ (рис. 1). Рассматривалась аддитивная модель внесения ошибок в предположении, что $\varepsilon_i, i = 0, \dots, n-1$, имеют равномерное распределение на отрезке $[-1/4, 1/4]$.

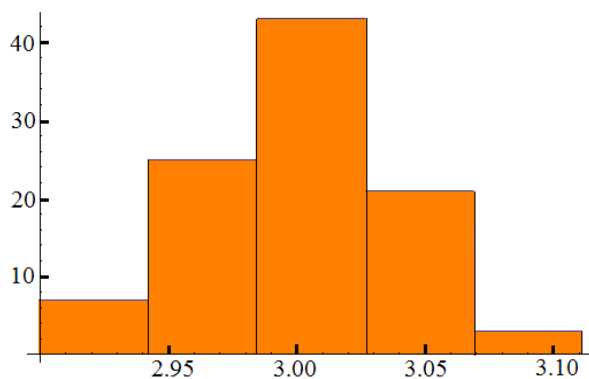


Рис. 1. Гистограмма частот для \hat{b}_n .

Модель Риккера. Расчеты \hat{a}_n, \hat{b}_n проводились для случая $x_0 = 110,358$; $a = 300; b = 1$ при $n = 1000$ (рис. 2, рис. 3). Рассматривалась мультипликативная модель внесения ошибок в предположении, что $\varepsilon_i, i = 0, \dots, n - 1$, имеют нормальное распределение со средним ноль и дисперсией $1/48$.

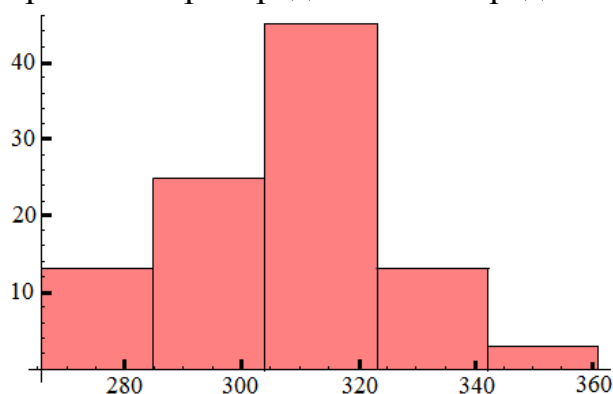


Рис. 2. Гистограмма частот для \hat{a}_n .

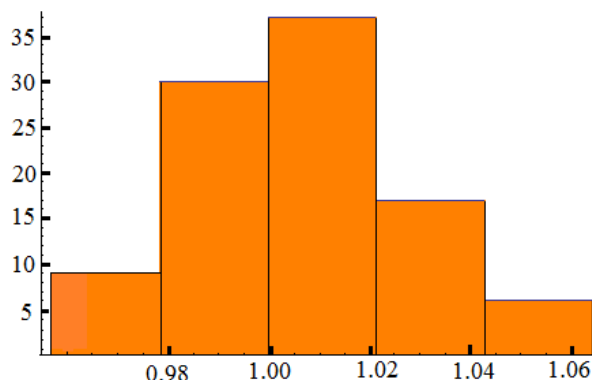


Рис. 3. Гистограмма частот для \hat{b}_n .

Модель Лоренца. Расчеты $(\hat{\sigma h})_n, \hat{b}_n, \hat{r}_n$ проводились для случая (рис. 4 – рис. 6)

$$x_0^{(1)} = 2.9, x_0^{(2)} = 1.7, x_0^{(3)} = 2.3, h = 0,1, \sigma = 19, b = 3, r = 2, n = 200.$$

Рассматривались аддитивные модели внесения ошибок в предположении, что $\varepsilon_i^{(k)}, i = 0, \dots, n - 1, k = 1, 2, 3$, имеют нормальное распределение со средним ноль и дисперсией $1/48$.

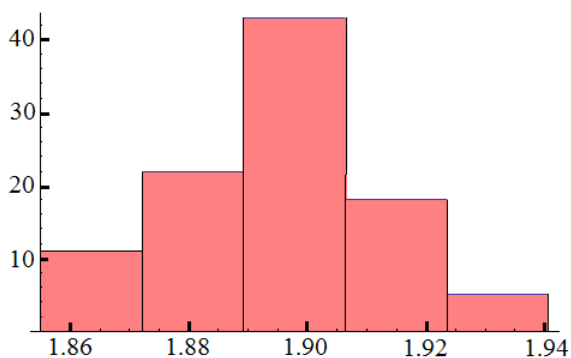


Рис. 4. Гистограмма частот для $(\hat{\sigma h})_n$.

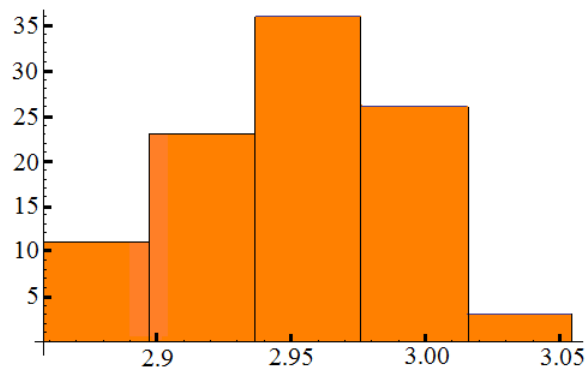


Рис. 5. Гистограмма частот для \hat{b}_n .

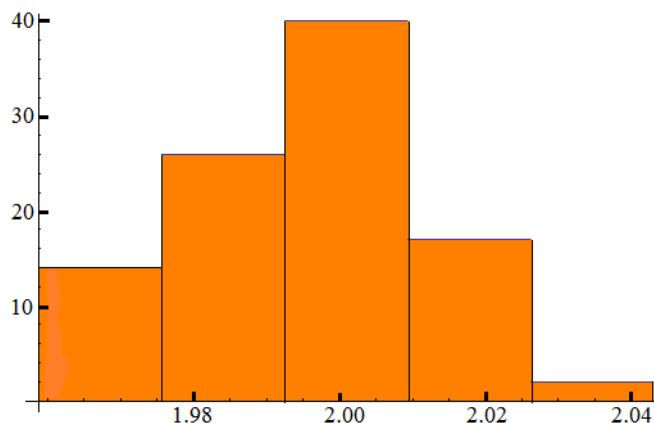


Рис. 6. Гистограмма частот для \hat{r}_n .

Литература

1. Шарковский А. Н. Разностные уравнения и динамика численности популяций. Препринт 82.18. Киев: Институт математики АН УССР, 1982.
2. Geritz S., Kisdi E. On the mechanistic underpinning of discrete-time population models with complex dynamics. *Journal of Theoretical Biology*. 2004. V. 228. P. 261–269.
3. Lorenz E. N. Deterministic non-periodic flow. *J. Atmos. Sci.* 1963. V. 20. P. 131–141.
4. Leonov G. A., Kuznetsov N., Korzhemanova N. A., Kusakin D. V. Lyapunov dimension formula for the global attractor of the Lorenz system. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. 2016. V. 41. P. 841–103.

О.В. Ширяева, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ERP-СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕЗАВИСИМОГО МУЗЫКАЛЬНОГО ИЗДАТЕЛЬСТВА

(Самарский университет)

С каждым годом цифровая трансформация не только охватывает все больше различных сфер жизни и бизнеса, но и активно изменяет те сферы, которые работают в онлайн уже давно, например, интернет-магазины. Если современный магазин хочет быть конкурентоспособным, каталога товаров и значка корзины уже недостаточно, необходимы мобильные и полнофункциональные веб-приложения, которые не просто позволяют купить товар, но и выполняют такие функции, как рекомендации, уведомления о скидках, интересные материалы в ленте блога, интеграция с социальными сетями.

Цифровая трансформация нужна и владельцам бизнеса: они должны своевременно получать информацию в удобном виде по состоянию своей ком-



паний, например, получать в читаемом виде статистические данные и аналитику о действиях пользователей.

В настоящей работе планируется цифровая трансформация независимого музыкального издательства «Выргород», специализирующегося на выпуске альбомов современных российских андеграундных исполнителей. Издательству принадлежит один из крупнейших интернет-магазинов данной жанровой направленности (рисунок 1), который необходимо модернизировать и преобразовать в полноценную ERP-систему.



Рисунок 1 – Главная страница сайта

Модернизация должна удовлетворять требованию простоты поддержки и сопровождения сайта, а также способствовать привлечению новой аудитории и улучшению опыта пользователя на страницах интернет-магазина. В связи с этим необходимо выбрать стек технологий, который позволит легко вносить изменения в систему, добавлять новые функции, использовать лучшие практики, уже разработанные для веб-приложений и магазинов.

Для создания новой системы предполагается использовать фреймворк JMix, основанный на Spring Boot, с возможностью создания адаптивного пользовательского интерфейса с применением JavaScript-библиотеки React, которая обеспечивает высокую скорость, простоту и масштабируемость.

В ходе разработки ERP-системы планируется реализовать:

– Доработку каталогов (рисунок 2): необходимо предоставить пользователю возможность самому выбирать представление товаров в виде списка или плиткой.



Рисунок 2 – Страница интернет-магазина издательства «Выргород»

- Добавление фильтров по категориям (CD/DVD/Винил и т.д.).
- Управление заказами: выбор вариантов доставки, формирование счёта, автоматический расчёт скидок, предложение подарков.
- Управление логистикой заказов: формирование накладных на отправку по указанному адресу.
- Формирование рекомендаций пользователям на основании просмотренных ими страниц и предыдущих заказов.
- Регистрация пользователей, в том числе с помощью социальных сетей, переработка личного кабинета пользователя с возможностью сохранения и просмотра истории заказов.
- Переработка ленты новостей (доработать дизайн в стиле текстовых блогов, добавить фильтры по жанрам, исполнителям, дате выхода публикации).
- Формирование отчётов, отражающих активность и географию пользователей, просмотренных товаров.
- Разработка удобной системы администрирования для добавления информации людьми без специальных компьютерных навыков.
- Товарно-складской учёт: страница каждого товара, информация об остатках на складе.



ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

А.А. Бабенко

ЭКСПЕРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

(Волгоградский государственный университет)

Государственные информационные системы (ГИС) используются в Федеральных органах исполнительной власти, Министерствах РФ и иных структурах. В результате анализа существующих ГИС установлено, что они имеют сложный состав, включающий информационные системы персональных данных и системы общего пользования. Выделяют следующие классы ГИС:

- 1) по масштабу (федеральные, региональные, объектовые);
- 2) по степени конфиденциальности обрабатываемой информации;
- 3) по отношению к сетям международного информационного обмена (без доступа к сетям международного информационного обмена и взаимодействующие с сетями международного информационного обмена).

ГИС позволяют решать задачи: автоматизированного управления; осуществление непрерывного обмена информацией; сбор, анализ и визуализация оперативных данных; мониторинг различных отраслей.

Требования нормативно правовых актов обязывают операторов ГИС обеспечить: предотвращение хищения и утечки информации, снижение ущербов, прогнозирование рисков информационной безопасности, отказоустойчивое функционирование программно-технического обеспечения ГИС [1, 2].

Согласно Приказу ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. N 17 к объекту защиты в ГИС относятся содержащаяся в них информация, технические средства, программное обеспечение, информационные технологии и средства защиты информации.

Анализ угроз безопасности информации ГИС позволил выявить наиболее актуальные:

1. Перехват ценных сведений по используемым линиям связи;
2. Кража данных;
3. Искажение и подмена данных;
4. Уничтожение данных и программного обеспечения.

Злоумышленников интересуют персональные данные, государственная тайна, конфиденциальная и платёжная информация. Следовательно, проектируемая система защиты информации (СЗИ) должна быть направлена на предотвращение хищения и утечки информации, обрабатываемой в ГИС [3, 4].



Так как к внедрению в СЗИ ГИС регуляторами разрешены сертифицированные средства защиты, обеспечивающие защиту от угроз ГИС, разработана процедура анализа средств технической защиты информации, состоящая из шагов:

1. Выявление требований к классу средств защиты информации в результате анализа нормативно-правовых актов;
2. Определение класса и области применения средств защиты информации;
3. Определение соответствия класса защиты ГИС и средств защиты информации.

Разработанная процедура анализа средств технической защиты (СТЗ) информации в ГИС позволяет определить соответствие классов защищенности ГИС и классов защиты используемых средств защиты ГИС.

Состав СЗИ в ГИС зависит от эффективности используемых средств защиты. Критерий оценки технических средств защиты информации в ГИС представлены в таблице 1.

Таблица 1. Критерии оценки технических средств защиты информации в ГИС.

Название	Возможные значения критерия
Продолжительность действия сертификата регуляторов	Большой, средний и маленький
Многофункциональность	Да, нет
Уровень контроля на отсутствие недеklarированных возможностей	Да, нет
Цена средства защиты информации	Высокая, низкая
Количество перекрываемых угроз	N
Величина предотвращенного риска	N

В результате анализа методов определения состава системы технической защиты ГИС выявлены:

1. Метод точечных решений, предполагающий решение возникающих проблем;
2. Метод на основе обработки статистических данных, требующий точные статистические данные об угрозах и, как правило, привлечения для их получения сторонних организаций;
3. Экспертный методы, предполагающий создание экспертной группы из сотрудников ГИС без привлечения сторонних специалистов.

В результате их сравнения установлено, что особую роль в определении состава СТЗ информации в ГИС приобретают экспертные методы (таблица 2).



Таблица № 2. Анализ методов определения состава СТЗ информации в ГИС

Метод	Критерии		
	Прогнозирование угроз	Стоимость	Эффективность решения задач ИБ
Точечных решений	Нет	Высокая	Низкая
На основе обработки статистических данных	Да	Высокая	Средняя
Экспертный	Да	Средняя	Высокая

Определение состава СТЗ информации в ГИС состоит из этапов, представленных на рисунке 1

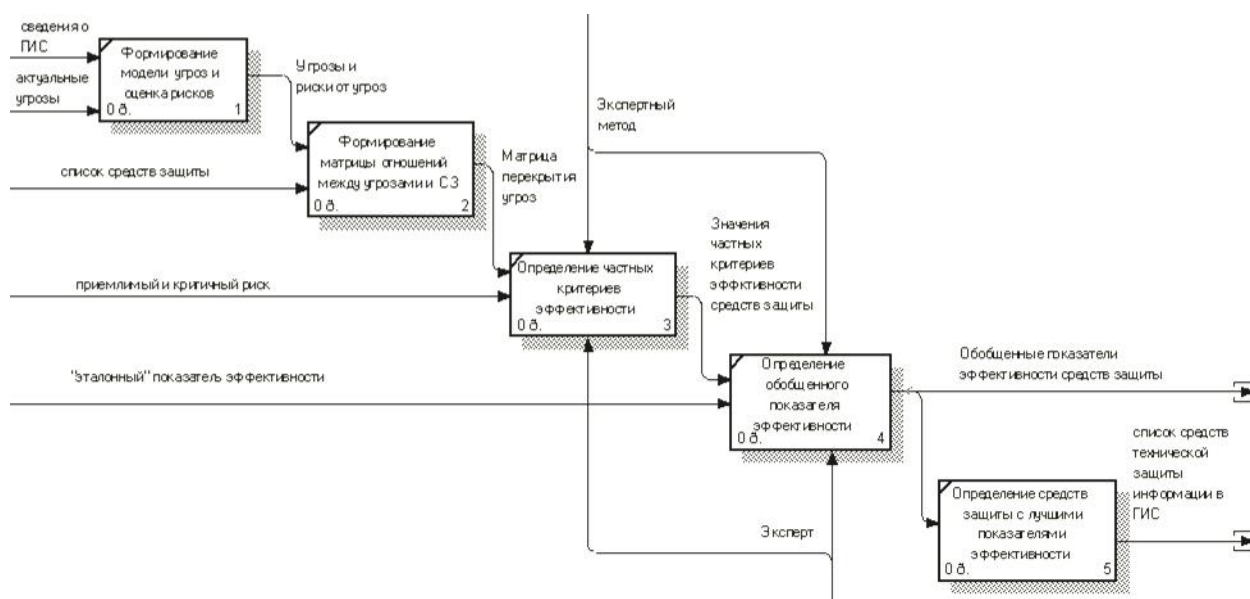


Рисунок 1 – Декомпозиция функциональной модели определения состава СТЗ информации в ГИС (экранный снимок)

Для автоматизации разработанного метода определения состава СТЗ информации в ГИС разработан программный комплекс, имеющий следующий интерфейс (рисунок 2).

Разработанный программный комплекс, реализующий экспертный метод определения состава СТЗ информации в ГИС, позволяет эксперту оценить ценность активов ГИС, выявить угрозы этим активам, основываясь на банке данных угроз безопасности информации ФСТЭК России, осуществить оценку рисков ИБ, определить контрмеры и состав системы технической защиты информации в государственных информационных системах, минимизирующий вероятность реализации существующих угроз ИБ [5].

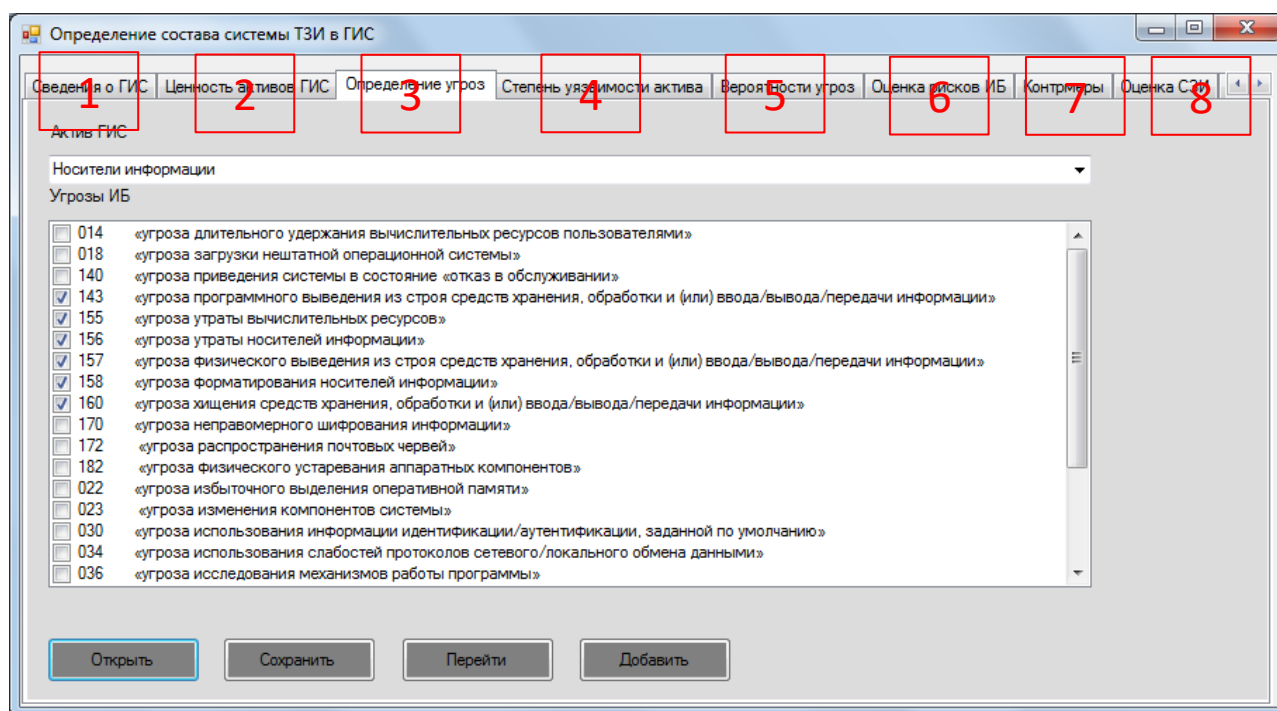


Рисунок 2 - Графический пользовательский интерфейс программного комплекса определения состава СЗИ в ГИС (экранный снимок): 1) ввод сведений о ГИС; 2) ввод сведений об активах ГИС и определение их ценности; 3) определение угроз ИБ для активов ГИС; 4) оценка уязвимости активов ГИС; 5) оценка вероятности угрозы; 6) уровень риска ИБ для активов ГИС; 7) ввод контрмер для перечня угроз ценным активам ГИС; 8) оценка по критериям технических СЗИ, реализующих контрмеры; 9) список технических средств для защиты информации в ГИС

Литература

1. Бабенко А.А. Козунова С.С. Модель управления защитой информации в государственных информационных системах. – НБИ технологии, 2018. – Т.12. – № 4. – С. 16-22.
2. Жаринова С.С., Бабенко А.А. Оптимизация инвестиций в информационную безопасность предприятия. – Информационные системы и технологии, 2014. – № 3(83). – С. 114-123.
3. Козунова С.С., Бабенко А.А. Модель безопасности информации в сегменте корпоративной информационной системы. – Информационные системы и технологии, 2017. – № 1(99). – С.87-91.
4. Y.M. Gushchina, A.A. Babenko and Y.S. Bakhracheva AIP Conf. Proc. 2313, 070025 (2020)
5. Бабенко А.А. Жарков Г.В. Программа определение состава системы технической защиты информации в государственных системах: св-во о гос. рег. прогр. для ЭВМ 2020615502 Российская Федерация. Зарегист. 25.05.2020.



А.А. Бабенко, Д.А. Магомедов

ОЦЕНКА РИСКА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

(Волгоградский государственный университет)

Аннотация: В данной работе проведен анализ автоматизированных систем управления технологическим процессом, определены угрозы информационной безопасности АСУ ТП, а также проанализированы основные средства защиты информационной безопасности АСУ ТП. Рассмотрены основные методы оценки риска информационной безопасности для определения наилучшего.

Ключевые слова: автоматизированная система управления технологическим процессом, риск, оценка риска, безопасность.

В настоящее время в любом производстве используются автоматизированные системы управления технологическим процессом. Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) — это совокупность технических и программных средств, предназначенные для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях. На рисунке 1 представлена общая функциональная схема АСУ ТП. Применение современных АСУ ТП, с одной стороны, повышает эффективность решения различных задач по управлению технологическими процессами, но с другой стороны приводит к существенному увеличению риска нарушения существующей системы информационной безопасности.

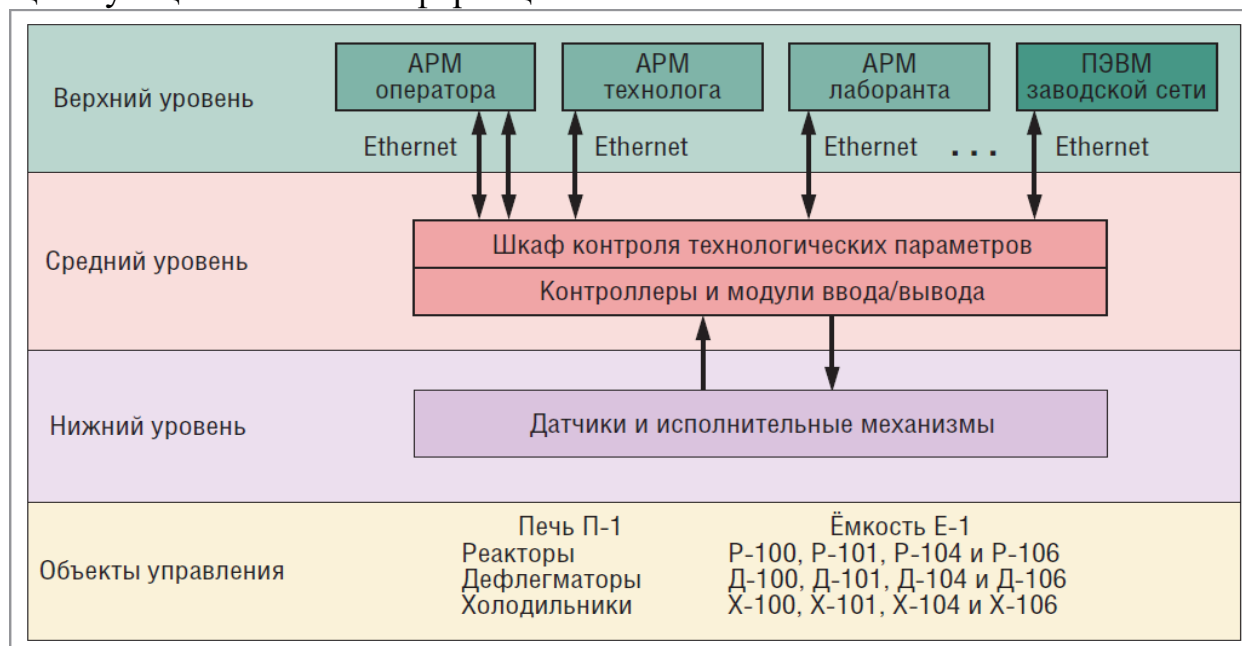


Рис. 1. Общая функциональная схема АСУ ТП



Исходя из цели воздействия на АСУ ТП, выделяют три основных типа угроз информационной безопасности в автоматизированных системах управления технологическим процессом (АСУ ТП):

- нарушение конфиденциальности информации;
- нарушение целостности информации;
- нарушение работоспособности АСУ ТП (отказ в обслуживании).

Проведенный анализ автоматизированных систем управления технологическим процессом и мнений экспертов показывает, что с позиции построения СЗИ и возможных рисков нарушения безопасности информации в любом АСУ ТП можно выделить следующие основные компоненты:

- Техническое обеспечение (вычислительные и управляющие устройства, средства получения информации);
- Программное обеспечение (комплекс программ, необходимых для реализации функций АСУ ТП и обеспечения заданного функционирования комплекса технических средств);
- Информационное обеспечение (информация, анализирующая состояние системы управления, системы классификации и кодирования технологической и технико-экономической информации, массивы данных и документы, необходимых для выполнения АСУ ТП);
- Организационное обеспечение (комплекс описаний функциональных, технических и организационных структур, инструкции для оперативного персонала);
- Оперативный персонал (операторы, осуществляющие контроль за управлением системы);
- Эксплуатационный персонал (персонал, обеспечивающий эксплуатацию системы)

Также каждый из этих компонентов можно разделить на множество составляющих элементов, которые могут подвергаться угрозам информационной безопасности.

Угрозами безопасности АСУТП являются:

- внешний несанкционированный доступ для выведения АСУТП и управляемых объектов из строя;
- внешнее несанкционированное управление технологическими объектами с определенными целями;
- блокирование управления АСУТП и управляемыми объектами;
- несанкционированное обновление программного обеспечения для изменения режимов работы технологических объектов.

На рисунке 2 представлено дерево угроз АСУ ТП.

Проведенный анализ угроз информационной безопасности АСУТП показал, что наиболее вероятными источниками угроз безопасности АСУТП выступает персонал предприятия, нелояльные структуры (конкуренты, иностранные спецслужбы и пр.) и криминал (хакеры, кибертеррористы и пр.).



Рис. 2. Дерево угроз АСУ ТП

Для снижения риска информационной безопасности АСУ ТП возможно использование средств защиты информации (СЗИ) которые указаны в государственном сертифицированном реестре средств защиты информации. Также в качестве технических мер повышения защищенности АСУ ТП и снижения риска информационной безопасности можно предложить следующие мероприятия:

- использование межсетевых экранов между уровнями корпоративной системы и АСУ ТП;
- антивирусная защита;
- защита удаленного доступа;
- автоматизированный инструментальный анализ защищенности АСУ ТП;
- обнаружение вторжений (IDS/IPS);
- централизованное управление конфигурациями устройств.
- сбор и анализ событий безопасности;

Оценка риска показывает насколько опасна та или иная угроза и позволяет на ранней стадии выявить необходимость в применении дополнительных мер по обеспечению безопасности АСУ ТП. Для сравнения рассмотрим несколько методов оценки риска информационной безопасности АСУ ТП: Мозговой штурм, метод Дельфи и Трехфакторная модель оценки рисков.



Метод мозгового штурма представляет собой обсуждение проблемы группой специалистов в доброжелательной манере, целью которого является идентификация возможных видов отказов и соответствующих опасностей, риска, критериев принятия решений и/или способов обработки риска. Термин "мозговой штурм" часто используют более широко для обозначения любого обсуждения в группе. Однако в процессе классического мозгового штурма применяют специальные методы, когда утверждения одних участников обсуждения способствуют возникновению у остальных участников мозгового штурма новых оригинальных идей.

Метод Дельфи предназначен для получения обобщенного мнения группы экспертов. Хотя данный термин в настоящее время часто используют более широко во всех формах мозгового штурма, существенной особенностью метода Дельфи является то, что эксперты выражают свое мнение индивидуально и анонимно, при этом имея возможность узнать мнения других экспертов.

Помимо этих методов разработана также трехфакторная модель, смысл которой заключается в использовании трех факторов для оценки риска и как интегрального показателя эффективности деятельности предприятия.

В сфере информационной безопасности широкое применение нашла следующая трехфакторная модель:

$$|Z| = \sum_{n=1}^{\infty} A_n X_n Y_n$$

Где, $A_1 \dots A_n$ - весовые коэффициенты, характеризующие вероятность реализации угроз АСУ ТП; $X_1 \dots X_n$ - степень воздействия угрозы; $Y_1 \dots Y_n$ – вес угрозы; Z - значение оценки риска.

Вероятность реализации угроз принимает значения от 1 до 4, где 1 – угроза существует, но не встречалась в рассматриваемой сфере, 2 – угроза возникает в рассматриваемой сфере 2–3 раза в год, 3 – угроза была реализована в рассматриваемой системе, 4 – угроза возникает 2–3 раза в год в рассматриваемой сфере.

Степень воздействия угрозы может быть высокой(9), средней(6) и низкой(3).

Вес угрозы рассчитывается по формуле: $Y = \frac{A_n}{100} * \frac{X_n}{100}$

где, Y – вес угрозы, A_n – степень воздействия угрозы, X_n – вероятность реализации угроз АСУ ТП

Для проведения сравнительного анализа методов оценки риска информационной безопасности АСУ ТП были выбраны следующие критерии:

- Ресурсы и возможности
- Неопределенность
- Сложность
- Возможность получения количественных выходных данных



Таблица 1. Сравнительный анализ методов оценки риска информационной безопасности АСУ ТП

Критерии	Ресурсы и возможности	Неопределенность	Сложность	Возможность получения количественных выходных данных
Методы оценки рисков				
Мозговой штурм	Низкие	Низкая	Средняя	Нет
Метод Дельфи	Средние	Средняя	Высокая	Да
Трехфакторная модель	Средние	Средняя	Средняя	Да

Таким образом, при анализе методов оценки риска информационной безопасности АСУ ТП нами была выбрана трехфакторная модель как наилучший метод для оценки риска.

По мнению авторов, наиболее эффективным методом для осуществления информационной безопасности АСУ ТП является построение комплексной системы защиты АСУ ТП, которая должна реализовывать следующие функции:

- управление и контроль доступом субъектов к объектам защиты;
- защиту машинных носителей информации;
- целостность и конфиденциальность программной среды;
- антивирусную защиту;
- регистрацию событий и расследование инцидентов ИБ;
- межсетевое экранирование;
- обнаружение/противодействие вторжениям/атакам различной природы;
- мониторинг/анализ защищенности информационных систем;
- обеспечение безопасной разработки прикладного ПО;
- управление обновлениями программного обеспечения;
- обеспечение доступности технических средств и информации;

Это позволит добиться следующих результатов:

- снизить риски отказа или внештатного функционирования систем АСУ ТП и контролируемых/управляемых объектов;
- обеспечить соответствие требованиям законодательства России и нормативным требованиям ФСТЭК России по защите АСУ ТП;
- создать эффективную систему выявления и подавления современных целенаправленных атак;
- Даст возможность оперативного консолидированного мониторинга и расследования атак и инцидентов, в том числе в реальном времени.

Исходя из вышеизложенного, для снижения риска информационной безопасности АСУ ТП необходимо проведение мероприятий на системном уровне.



Построение защищенной АСУТП на базе требований ФСТЕК России, введение дополнительных мер и средств защиты, проведение обучения персонала и т.д., то есть провести намеренную работу по снижению риска.

Литература

1. Цапко Г.П., Вериго А.А., Каташев А.С. Анализ рисков безопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №5 (2016)
2. Астапчук В.А. Архитектура корпоративных информационных систем / В.А. Астапчук, П.В. Терещенко. – Новосибирск: НГТУ, 2015 - 75 с.
3. Дубинин Е.А. Оценка относительного ущерба безопасности информационной системы: монография / Е.А. Дубинин, Ф.Б. Тебуева, В.В. Копытов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 192 с.
4. Дятлов С.А. Информационно-сетевая регуляция: Монография / С.А. Дятлов, В.П. Марьяненко, Т.А. Селищева - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016 - 414 с.
5. Комплексная безопасность бизнеса в условиях экономической нестабильности: материалы науч.-практ. конф. / отв. ред. Е.В. Стельмашонок, С.Н. Максимов. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2014 – 151 с.
6. Малюк А.А. Теория защиты информации. - М.: Гор. линия-Телеком, 2012 – 184 с.
7. Прокопенко А.В. Синтез систем реального времени с гарантированной доступностью программно-информационных ресурсов: монография / А.В. Прокопенко, М.А. Русаков, Р.Ю. Царев. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013-92 с.

А.А. Батаргалиев, К.Е. Климентьев, В.И. Соловьева

НАУЧНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ВОПРОСАМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

(Самарский университет)

Введение. Преподаватели кафедры ИСТ Самарского университета принимают участие в подготовке бакалавров, магистров и специалистов на разных специальностях ВУЗа, включая, например, 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника и 10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем. Методическая поддержка курсов, посвященных вопросам защиты информации (см., например, работы [1,2,3,4]), требует проведения ряда предварительных исследований, имеющих самостоятельную научную и техническую ценность. Эти исследования, преимущественно, затрагивают ряд вопросов, связанных с «классической» криптографией, то есть, не актуальной с точки зрения практического применения, но содержащей ряд теоретических положений, знание которых важно при изучении «современной» криптографии.



Методическое обеспечение курсов организовано в виде лабораторного практикума, в рамках которого студентам предлагается выполнить ряд заданий – см. работы [2,3,4]. Подготовка индивидуальных заданий потребовала предварительного выполнения ряда исследовательских работ.

1. Изучение шифра простой замены. Имеется в виду «классический» шифр, основанный на подстановке элементов одного алфавита вместо элементов другого [1,6,8]. Способ дешифрования основан на частотном анализе зашифрованного текста с учетом статистических закономерностей, присущих тому или иному естественному языку. Например, в русском языке наиболее часто встречается буква «О», потом следуют «Е», «А», «И» и т.д (см. [8]). Знание этого обстоятельства позволяет легко автоматизировать процесс дешифрования достаточно длинных текстов (порядка 1500-2000 знаков и более). Однако на «коротких» текстах статистические закономерности практически не проявляются.

1.1. Задача поиска коротких фраз. Отсюда вытекает первая задача исследования: найти короткие текстовые фразы (длиной не более 100 знаков), для которых статистические закономерности выполняются хотя бы частично (например, для нескольких наиболее частых букв – «О», «Е», «А», «И», «Н», «Т»). В ходе решения этой задачи К.Климентьевым было создано соответствующее программное обеспечение и просканированы многочисленные тексты различных авторов с литературных порталов www.samlib.ru и www.proza.ru (всего около 10000 текстов общим объемом порядка 3 млрд. знаков). В результате найдено всего лишь около 300 очень редких фраз, для которых выполняется сформулированное выше условие. Дешифрование именно этих фраз, закодированных случайно выбранными ключевыми подстановками, предлагается в качестве индивидуальных заданий (см. работу [2]). Например, фраза «ТЕПЕРЬ МЫСЛЕННО ПЕРЕДВИГАЙСЯ ОТ КОПЧИКА ДО МАКУШКИ И ОБРАТНО» может быть закодирована как «UNBNWY J6C4N77P BNWNFHL1EXCM PU TPBDLTE FP JETIZTL L PQWEU7P», где 6 раз встречается буква «P» (вероятно, это «О»), 5 раз встречается буква «N» (вероятно, это «Е») и так далее.

По имеющейся информации, подобная работа никогда и никем ранее не проводилась.

1.2. Задача подбора слов. Тем не менее, знание 5-6 букв фразы не гарантирует ее дешифрования – требуются неформальные эвристические методы, аналогичные описанным в [7]. Частично автоматизировать применение этих методов помогает уникальное программное обеспечение, разработанное В.Соловьевой. Оно позволяет, применяя встроенный словарь, подбирать слова, соответствующие заданной маске, при этом текстовый контекст автоматически модифицируется в соответствии с каждой очередной «гипотезой» – см. рис. 1.

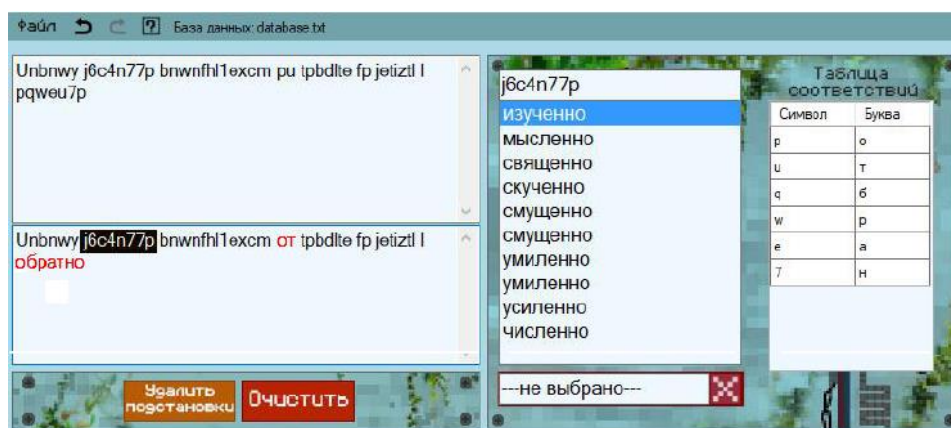


Рис. 1. Утилита подбора слов по маске

Например, маске « $3564E77O$ » могут быть сопоставлены слова «ИЗУЧЕННО», «СВЯЩЕННО», «МЫСЛЕННО» и др., из которых «правильное» предлагается выбрать в соответствии с контекстом.

2. Изучение шифров Цезаря и Вижинера. Задача поиска «красивых» примеров. Имеются в виду шифры группы Тритемиуса, основанные на «сложении букв», а фактически – целых чисел в группе вычетов по модулю мощности алфавита [1,8]. Лабораторные работы предполагают как шифрование предложенных слов предложенным ключом, так и их дешифрование, то есть «взлом» без знания ключа [2]. При этом целесообразно использование не произвольных, но тщательно отобранных комбинаций «слово, ключ».

Таблица 1 – Примеры «красивых» сочетаний

Слово	ЗАЙКА	БАТАТ	WOMAN	LADY	ДУБЬЁ	ПОМПОНЫ
Ключ	ЗАЙКА	СЕЯТЬ	LABEL	WOLF	МММММ	ДДДДДДД
Сумма	ПАСХА	ТЕСТО	HONEY	HOOD	РАНИТ	УТРУТСЯ

С этой целью К. Климентьевым был проведен поиск подходящих троек «слово, ключ, результат», в которых все три компонента представляли бы собой слова естественного языка. Поиск проведен для двух случаев: 1) нумерация букв 0..32; 2) нумерация букв 1..33. Были использованы словари русского (порядка 93 тыс. слов) и английского языков (порядка 11 тыс. слов) с сайта www.slovari.ru. В результате были получены около тысячи «красивых» сочетаний «слово, ключ, результат» (примеры – см. в табл. 1). Если исследования сочетаний для шифра Цезаря известны (они в лингвистике называются «транспозитами»), то никаких сведений по аналогичным работам для шифра Вижинера не имеется. Найденные «красивые» сочетания использованы в индивидуальных заданиях для лабораторных работ [2].

3. Изучение методов асимметричной криптографии. При изучении математических аспектов шифрования с открытым ключом и электронно-цифровых подписей необходимо использование «длинной арифметики» [5, 6]. А.Батаргалиевым разработан «калькулятор длинных чисел» (составленных из несколько сотен десятичных цифр), который также используется в лабораторном практикуме (см. рис. 2).

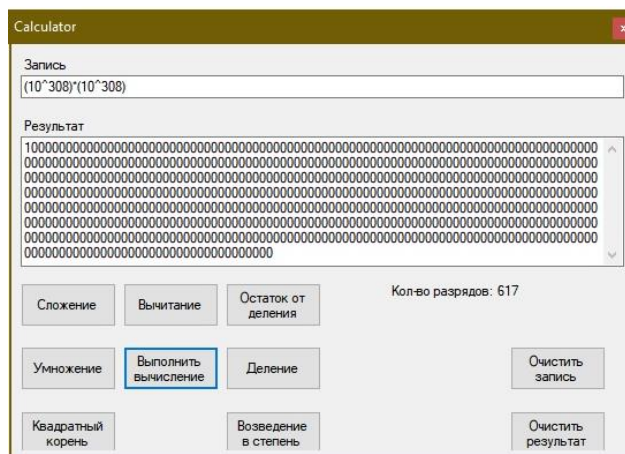


Рис. 2. Калькулятор длинных чисел

Развитием данной работы может служить расширение функционала калькулятора за счет операций «определение НОД двух длинных целых чисел», «определение мультипликативно-обратного в кольце вычетов по длинному модулю», «определение порядка элемента в кольце вычетов по длинному модулю», «поиск примитивных элементов в кольце вычетов по длинному модулю», «генерация длинных простых чисел», «доказательство или опровержение простоты длинного числа», «факторизация длинных чисел» и др. После указанной доработки «калькулятор длинных чисел» превратится в программное обеспечение, не имеющее аналогов.

Заключение. Таким образом, в процессе подготовки индивидуальных заданий для лабораторного практикума по курсу «Защита информации» создано уникальное программное обеспечение и получен ряд уникальных исследовательских результатов.

Литература

1. Климентьев К.Е. Введение в защиту компьютерной информации. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2020.
2. Алгоритмы и методы классической криптографии / М-во образования и науки Рос. Федерации, Самар. нац. исслед. ун-т им. С. П. Королева (Самар. ун-т); сост. О.А. Заякин, К. Е. Климентьев. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2017.
3. Практическое применение средств асимметричной криптографии / М-во образования и науки Рос. Федерации, Самар. нац. исслед. ун-т им. С. П. Королева (Самар. ун-т); сост. К. Е. Климентьев. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2017.
4. Исследование разрушающих программных воздействий / М-во образования и науки Рос. Федерации, Самар. нац. исслед. ун-т им. С. П. Королева (Самар. ун-т); сост. К.Е. Климентьев. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2017.
5. Домашев А.В., Грунтович М.М., Попов В.О. и др. Программирование алгоритмов защиты информации. – М.: Нолидж, 2002. – 416 с.



6. Введение в криптографию / Под ред. В.В.Ященко. – СПб.: Питер, 2001. – 288 с.
7. По Э. Золотой жук // В кн.: Американская новелла, М.: ГИХЛ. 1958. – С. 54-83.
8. Малюк А.А., Пазизин С.В., Погожин Н.С. Введение в защиту информации в автоматизированных системах. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2001. – 148 с.

В.А. Белов, Д.В. Бобров, З.Ф. Камальдинова, А.А. Каштанов, В.С. Милов

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ ГАРАНТИРОВАННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕТИ

(Самарский государственный технический университет)

Мы живём в том веке, когда новыми информационными технологиями никого не удивишь. Люди из разных уголков планеты свободно общаются между собой, при этом обмениваясь фотографиями или видеофайлами. Сейчас сложно представить, как мы будем жить без Интернета, ведь именно с его помощью все люди получают нужную для себя информацию.

Но чем больше мы полагаемся на Интернет, тем острее стоит вопрос защиты данных, которые мы туда вносим. Пароль для хакеров уже давно считается самым слабым местом. Такие простые методы как полный перебор (Брутфорс), перехват через открытую точку Wi-fi и банальное подглядывание дают злоумышленнику возможность с легкостью получить доступ к вашей конфиденциальной информации.

И именно поэтому следует разработать другие, более надежные, способы идентификации в сети.

Актуальность исследования. В эпоху бурно развивающихся информационных технологий и масштабы распространённости использования различных сервисов и служб, крайне важно развивать и совершенствовать системы защиты информации. Одной из важнейших задач теории защиты информации является идентификация пользователя в сети.

Данная проблема затрагивает каждого пользователя, так как каждый человек не хочет утечки собственных данных и для их защиты требуется выбрать наиболее рациональный и безопасный способ распознавания пользователя в сети. С каждым днем актуальность данной проблемы будет расти прямо пропорционально развитию информационных технологий.

Цель работы: провести исследования существующих способов идентификации пользователей в сети. Выбрать самый быстрый, эффективный и безопасный способ путем сравнения достоинств и недостатков каждого из метода.

Задачи, поставленные для достижения цели:

- изучить виды идентификации пользователей в сети;



- изучить плюсы и минусы каждого из способа идентификации пользователя в сети и составить таблицу, наглядно показывающую достоинства и недостатки каждого из метода;
- изучить возможности внедрения, распространения и роста каждого способа идентификации;
- на основе полученных данных выбрать наиболее эффективный и безопасный способ идентификации в сети.

Идентификация — это присвоение субъектам и объектам доступа идентификатора и (или) сравнение предъявляемого идентификатора с перечнем присвоенных идентификаторов [1]. Идентификация является защитным механизмом, который применяется в сфере обеспечения информационной безопасности при взаимодействии пользователей и ИС.

Идентификация личности в сети Интернет необходима:

1. С целью взаимодействия с другими гражданами (общение в социальных сетях, на форумах, в новостных порталах и т.д.) для получения информации о пользователе Интернета из открытых источников.
2. Для выявления лиц, совершивших какие-либо мошеннические или противоправные деяния.
3. Целью предоставления государственных услуг или получения ими возможности совершения каких-либо правоотношений.

В первом случае строгая идентификация пользователей является не обязательной, а в большей степени добровольной процедурой. Можно создать такой инструмент, который позволял бы идентифицировать человека по одним персональным данным, например, дата рождения, номер документа, удостоверяющего личность, не раскрывая их при этом широкому кругу лиц.

Во втором случае идентификация в сети Интернет имеет ряд отличий от классической теории криминалистической идентификации и требует отдельного изучения.

Особое значение проблема идентификации личности приобретает в процессе предоставления государственных, муниципальных и банковских услуг в электронном виде, в результате которого появляется необходимость по представлению гражданам и органам государственной и муниципальной власти инструмента для безопасной идентификации посредством сети Интернет.

Статистика распространения биометрии. В целях получения более обширных данных в данной области мы обратились к исследованию компании Comparitech, которая изучила больше 50 стран на предмет использования и защиты персональных данных. Их интересовало, как собираются и хранятся биометрические данные (см. рисунок 1).

На этом основании каждой стране присуждались баллы (максимум 25). Чем выше балл у страны, тем обширнее и жестче ведется сбор биометрических данных. В каждой изученной исследователями стране биометрия используется в банкинге. Во многих странах также ведется сбор биометрических данных иностранцев. Хотя биометрические данные признаны чрезвычайно чувствительной информацией, во многих странах допускается их повсеместное исполь-



зование. Более того, в большинстве стран используются или тестируются камеры видеонаблюдения с функцией распознавания лиц [2].

Collection and storage of biometrics by country

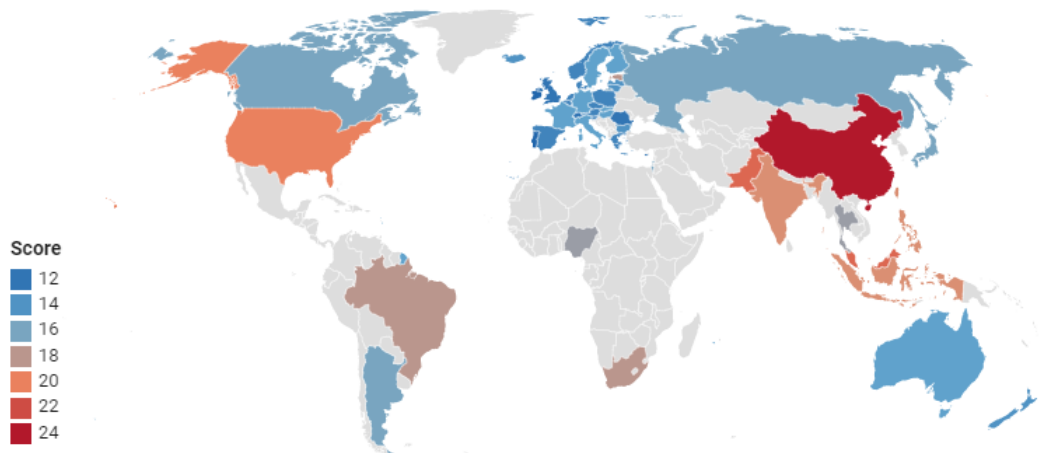


Рисунок 1 - Статистика внедрения и сбора биометрических данных в разных странах

Как показало исследование, в целом по Европе дела с защитой биометрических данных обстоят лучше, чем за ее пределами. По словам специалистов, это связано с действием в Евросоюзе «Общего регламента по защите данных» (GDPR).

Также нам бы хотелось рассмотреть российский биометрический рынок в период с 2019 по 2022 год. По результатам исследования исследования J'son & Partners Consulting. В данном проекте приняли участие больше 40 экспертов. Российский рынок сейчас находится в стадии большего развития, чем мировой. Доля России в мировом объеме рынка постоянно продолжает расти (см. рисунок 2).

Исследования самого удобного и безопасного способа идентификации в сети мы решили провести по нескольким критериям:

1. Стоимость.
2. Скорость развития способа.
3. Безопасность.
4. Доверие пользователя.
5. Трудоемкость внедрения.

Сравнение будет проходить по десятибалльной системе. Каждому способу будет проставлена оценка по каждому критерию, где десять — это максимальный балл. В итоге будет выбран наиболее подходящий способ аутентификации. Оценивание критериев проводилось экспертами с кафедры информационной безопасности СамГТУ. И, основываясь на согласованной оценке экспертов, можно сделать вывод о наиболее безопасном и приемлемом способе идентификации пользователей.

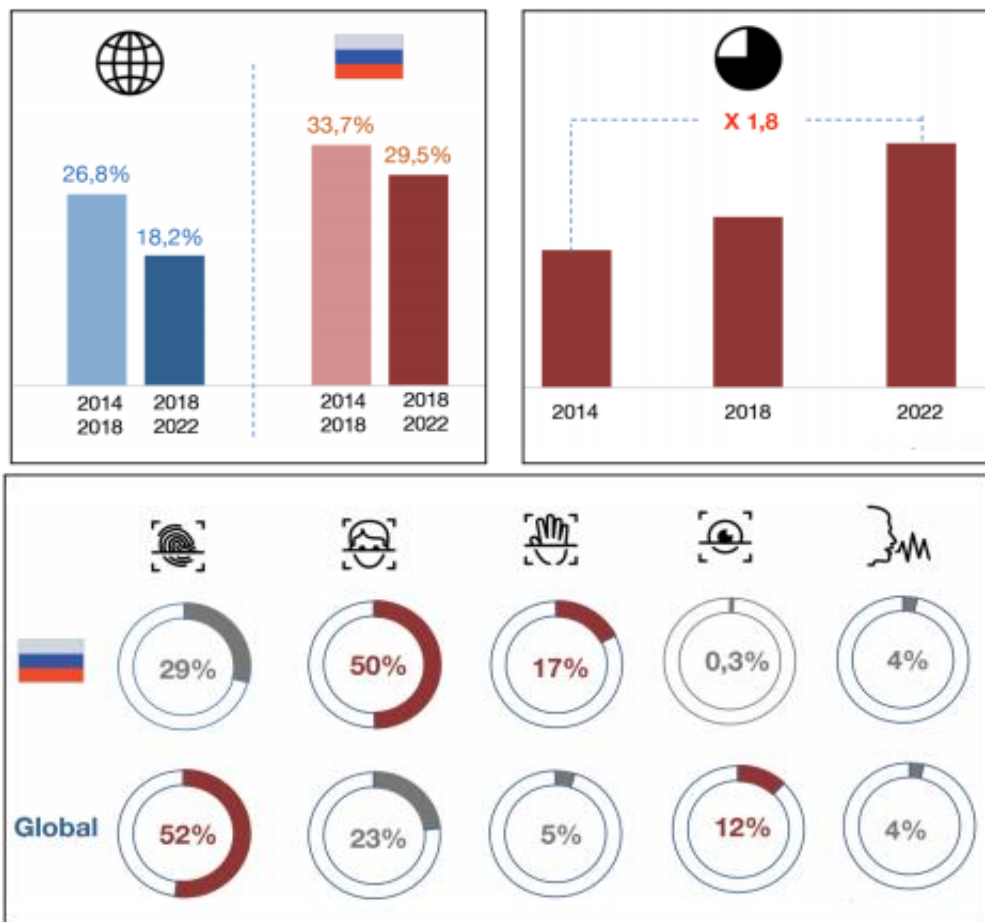


Рисунок 2 – Структура мирового и российского рынка биометрических технологий

Для наиболее точного выбора метода идентификации, было осуществлено разделение критериев по подгруппам, где каждая подгруппа имела свою степень важности.

1. Первая группа важности – Безопасность, стоимость изготовления.
2. Вторая группа важности – Доверие пользователя, скорость развития способа.
3. Третья группа важности – Трудоемкость внедрения.

Расчёты были произведены с помощью метода аналитической иерархии Томаса Саати.

Вывод

Все вышеперечисленные виды идентификации обладают своими преимуществами и недостатками. В ходе исследования самым эффективным и надёжным методом гарантированной идентификации личности пользователя в Сети является биометрия. Она показала наивысший балл в скорости развития и безопасности, что является основополагающими критериями для надежного и востребованного метода идентификации. Хотя и такие привычные способы идентификации как пароль, PIN-код и другие являются эффективными, но они не имеют возможностей развиваться дальше. В век бурно развивающихся инновационных технологий человечеству нужны более простые, эффективные и безопасные методы идентификации в сети как биометрия. В итоге можно уви-



деть, что самыми оптимальными вариантами являются такие биометрические методы идентификации пользователей как «По отпечатку пальцев» и «По венозному рисунку ладони». Они являются не слишком дорогими, но достаточно эффективными методами.

Литература

1. Руководящий документ Гостехкомиссии России «Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения». - М.: ГТК РФ, 1992. - 13 с.

2. Биометрическая идентификация [Электронный ресурс]/ российский интернет-портал и аналитическое агентство. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Биометрическая_идентификация_\(мировой_рынок\)#](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Биометрическая_идентификация_(мировой_рынок)#).

Д.С. Баканов

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ВРЕДНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

(Самарский университет)

Индустрия вредоносного программного обеспечения (ПО) продолжает расти. По оценкам лаборатории Касперского, лишь за один месяц 2020 года совершено свыше 10 млн. заражений [1]. И эта цифра продолжает расти.

Задача построения модели машинного обучения (МО), которая могла бы предсказать то, что ЭВМ в ближайшее время может быть заражена, была сформулирована компанией Microsoft на ресурсе Kaggle [2].

Данные представленные компанией Microsoft представляют таблицу (рисунок 1) с различными признаками (переменная в названии столбца таблицы). Исходом (признак, который надо предсказать) является переменная HasDetections, которая принимает значение 1 – данная машина заражена, 0 – иначе.

	MachineIdentifier	ProductName	EngineVersion	...	Wdft_IsGamer	Wdft_RegionIdentifier	HasDetections
0	0000028988387b115f69f31a3bf04f09	win8defender	1.1.15100.1	...	0.0	10.0	0
1	000007535c3f730efa9ea0b7ef1bd645	win8defender	1.1.14600.4	...	0.0	8.0	0
2	000007905a28d863f6d0d597892cd692	win8defender	1.1.15100.1	...	0.0	3.0	0
3	00000b11598a75ea8ba1beea8459149f	win8defender	1.1.15100.1	...	0.0	3.0	1
4	000014a5f00daa18e76b81417eeb99fc	win8defender	1.1.15100.1	...	0.0	1.0	1

Рисунок 9 – Внешний вид таблицы с данными

В данной таблице, как можно видеть из рисунка 1, каждый признак имеет разный тип данных. На рисунке 2 представлено распределение признаков по следующим типам значений:



- Категориальные признаки (Categorical Features) – признаки, которые имеют конечное количество строковых значений.
- Непрерывные числовые признаки (Numerical Feature) – признаки, которые имеют числовые значения из некоторого интервала.
- Бинарные числовые признаки (Binary Features) – признаки, которые имеют два числовых значения (например, 0 или 1) [3].

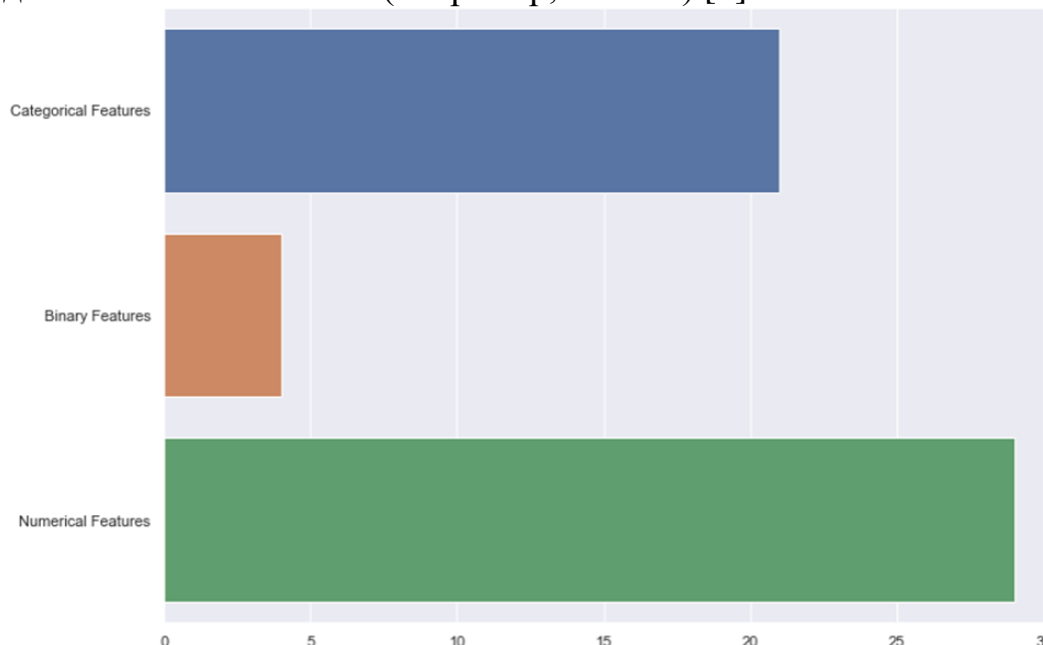


Рисунок 10 – Распределение признаков по типам значений

Как можно видеть, несмотря на то, что количество числовых признаков больше, категориальные данные тоже имеют существенное количество. Модель МО не сможет их обработать, поэтому можно провести факторизацию, т.е. сопоставить с каждой категорией какое-то число.

Для обучения модели также существенно распределение записей по классам исхода (т.е. записи, у которых HasDetections имеет значение 0 или 1). На рисунке 3 можно видеть, что дисбаланса среди записей нет, так как количество примеров почти одинаково.

Так как данных очень много (в изначальном наборе тренировочных данных насчитывается 83) были выявлены признаки с высокой долей пустых значений, а также с высокой долей часто встречающихся значений (свыше 0,9). Такие данные не играют высокой роли для обучения модели, поэтому их можно удалить из обучающего набора. Таким образом, удалось сократить количество признаков до 54.

Решаемая задача относится к задаче бинарной классификации, т.е. модель должна отнести каждую запись к одному из классов HasDetections 0 или 1. Основной сложностью является острая проблема масштабируемости данных из-за большого количества записей (8921483) в таблице и количества признаков. Но с другой стороны, такого количества данных не хватает, так как количество ЭВМ растет стремительно. Таким образом, нужно выбрать модель, которая хорошо обучается на малом объеме данных и в то же время нивелировала проблему масштабируемости данных.

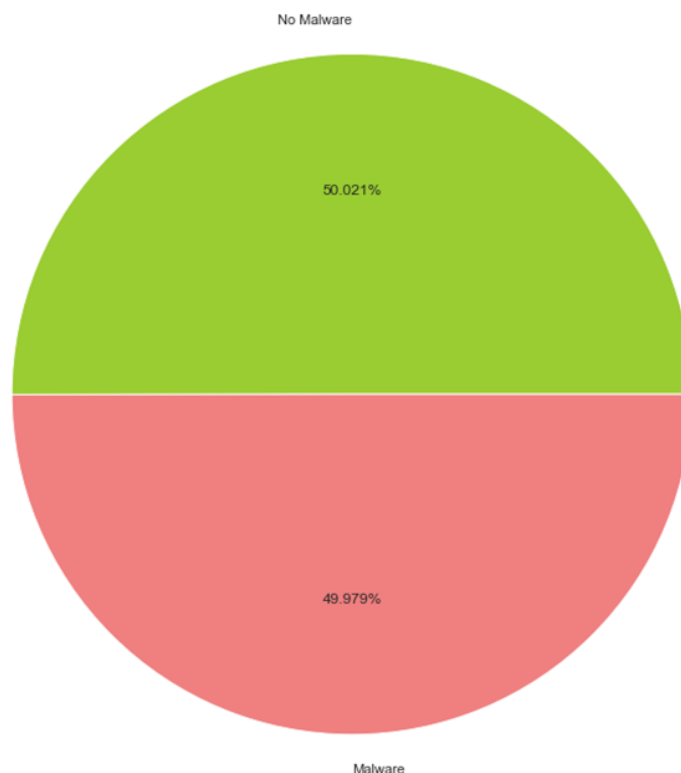


Рисунок 11 – Распределение записей по классам исхода

Проблему масштабируемости данных может решить модель решающих деревьев (Decision Tree). А в качестве алгоритма обучения можно использовать градиентный бустинг.

Градиентный бустинг – метод машинного обучения, который создает решающую модель прогнозирования в виде ансамбля слабых моделей прогнозирования, в нашем случае деревьев решений. Он строит модель поэтапно, позволяя оптимизировать произвольную дифференцируемую функцию потерь [4]. Порой градиентный бустинг выступает как отдельная модель МО. Данный алгоритм обучения хорошо подходит для обучения на малом объеме данных.

Для сравнения были использованы градиентный бустинг от компании Microsoft LightGBM, алгоритм которого был описан в 2017 году [5], и CatBoost от компании Яндекс. Основным различием двух моделей являются алгоритм формирования обучающего набора для каждого дерева решений и возможность обработки категориальных признаков.

Перед обучением стоит определиться с метрикой качества модели. Так как решается задача бинарной классификации, то уместно использовать ROC-кривую, которая описывает зависимость чувствительности от специфичности. Специфичность (False Positive Rate – FPR) – процент (или доля) правильно классифицированных нулей. Чувствительность (True Positive Rate) – процент (или доля) правильно классифицированных единиц [3]. График представляется в виде «струны», которую слегка вывели из состояния покоя. А численное значение точности – это площадь под этой «струной».

На рисунках 4 и 5 приведены ROC-кривые для LightGBM и CatBoost соответственно.

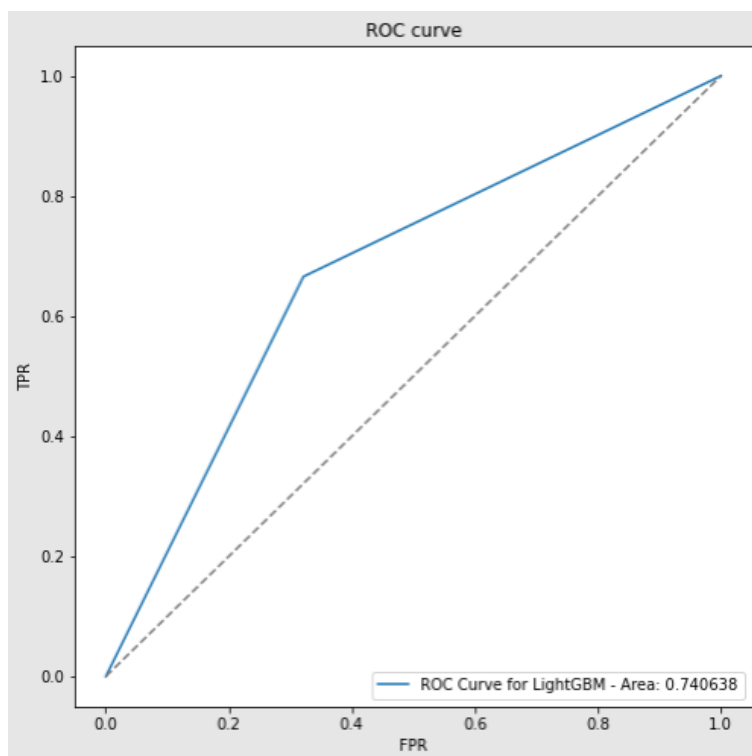


Рисунок 12 – ROC-кривая для LightGBM

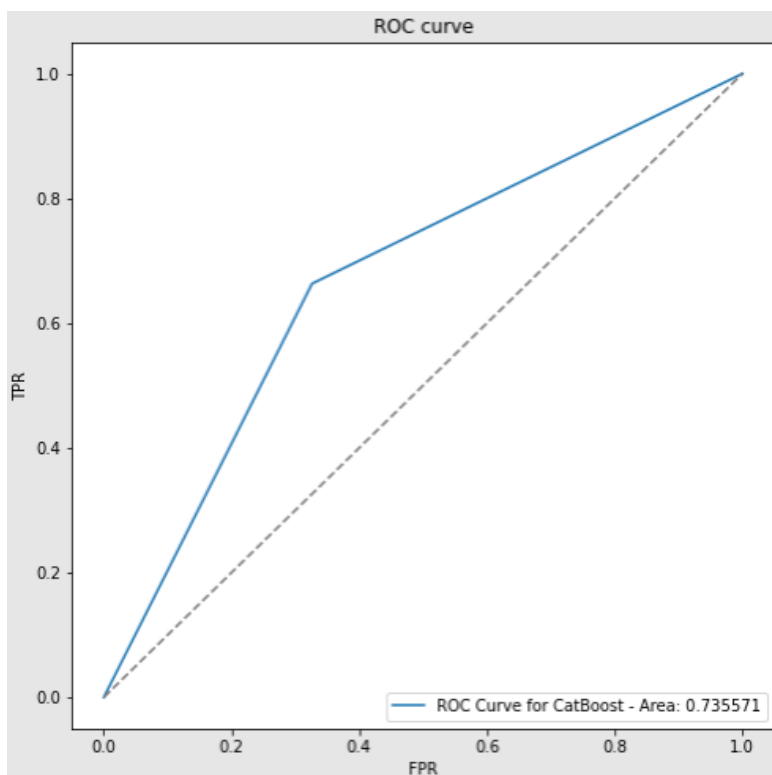


Рисунок 13 – ROC-кривая для CatBoost



Можно видеть, что обе модели показали хорошую точность (выше 0,7). LightGBM оказался более точным по сравнению с CatBoost (0,74 против 0,73). Однако скорость обучения CatBoost составила 35 минут, тогда как LightGBM – 44 минуты. Таким образом, обе модели показали достаточно хороший результат при обучении.

Таким образом, была произведена подготовка данных для обучения и создана модель МО, которая может предсказывать зараженность ЭВМ. Данную модель можно использовать в связке с антивирусом для быстрой оценки состояния системы в целом.

Литература

- 1 Интерактивная карта киберугроз [Электронный ресурс] // Kaspersky URL: <https://cybermap.kaspersky.com/ru/stats> (дата обращения: 20.10.2020).
- 2 Malware Prediction [Электронный ресурс] // Kaggle URL: <https://www.kaggle.com/c/microsoft-malware-prediction> (дата обращения: 20.10.2020).
- 3 Брюс, П. Практическая статистика для специалистов Data Science: Пер. с англ. / П. Брюс, Э. Брюс. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 304 с.: ил.
- 4 CatBoost [Электронный ресурс] // Университет ИТМО. URL: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=CatBoost#.D0.9E.D1.81.D0.BE.D0.B1.D0.B5.D0.BD.D0.BD.D0.BE.D1.81.D1.82.D0.B8_CatBoost (12.11.2020).
- 5 Friedman J.H. Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine // The Annals of Statistics. Vol. 29, No. 5 (Oct., 2001). С. 1189-1232

Д.Д. Габелия, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙН-СИСТЕМЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «КОНТРОЛЬ ОХРАНЫ ТРУДА»

(Самарский университет)

Основной частью процесса разработки программного обеспечения частью является этап проектирования будущей системы. Особое внимание на этом этапе следует уделить разработке пользовательского интерфейса, поскольку именно через него конечный потребитель сможет взаимодействовать с системой.

Разработкой полноценных интерфейсов обычно занимаются UI/UX-дизайнеры. В компании «СМС-Информационные технологии» (далее – «СМС-ИТ») проектированием прототипов экранных форм и последующим описанием требований к ним занимаются аналитики. Нередко аналитики задействованы на нескольких проектах одновременно, соответственно, в их задачи входит поддержание дизайн-проектов и систем требований к различным продуктам. Внутренние структуры соответствующих проектов и систем могут отличаться, что может вызывать затруднения в процессе работы и при адаптации к новому проекту.



С целью упорядочивания подходов к проектированию программных продуктов и уменьшению временных затрат на данном этапе многие компании разрабатывают дизайн-системы. Ключевой особенностью дизайн-системы является то, что каждый из блоков более высокого уровня строится на основании правил, выработанных несколькими этапами ранее. Например, для создания такого базового элемента как кнопка необходимо сначала определить используемые в системе шрифты и цветовую гамму продукта.

Подобный подход определяет порядок, согласно которому на каждом этапе разработки системы должны вырабатываться и строго фиксироваться базовые правила. Впоследствии эти правила наследуются более высокоуровневыми компонентами. Данная особенность дизайн-системы – атомарность – направлена на формирование общего подхода к работе для всей команды, призвана облегчить процесс внесения поправок и доработок, сформировать в одном месте единую базу требований, предназначенную для решения вопросов, возникающих при определении функциональности элементов системы.

В целях оптимизации процесса проектирования интерфейсов и описания требований к элементам интерфейса и экранным формам компанией «СМС-ИТ» разрабатывается внутренняя дизайн-система. Она будет содержать базовые компоненты интерфейса (кнопки, поля ввода, радиокнопки и пр.), блоки базовых компонентов, комплексные компоненты (модальные окна, таблицы и пр.), а также шаблоны полноценных страниц системы. Помимо этого, предполагается составление спецификаций требований ко всем перечисленным элементам: как базовым компонентам, так и более сложным структурам.

За основу разрабатываемых компонентов взяты образы компонентов программного комплекса «Контроль охраны труда». Целью данной работы является создание универсальной дизайн-системы, содержащей основные компоненты, используемые при разработке веб-приложений, и требования к ним. Конечная дизайн-система сможет быть использована при проектировании любых новых веб-проектов.

Проектирование компонентов осуществляется с помощью онлайн-приложения Figma. Описание и структурирование требований к компонентам выполняется в корпоративной системе Wiki. Преимуществами данных инструментов является их соответствие требованиям концепции дизайн-системы и возможность структурирования данных внутри разрабатываемых проектов.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования разрабатываемой дизайн-системы, учитывающая действия, выполняемые на этапе визуального прототипирования.

С помощью дизайн-системы аналитики компании «СМС-ИТ» смогут:

- 1) создавать и редактировать проекты интерфейсов;
- 2) работать с спроектированными компонентами интерфейсов: выбирать их из библиотеки компонентов, размещать на фреймах-прототипах, настраивать их внешний вид;
- 3) сохранять проекты интерфейсов и загружать сохраненные проекты из файлов;



4) работать со спецификациями требований к элементам системы: создавать, удалять, вносить необходимые изменения;

5) работать со спецификациями требований к конечным экранным формам, использовать в них фрагменты составленных базовых спецификаций.

Помимо аналитиков, дизайн-системой смогут также пользоваться разработчики и тестировщики в процессе реализации элементов интерфейса в соответствии с заявленными образами и функциональными требованиями и проверке на соответствие.

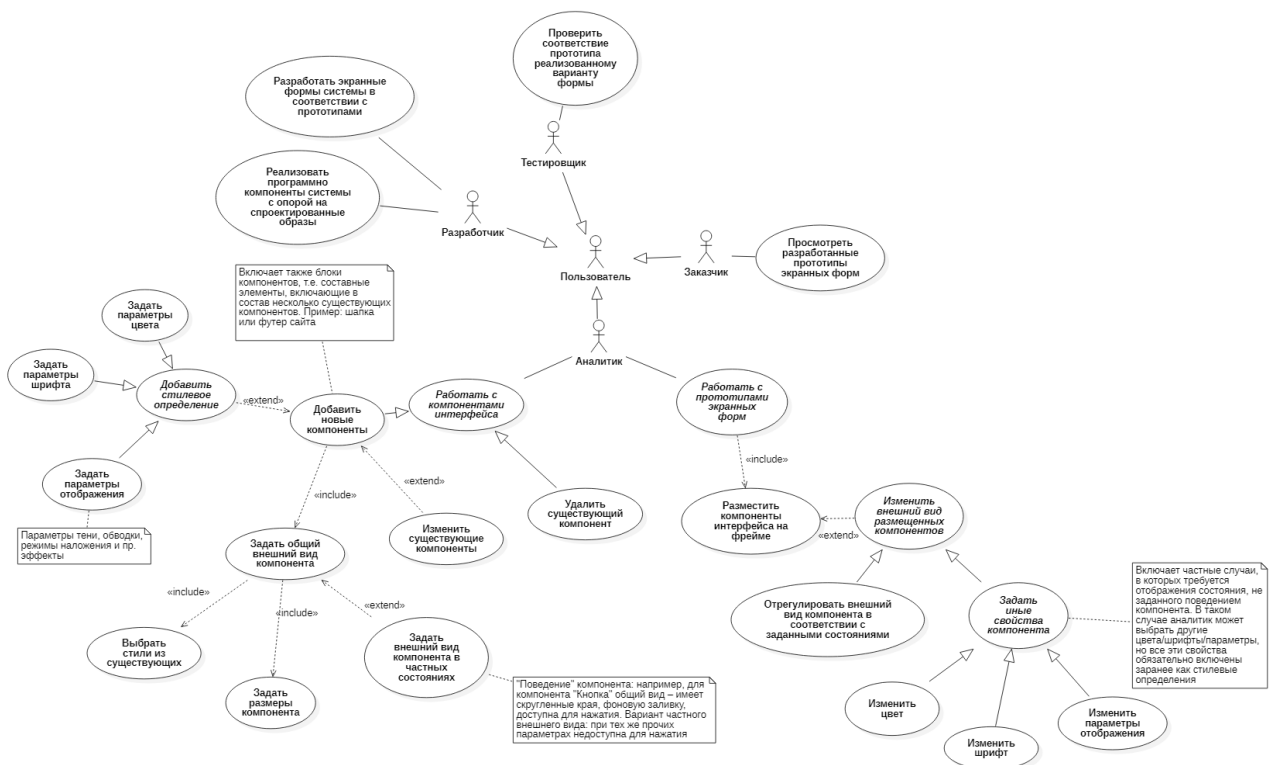


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для процесса проектирования интерфейсов

Внутри проекта компоненты разделены на несколько категорий, определяющих их основное назначение в интерфейсе. На данном этапе выделены четыре категории: командные элементы управления, элементы управления выбором, элементы ввода, элементы управления отображением [1]. Соответствующее разделение выполнено для разграничения основных компонентов по различным разделам, что обеспечивает более удобную навигацию внутри проекта.

К элементам ввода относятся такие элементы, как поля ввода, счетчики, ползунки, раскрывающиеся списки и прочие элементы [2]. На рисунке 2 представлен фрагмент разрабатываемой дизайн-системы, содержащий спроектированный компонент «Раскрывающийся список».



В левой части представлены вспомогательные, базовые компоненты. Компонент раскрывающегося списка (справа) составлен, согласно принципу атомарности, на основе компонентов более низкого уровня.

На данный момент дизайн-система находится на этапе разработки. Сдача в опытную эксплуатацию намечена на лето 2021 года.

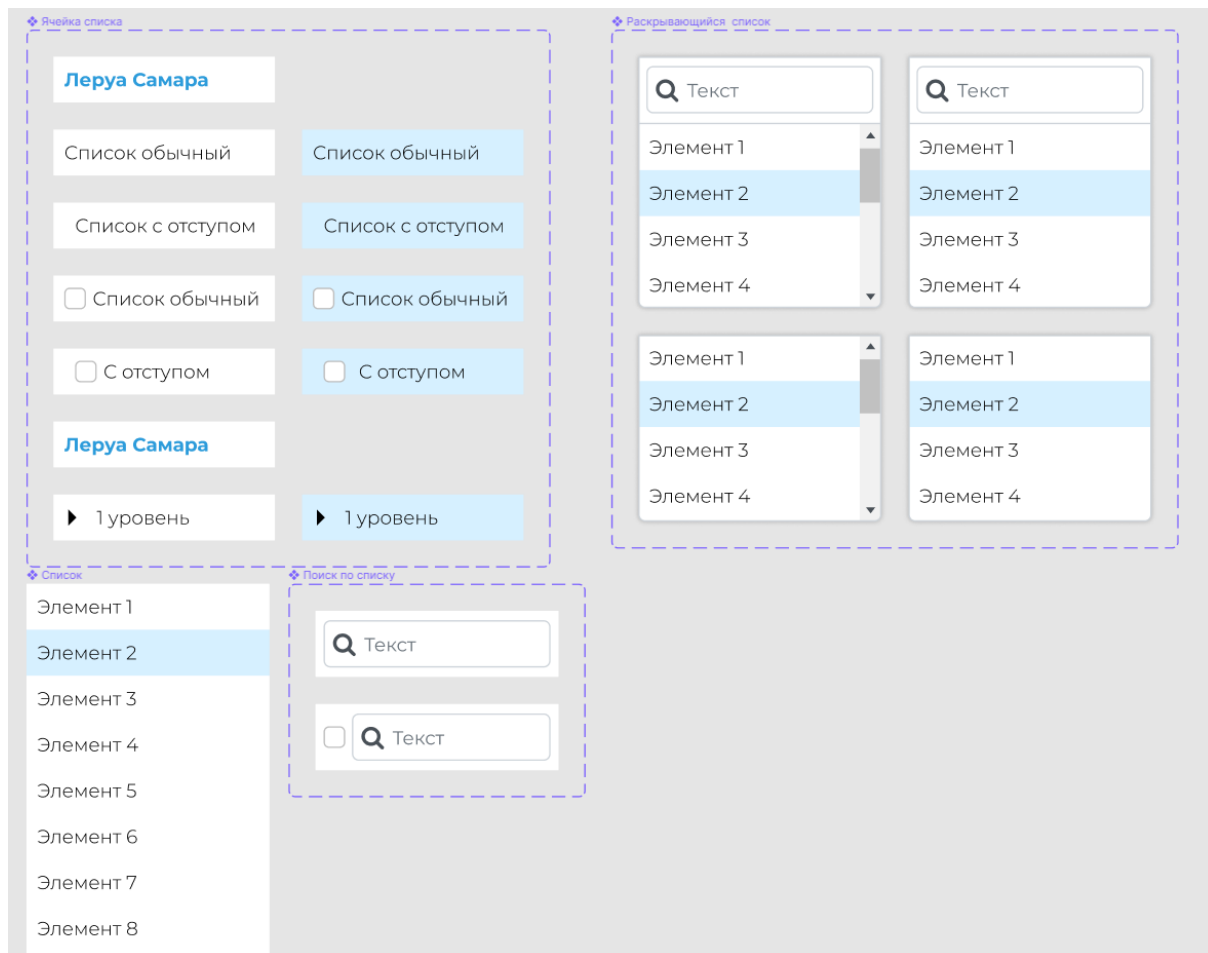


Рисунок 2 – Компонент «Раскрывающийся список»

Литература

- 1 Brad Frost. Atomic design [Электронный ресурс]. URL: <https://atomicdesign.bradfrost.com/> (дата обращения 10.04.2021).
- 2 Купер А., Рейман Р., Кронин Д. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. СПб.: Символ-Плюс, 2009. 688 с.



А.В. Графкин, В.В. Графкин

МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

(Самарский университет)

Системы контроля и управления доступом (СКУД) широко распространены и позволяют определять признаки субъектов различными методами. Наиболее часто используются методы в основе которых лежит аутентификация субъекта по данным с чипа, обычно интегрированного в карту доступа или конструктивно предусмотренного в смартфоне.

Также применяются методы, основанные на идентификации и сравнении биометрических данных субъекта. Однако данные методы предполагают контакт части тела с поверхностью считывателя, например пальца – со сканером отпечатков или подбородка – с подставкой для фиксации головы при идентификации по сетчатке глаза. Указанное обстоятельство предполагает осуществление обеззараживающих действий с контактной поверхностью с целью предотвращения распространения различных заболеваний. Высокий риск распространения заболеваний в купе с риском несанкционированного распространения биометрических данных обуславливают преимущества бесконтактных методов аутентификации субъекта (рисунок 1).

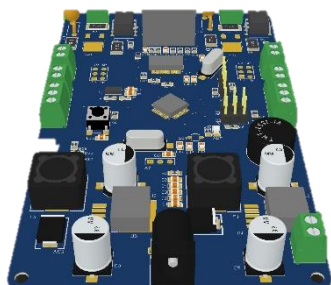


Рис. 1. Пример бесконтактной реализации

Вместе с тем, в определенных различных регламентами локациях принимаются меры по выявлению критических значений физиологических показателей, определяемых как значимые, особенно в условиях неблагоприятной санитарно-эпидемиологической обстановки. Одним из наиболее часто отслеживаемых показателей является температура тела субъекта.

В данной работе представлен элемент СКУД: считыватель, позволяющий бесконтактным методом проводить идентификацию субъекта и определять температуру поверхности его тела.

Структурная схема устройства представлена на рисунке 2. Устройство характеризуется следующими свойствами:



- питание устройства от 5 до 17 В;
- для коммутации используется реле: номинальный ток коммутации 2 А, коммутируемое напряжение DC (макс) 30 В, коммутируемое напряжение AC (пиковое) 125 В;
- оповещение о текущем состоянии устройства осуществляется с помощью интеллектуальных светодиодов WS2812, а также звуком через BUZZER; Режим оповещения задается переключками или с помощью программы-конфигуратора через интерфейс USB;
- температура измеряется инфракрасным термометром для бесконтактных измерений температуры.

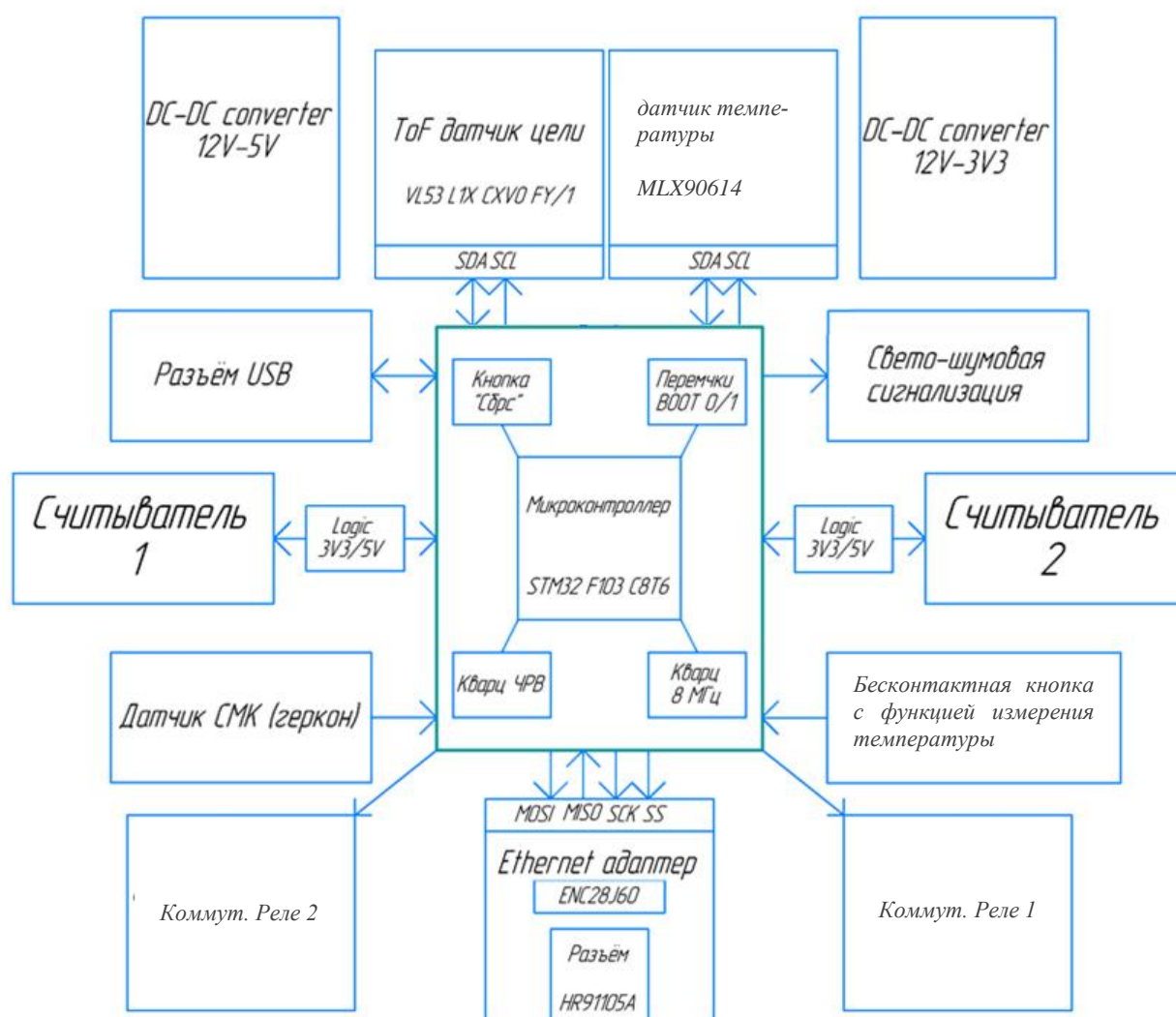


Рис. 2. Структурная схема устройства

Датчик температуры позволяет проводить измерение бесконтактным способом. В него интегрированы ИК-детектор, малозумящий усилитель, 17-разрядный АЦП и мощный блок DSP, что обеспечивает высокую точность и разрешение. Термометр поставляется с заводской калибровкой и цифровым выходом SMBus с разрешением 0.02 °С. Пользователь может настроить цифровой выход на режим широтно-импульсной модуляции (PWM) для непрерывной пе-



редачи измеряемой температуры. У датчика заводская калибровка в широком температурном диапазоне: от -40 до 125 °С для температуры датчика; от -70 до 380 °С для температуры объекта.

Идентификация субъекта, попавшего в поле зрения считывателя, проводится с помощью датчика расстояния. Могут быть использованы датчики с различными углами обзора (Θ) и расстояниями детектирования (d) (рисунок 3).

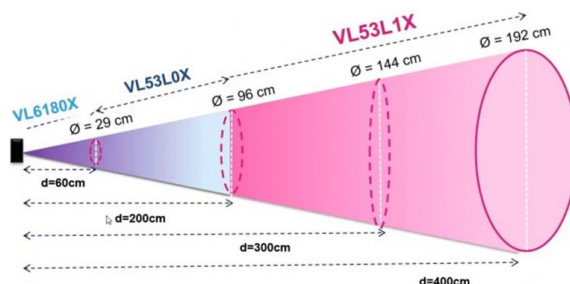


Рис. 3. Датчики расстояния

Небольшие размеры, низкая стоимость и простота интегрирования компонентов позволили получить устройство небольшого размера (рисунок 4). Размеры печатной платы имеют соотношение сторон 1:7, что близко к золотому сечению и по размерам устройство схоже с небольшим смартфоном. Современные методы обработки материалов позволяют выполнить устройство в любом корпусе отдельно либо интегрировать в уже имеющийся.

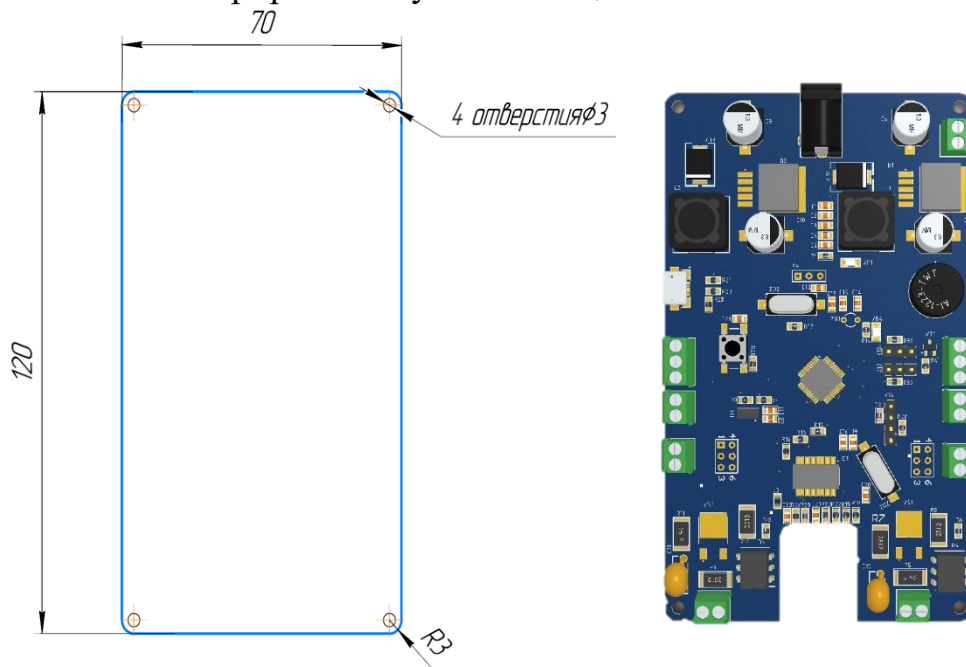


Рис. 4. Геометрические размеры и внешний вид печатной платы

Принцип работы устройства прост: при приближении к устройству световой индикатор свечением отражает, попал ли субъект в зону видимости датчика расстояния. После попадания в зону видимости производится замер температу-



ры тела и по результатам измерения выполняются регламентированные действия.

В отличие от устройств определения температуры субъектов с помощью тепловизоров, предложенное в настоящей работе решение обладает следующими преимуществами:

- низкая стоимость, что позволяет устанавливать устройства с большой зоной покрытия и измерять температуру субъектов в существенно большем количестве мест по сравнению с дорогими системами, которые как правило, устанавливают в одном месте – на входе в здание и измеряют температуру один раз в день, тогда как в течение дня температура субъекта может быть повышена и широко-распределенная сеть позволит зафиксировать данное обстоятельство.
- простая интеграция в уже существующую систему контроля и управления доступом;
- низкое энергопотребление;
- гибкая настройка многофакторных алгоритмов прохода через точки доступа (двери, турникеты);
- возможность бесконтактной аутентификации с помощью считывателей и бесконтактной кнопки.

А.Н. Катруша, С.А. Катруша

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЙ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ

(ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж)

Оценка уровней непреднамеренных излучений технических средств в заданной области пространства является важной задачей при выполнении таких мероприятий, как защита информации от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений и организация электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств [1-3]. При этом проведение непосредственных измерений в интересующих точках не всегда возможно. Это связано с низкими уровнями излучений, которые на достаточно удалении от излучателя могут быть существенно ниже уровня шума. В этом случае используется составная экспериментально-расчетная методика, заключающаяся в измерении уровня напряженности поля в некоторой опорной точке вблизи излучателя и последующем пересчете измеренных значений в уровень напряженности поля в заданной точке пространства. При этом в опорной точке, как правило, измеряется поперечная компонента напряженности поля. Однако, как известно [4], в ближней и переходной зоне излучателя может преобладать продольная компонента поля.

С электродинамической точки зрения при достаточно низких частотах техническое средство можно представить в виде элементарного диполя. Для того, чтобы определить вклад продольной составляющей в формирование резуль-



тирующего поля при произвольно ориентированном в пространстве векторе дипольного момента, рассмотрим «наклонный» диполь, размещенный в центре прямоугольной системы координат xOy (рисунок 1).

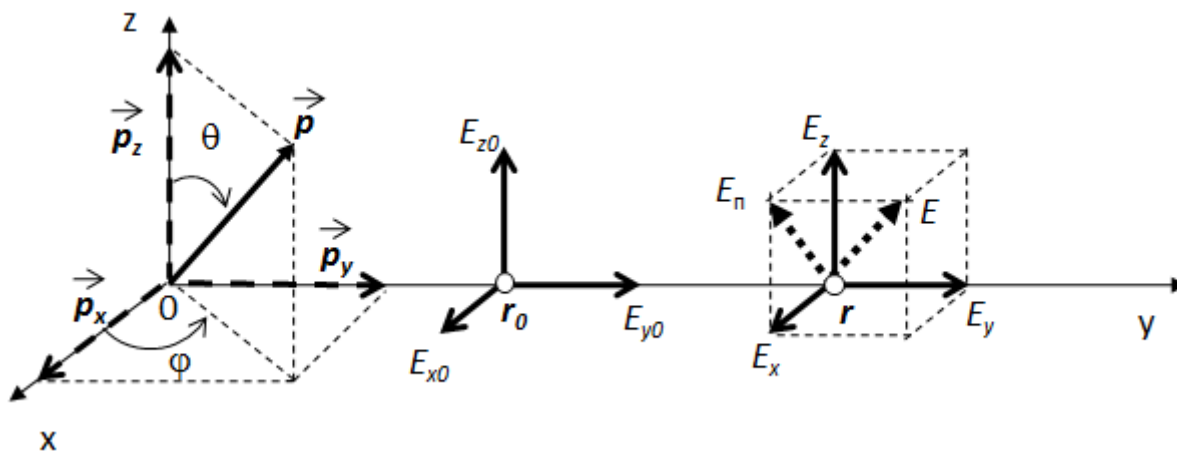


Рисунок 1 – Геометрия задачи определения напряженности поля ЭД, произвольно ориентированного в пространстве

В данной системе координат вектор дипольного момента задан модулем p и направляющими углами θ и φ . Представим исходный диполь в виде суммы трех ортогональных диполей с векторами дипольных моментов, направленных по осям координат: $p_x = p \sin \theta \cos \varphi$, $p_y = p \sin \theta \sin \varphi$, $p_z = p \cos \theta$.

В заданной точке пространства, находящейся на оси Oy , этими диполями создаются соответствующие поля с комплексными амплитудами [4]:

$$\dot{E}_x(r) = i30kIl \frac{\exp(-ikr)}{r} \left(1 + \frac{1}{ikr} - \frac{1}{k^2 r^2} \right) \sin \theta \cos \varphi, \quad (1)$$

$$\dot{E}_y(r) = 60kIl \frac{\exp(-ikr)}{r} \left(\frac{1}{kr} + \frac{1}{ik^2 r^2} \right) \sin \theta \sin \varphi, \quad (2)$$

$$\dot{E}_z(r) = i30kIl \frac{\exp(-ikr)}{r} \left(1 + \frac{1}{ikr} - \frac{1}{k^2 r^2} \right) \cos \theta. \quad (3)$$

Поперечная составляющая напряженности поля является векторной суммой двух компонент E_x и E_z и ее модуль равен

$$|\dot{E}_n(r)| = \sqrt{|\dot{E}_x(r)|^2 + |\dot{E}_z(r)|^2}. \quad (4)$$

Результирующая напряженность поля является векторной суммой всех трех компонент E_x , E_y и E_z и ее модуль равен

$$|\dot{E}(r)| = \sqrt{|\dot{E}_x(r)|^2 + |\dot{E}_y(r)|^2 + |\dot{E}_z(r)|^2}. \quad (5)$$

Таким образом, предлагается в опорной точке измерять, помимо поперечных компонент E_{x0} , E_{z0} , ещё и продольную компоненту E_{y0} . В этом случае прогнозный расчет напряженности полного поля в произвольной точке на оси Oy можно осуществить по следующей методике.



Диполь с произвольно ориентированным вектором дипольного момента p создает на расстоянии r_0 в опорной точке напряженность поля $\dot{E}(r_0)$, вектор которой можно представить в виде трех ортогональных векторов \vec{E}_{z0} , \vec{E}_{x0} , \vec{E}_{y0} (рисунок 1) с модулями амплитуд:

$$\begin{aligned} |\dot{E}_{x0}| &= A_x \sqrt{\left(1 - \frac{1}{k^2 r_0^2} + \frac{1}{k^4 r_0^4}\right)}, \quad |\dot{E}_{y0}| = A_y \sqrt{\left(\frac{1}{k^2 r_0^2} + \frac{1}{k^4 r_0^4}\right)}, \\ |\dot{E}_{z0}| &= A_z \sqrt{\left(1 - \frac{1}{k^2 r_0^2} + \frac{1}{k^4 r_0^4}\right)} \end{aligned} \quad (6)$$

где $A_x = 30kIl_x$, $A_y = 60kIl_y$, $A_z = 30kIl_z$; $l_{x,y,z}$ - проекции длины диполя на оси x, y, z , соответственно.

Поскольку значения $|\dot{E}_{x0}|$, $|\dot{E}_{y0}|$, $|\dot{E}_{z0}|$ известны из измерений в опорной точке, то из соотношения (6) можно найти неизвестные величины A_x , A_y , A_z , а по ним модули амплитуд компонент напряженности поля в произвольной точке наблюдения на удалении r от излучателя:

$$\begin{aligned} |\dot{E}_x(r)| &= A_x \sqrt{\left(1 - \frac{1}{k^2 r^2} + \frac{1}{k^4 r^4}\right)}, \quad |\dot{E}_y(r)| = A_y \sqrt{\left(\frac{1}{k^2 r^2} + \frac{1}{k^4 r^4}\right)}, \\ |\dot{E}_z(r)| &= A_z \sqrt{\left(1 - \frac{1}{k^2 r^2} + \frac{1}{k^4 r^4}\right)}. \end{aligned} \quad (7)$$

С учетом (6) получаем формулу для расчета модуля амплитуды напряженности полного электрического поля:

$$\begin{aligned} |\dot{E}| &= \sqrt{|\dot{E}_z|^2 + |\dot{E}_x|^2 + |\dot{E}_y|^2} = \\ &= \frac{r_0^3}{r^3} \sqrt{\left(|\dot{E}_{x0}|^2 + |\dot{E}_{z0}|^2\right) \frac{k^4 r^4 - k^2 r^2 + 1}{k^4 r_0^4 - k^2 r_0^2 + 1} + |\dot{E}_{y0}|^2 \frac{k^2 r^2 + 1}{k^2 r_0^2 + 1}}. \end{aligned} \quad (8)$$

Переходя к поперечной $|\dot{E}_{n0}|$ и продольной $|\dot{E}_{np0}|$ компонентам, измеренным в опорной точке, и вводя коэффициенты $K_n(r)$ и $K_{np}(r)$ ослабления амплитуд поперечной и продольной компонент, выражение (8) можно представить в виде:

$$|\dot{E}| = \sqrt{|\dot{E}_{n0}|^2 K_n(r) + |\dot{E}_{np0}|^2 K_{np}(r)}, \quad (9)$$

где

$$|\dot{E}| = \frac{r_0^3}{r^3} \sqrt{|\dot{E}_{n0}|^2 \frac{k^4 r^4 - k^2 r^2 + 1}{k^4 r_0^4 - k^2 r_0^2 + 1} + |\dot{E}_{np0}|^2 \frac{k^2 r^2 + 1}{k^2 r_0^2 + 1}}; \quad (10)$$

$$K_n = \frac{r_0^3}{r^3} \sqrt{\frac{k^4 r^4 - k^2 r^2 + 1}{k^4 r_0^4 - k^2 r_0^2 + 1}}, \quad K_{np} = \frac{r_0^3}{r^3} \sqrt{\frac{k^2 r^2 + 1}{k^2 r_0^2 + 1}}. \quad (11)$$



Таким образом, разработана методика расчета уровней ослабления побочных электромагнитных излучений технических средств на основе измерений в ближней зоне излучателя не только поперечных, но и продольной компоненты напряженности электрического поля.

Литература

1. Kuhn Markus. Compromising emanations: eavesdropping risks of computer displays // Technical Report № 577, UCAM-CL-TR-577, University of Cambridge, Computer Laboratory, 2003.
2. Хорев А.А. Оценка возможности по перехвату побочных электромагнитных излучений видеосистемы компьютера. Часть 2 // Специальная техника. 2011. № 4. С. 51-62.
3. Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В. Защита от утечки информации по техническим каналам. Учебное пособие. М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 416 с.
4. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн. Учебное пособие. М.: Наука. 1973. 607 с.

К.Е. Климентьев

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ЛИНЕЙНЫХ КОНГРУЭНТНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

(Самарский университет)

Введение. На кафедре ИСТ Самарского Университета силами преподавателей и студентов продолжается разработка, реализация и модификация программной среды для моделирования поведения «саморазмножающихся» сущностей [1]. Попытки моделирования эпидемии вируса 2019–nCov продемонстрировали количественные ограничения существующей на текущий момент реализации и, как следствие, необходимость доработки ее в направлении распараллеливания вычислений. В настоящей работе приводится описание концепции программного генератора псевдослучайных чисел, ориентированного, в отличие от рассмотренных в работе [2], на вычисления, распределенные на большее количество процессоров.

1. Предварительный обзор и постановка задачи. Задача параллельного порождения множества потоков псевдослучайных чисел давно и хорошо известна (см., например [17]). Должны выполняться два условия: 1) потоки чисел, используемые разными процессорами, должны иметь сходные (в идеале – идентичные) статистические свойства; 2) эти потоки не должны пересекаться.



Рис. 1. Методы распараллеливания числовых потоков

На практике для выполнения этих условий используются разные подходы с использованием общего генератора: 1) разбиение числового потока на последовательно расположенные блоки (см. рис. 1,а); 2) разбиение числового потока на случайно расположенные блоки (см. рис. 1,б); 2) «лягушачьи прыжки» (см. рис. 1,в). Используется также подход, имеющий в виду применение множества независимых, но однотипных (фактически, одинаковых) генераторов с различными числовыми параметрами. Процесс построения генератора путем наполнения общего «шаблона» индивидуальным набором числовых параметров называется его «параметризацией».

Таковыми «шаблонами» могут служить XORSHIFT (в работе [8] опубликованы несколько сотен числовых параметров для построения различных генераторов) и МТ (в работе [18] описано средство для генерации различных числовых параметров «упрощенных» версий генератора). Но проще всего «параметризации» поддаются линейные конгруэнтные генераторы, работа которых основана на формуле

$$x_i := (a \times x_{i-1} + c) \bmod m,$$

где константы «а», «с» и «m» – суть числовые параметры генератора. Генераторы с $a \neq 0$, $c \neq 0$ называются «смешанными», генераторы с $c=0$ – «мультипликативными». Общие критерии выбора множителя «а» описаны в [3], там же приводится правило выбора: $a=8 \times t+5$ или просто $a=4 \times t+1$, где t – некое целое – для случая, если «m» есть степень двойки. Сдвиг «с» при этом может быть любым нечетным числом. Однако не все множители «а», соответствующие этой формуле, «равноценны». Важным критерием качества числовой последовательности, порожденной линейным конгруэнтным генератором, является равномерность распределения в n -мерном пространстве точек, координаты которых образованы группами соседних элементов последовательности. Например, для случая двумерной плоскости координаты точек: (x_0, x_1) , (x_1, x_2) , (x_2, x_3) и т.д. Известно (см. в [3] со ссылкой на [7]), что несмотря на хаотичный порядок появления точек, все они лежат на параллельных гиперплоскостях размерности $n-1$, например, если речь идет о двумерной плоскости, то точки лежат на параллельных прямых. Эффект «неравноценности» различных множителей проиллюстрирован рис. 2, из которого можно заключить, что множитель $a=5$ (см. рис. 2,б) в 2-мерном пространстве лучше, чем $a=1$ (см. рис. 2,а).

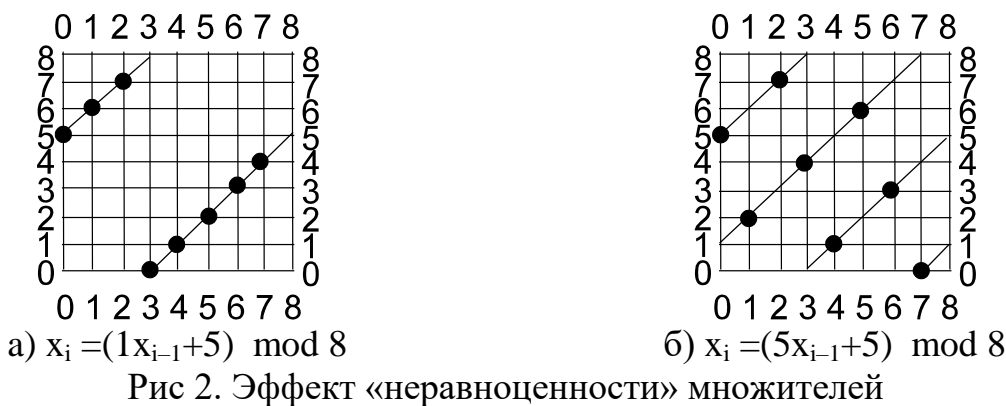


Рис 2. Эффект «неравноценности» множителей

Для исследования равномерности распределения точек и, соответственно, «качества» параметра «а», разработано несколько формальных критериев [16]: критерий расстояния между точками (подробно описан в [3]); критерий расстояния между параллельными гиперплоскостями; критерий количества гиперплоскостей; критерий «степени расхождения» (discrepancy). В принципе, с точки зрения классификации множителей «а» на «хорошие» и «плохие», все они приводят к одинаковым результатам. Поэтому достаточно применить только один из критериев, например, описанный в [3].

За последние десятилетия проведены многочисленные, часто очень ресурсоемкие исследования, направленные на поиск «хороших» множителей для разных «m» (см., например [10–15] и др.). Часть результатов доступна в Интернете непосредственно (например, [10]), малую часть иных можно обнаружить в многочисленных литературных источниках (например, в [5, 6, 9]), часть (например, результаты работы [13]) отсутствует в открытом доступе. Однако общее количество опубликованных и доступных конкретных числовых значений множителя «а» (а именно, всего несколько десятков) недостаточно для построения сотен и тысяч параллельно работающих вариантов.

Отсюда вытекает задача: воспроизвести и программно реализовать методику поиска «хороших» множителей «а» для «смешанных» конгруэнтных генераторов с модулями вида $m=2^t$, где $t=32$ или $t=64$. Отметим также, что эта методика будет непригодна для поиска множителей «а» в случае «мультипликативных» генераторов с простыми (неразложимыми на сомножители) модулями. Также упомянем, что программы расчетов по упомянутым выше критериям «качества» параметра «а» доступны в Интернете, в том числе и в виде исходных текстов, но они базируются на математической библиотеке «gmp» и реализованы в среде UNIX-подобных ОС, что сильно ограничивает их практическую применимость.

2. Описание метода. Итак, существует формальный метод, позволяющий рассчитать «качество» линейного конгруэнтного генератора, основываясь только на значениях множителя «а» и модуля «m» (см. [3]). Предполагается, что все псевдослучайные числа расположены в диапазоне от 0 до 1. «Наихудшее» расстояние между всевозможными парами точек в n-мерном пространстве есть $D_n=1/v_n=1/(d_1^2+d_2^2+\dots+d_n^2)^{1/2}$, где $-m/2 \leq d_i \leq m/2$ и $d_i \neq 0$. Метод вычисляет минимум «волнового числа»: $v_n=\min(d_1^2+d_2^2+\dots+d_n^2)^{1/2}$, где d_i выбираются из соотношений:



$$(d_1 + a \times d_2) \bmod m = 0, \text{ для } n=2;$$

$$(d_1 + a \times d_2 + a^2 \times d_3) \bmod m = 0, \text{ для } n=3;$$

$$(d_1 + a \times d_2 + a^2 \times d_3 + a^3 \times d_4) \bmod m = 0, \text{ для } n=4 \text{ и т.д.}$$

Очевидно, что при этом всегда $D_1=1/m$ и $v_1=m$. Обычно для практических нужд хватает значений v_2, v_3 и v_4 . Однако иногда рассчитывают так же v_5, v_6 и даже значения более высоких порядков. ЛКМ–генератор, у которого все v_i большие, «качественней» генератора, у которого все они малы. Чтобы сравнивать «качество» генераторов с различными модулями « m », величины v_i приводят к единому масштабу, пересчитывая их в μ_i (см. табл. 1).

Таблица 1 – Масштабирование «волновых чисел»

Размерность i	2	3	4
μ_i	$\pi v_2^2/m$	$4\pi v_3^3/3m$	$\pi^2 v_4^4/2m$

В соответствии с [3], считается вполне «удовлетворительным» и пригодным к практическому использованию, если $\mu_i \geq 0.1$, однако мы ужесточим требования и будем считать «хорошими» генераторы с множителями « a », для которых $\mu_i \geq 1.0$.

3. Описание реализации. Поиск v_i можно выполнять и полным перебором вариантов d_i , но при $i > 2$ такой подход становится чрезвычайно ресурсоемким, поэтому был использован алгоритм, подробно описанный в [3]. При реализации этого алгоритма на C/C++ потребовалось применение «длинной арифметики», с этой целью были доработаны примеры, опубликованные в работе [4]. Исходные тексты разработаны в соответствии со стандартом ANSI C (он же C89), так что могут равно компилироваться как в среде Windows (на компиляторах Microsoft и Borland), так и в среде UNIX–подобных ОС (на компиляторах GCC). В частности, для Windows реализована DLL–библиотека, которая может быть подключена к любому программному проекту, разработанному на любом компилируемом в машинный код языке программирования (например, C/C++, Pascal, Modula-2 и т.п.).

4. Обсуждение некоторых результатов. В процессе тестирования реализованного программного средства были найдены несколько десятков тысяч «хороших» множителей « a » для $m=2^{32}$ и $m=2^{64}$. В табл. 2. приведены некоторые из них, причем особое внимание уделено «красивым», то есть легко запоминаемым числам. Кроме того, в таблице, с целью сравнения, приведен ряд «хороших» значений константы « a », почерпнутых из литературных источников, а также «плохой», наобум выбранный множитель.

Анализ Табл. 2 показывает, что самостоятельно найденные множители с точки зрения «спектрального критерия» мало уступают лучшим известным образцам, но превосходят результат «случайного» выбора. Разработанное средство позволяет находить такие множители массово. Измеренное по методике [19] время поиска очередной константы даже на процессорах с тактовой частотой 1.6МГц не превышает 0.001 с.



Таблица 2 – «Волновые» свойства некоторых множителей

a	m	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	Комментарий
3141592653	2^{32}	0.03	1.0	0.8	0.05	1.6	наобум
1664525	2^{32}	3.6	3.4	4.7	1.3	1.3	[3,6]
69069	2^{32}	3.1	2.9	3.2	5.0	0.02	Super Duper
333888333	2^{32}	1.6	2.6	1.0	2.7	6.0	самостоятельно
333333333	2^{32}	1.2	2.3	3.5	1.9	2.4	самостоятельно
77777777	2^{32}	3.2	1.0	5.5	1.9	1.2	самостоятельно
500000005	2^{32}	1.5	3.5	3.3	3.1	3.1	самостоятельно
6364136223846793005	2^{64}	1.5	3.7	4.7	4.0	1.8	[3]
6906969069	2^{64}	1.8	4.3	3.0	2.7	2.3	Super Duper
194519451945	2^{64}	1.9	1.7	3.2	1.5	2.9	самостоятельно
1945194519451945	2^{64}	1.6	3.2	3.5	1.3	2.4	самостоятельно

Заключение. Достоинства и недостатки линейных конгруэнтных генераторов подробно обсуждены, например, в [3]. Описанное средство позволяет облегчить:

- построение сотен и тысяч однотипных генераторов, используемых в системах распределенных вычислений;
- увеличение периода отдельных генераторов путем «горячей замены» параметрических констант по истечении текущего периода.

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. Климентьев К.Е. Выбор и реализация программного генератора псевдослучайных чисел для системы мультиагентного моделирования // Международная научно–техническая конференция «Перспективные информационные технологии (ПИТ 2019)», 2019. — С. 52–58.
3. Кнут Д. Искусство программирования, том 2. Получисленные алгоритмы, 3 изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 832 с.
4. Домашев А.В., Грунтович М.М., Попов В.О. и др. Программирование алгоритмов защиты информации. – М.: Нолидж, 2002. – 416 с.
5. Press E. et al. Numerical Recipes. Third Edition. – Cambridge University Press, 2007. – 1235 pp.
6. ГОСТ Р ИСО 28640–2012. Статистические методы. Генерация случайных чисел. – М.: Стандартинформ, 2014. – 35 с.
7. Marsaglia G, Random numbers fall mainly in the plane // Proc. Nat. Acad. Sei, USA, 1968 – Pp. 25–28.
8. Marsaglia G. Xorshift RNGs // Journal of Statistical Software. Vol. 8 (14), 2003.
9. L'Ecuyer P. Tables of linear congruential generators of different sizes and good lattice structure // Mathematics of Computation. 68 (225), 1999. – Pp. 249–260.



10. Dyadkin I., Hamilton K. A study of 128-bit multipliers for congruential pseudorandom number generators // REF. IN COMP. PHYS. COMMUN. 125, 2000.
11. Dyadkin I., Hamilton K. A study of 64-bit multipliers for pseudorandom number generators // Computer Physics Communications. 103, 1997. – Pp. 103–130
12. Sezgin, F. A random number generator for 16-bit microcomputers // Computers and Operations Research. Vol. 23, No. 2, 1996. – Pp. 193–198.
13. Borosh I., Niederreiter H. Optimal multipliers for pseudo-random number generation by the linear congruential method // BIT 23, 1983. – Pp. 65–74.
14. Fishman G., Moore L. An exhaustive analysis of multiplicative congruential random number generators with modulus 2^{31} // SIAM Journal on Scientific and Statistical Computing 7, no. 1, 1986 – Pp. 24–45.
15. Fishman G. Multiplicative congruential random number generators with modulus 2^b . An exhaustive analysis for 2^{32} and a partial analysis for 2^{48} // Mathematics of Computation 54, no. 189, 1990. – Pp. 331–344.
16. L'Ecuyer P., Couture R. An implementation of the lattice and spectral tests for multiple recursive linear random number generators // INF ORMS Journal on Computing 9, no. 2, 1997. – Pp. 206–217.
17. Бараш Л.Ю., Щур Л.Н. Генерация случайных чисел и параллельных потоков случайных чисел для расчетов Монте-Карло // Моделирование и анализ информационных систем. 2012; 19(2). – С. 145–162.
18. Matsumoto M., Nishimura T. Dynamic Creation of Pseudorandom Number Generators // Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods, Springer, 2000. – Pp 56–69.
19. Измерение времени работы фрагментов программ: метод. указания / сост. К.Е. Климентьев. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2018.

С.С. Козунова

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

(АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады»)

За последнее десятилетие текущая ситуация в отечественной промышленности позволяет отметить, что в Российской Федерации рынок производственно-технологического оборудования и промышленных информационных систем успешно сформировался. В промышленной отрасли и различных промышленных видах деятельности образуются и активно развиваются новые более крупные министерства, корпорации, федеральные органы исполнительной власти, объединённые заводы и консорциумы: Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Государственная корпорация «Ростех», АО «Корпорация «СПУ – ЦКБ ТМ», ПАО «Корпорация «Иркут», и другие,



объединяющие под своим началом предприятия, задействованных в сферах проектирования и производства промышленной продукции.

Для автоматизации промышленных предприятий (ПП) и различных отраслей промышленности, для оптимизации бизнес-процессов ПП внедряют специальные информационные системы (ИС) [1, 2]. Промышленные ИС обеспечивают автоматизацию производственных и технологических процессов, цифровизацию проектирования выпускаемой продукции, оптимизацию и реинжиниринг бизнес-процессов (БП), организацию работы электронного документооборота, мониторинг функционирования технологического оборудования [2, 3].

Особенности таких систем, их назначения, сложное строение и архитектура, техническое, программное и информационное обеспечения корпоративных информационных сетей ПП, а также динамическое развитие угроз и дестабилизирующих факторов промышленных ИС [4, 5] подвергают промышленные системы высокому числу рисков и обуславливают необходимость непрерывного мониторинга и контроля текущего уровня рисков безопасности с дальнейшей генерацией и применением решений, направленных на снижение уровня рисков и повышения эффективности управления рисками.

Архитектура промышленных ИС изображена на рисунке 1. Отметим, что промышленные ИС функционируют в корпоративной информационной сети предприятия. Одним из важных аспектов при управлении рисками является анализ информационно-сетевых потоков [3, 6]. Компонентами промышленных ИС являются блоки: административные здания (например, удалённые филиалы или здания), центр обработки данных (ЦОД), производственный уровень.

Производственный уровень и/или ЦОД функционируют в промышленных сетях, которые являются подсетями корпоративной информационной сети или обособленной сетью. Эти подсети отделены межсетевым экранированием или VLAN (построением виртуализации). Административное здание предприятия представляет собой объект, в котором сосредоточены серверные помещения, автоматизированные рабочие места, устройства и сотрудники. ЦОД предназначен для размещения и использования вычислительного оборудования. Он позволяет обрабатывать данные и выступает в качестве дата-центра.

На производственном уровне исследуемых систем функционируют технологические линии, комплексы, датчики и иное специальное производственное оборудование (станки, производственные агрегаты, печи, прессы).

В настоящее время на промышленных предприятиях тематика обеспечения информационной безопасности (ИБ) приобретает всё более высокую актуальность [5, 7]. Несмотря на наличие многочисленных исследований области управления рисками промышленных ИС, проблемы оценки и управления рисками таких систем затрагивались частично. До сих пор отсутствует комплексная методика управления рисками ИБ в промышленных ИС. Научные работы, в которых рассматривались проблемы обеспечения ИБ промышленных ИС, затронули только общие проблемы без конкретизации. Результаты научных ис-



следований в данной области часто являются информацией, составляющей коммерческую тайну современных крупномасштабных предприятий.

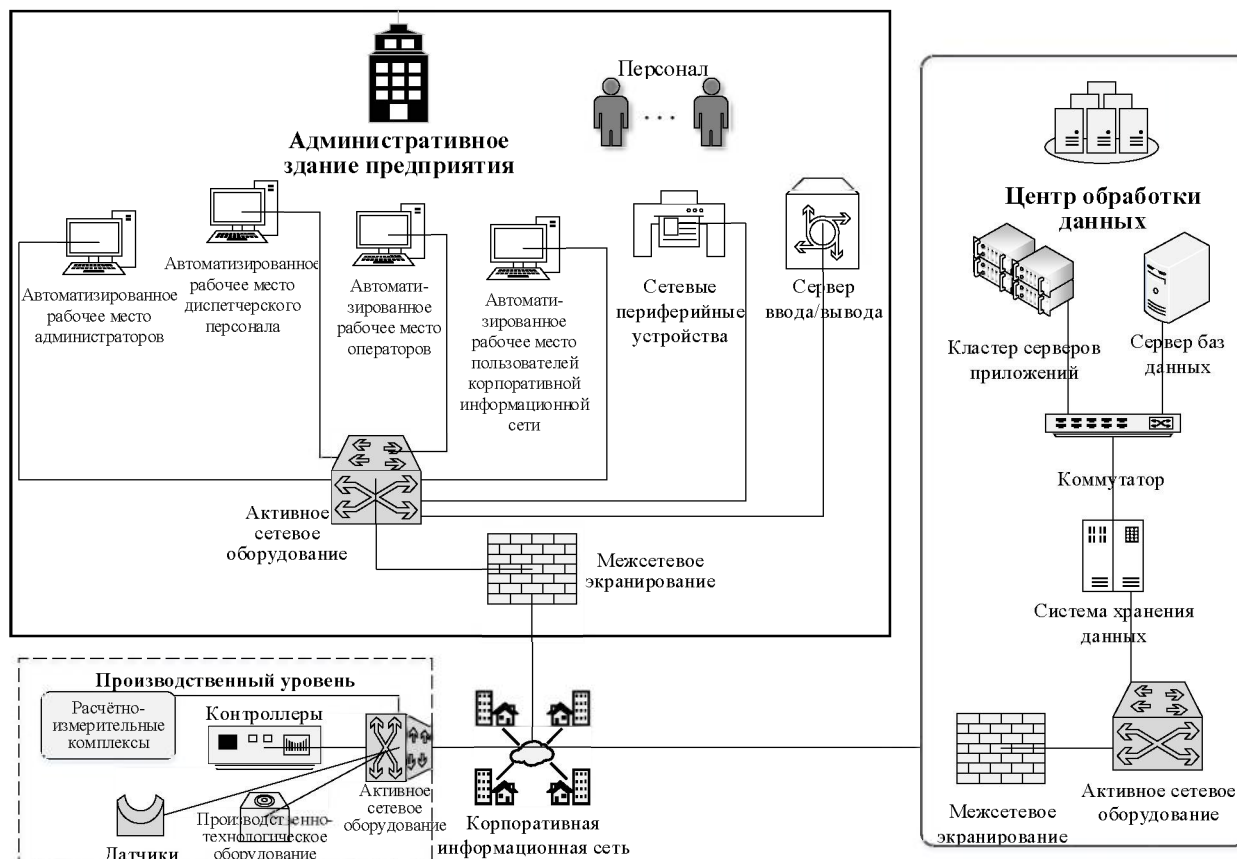


Рисунок 1 – Типичная архитектура промышленных информационных систем (составлено автором)

Теоретические и прикладные исследования в сфере управления рисками безопасности промышленных ИС единичны и носят отрывочный характер. Актуализирует проблему исследования необходимость выполнения Федерального закона [8], в соответствии с которым промышленные ИС являются объектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации. Риски безопасности промышленных ИС способны нанести ущербы или убытки, привести к остановке БП предприятия.

Учитывая вышеизложенное, сделаем вывод о существовании необходимости углубленного исследования данного аспекта. К промышленным ИС предъявляются высокие требования к обеспечению ИБ и управлению рисками безопасности [2, 7]. Это обуславливается направлениями задач, которые решаются такими системами, и негативные последствия, к которым могут привести риски безопасности. Таким образом, промышленные ИС имеют очень сложное строение, выбор средств управления рисками должен осуществляться исходя из рациональности их применения совместно со средствами защиты информации. Для промышленных ИС существует высокое число угроз и уязвимостей специфического характера, поэтому преимущественным при проектировании архитектур СЗИ является технология эшелонированной защиты [2, 3].



В качестве решения исследуемой проблемы предложен метод управления рисками безопасности в таких системах (рисунок 2).



Рисунок 2 – Метод управления рисками безопасности в промышленных информационных системах (собственные разработки автора)

Метод управления рисками безопасности в промышленных ИС спроектирован в виде шести процедур. Каждая процедура реализует задачи управления рисками безопасности. Выявленные проблемы управления рисками безопасности указывают на высокую сложность данного процесса, реализация которого не может основана на системном анализе (СА). Так в данном методе СА выполняется на процедуре «Определение области применения рисков», в результате проведения которой будет исследована не только промышленная ИС, но и информационные ресурсы и БП ИП.

Данные результаты позволяют классифицировать риски безопасности и сформировать критерии оценки рисков. Сведения, полученные при выполнении первой процедуры позволяют выполнить комплексный анализ угроз промышленных ИС. Оценка и обработка рисков выполняются как до внедрения в ИП средств защиты информации (СЗИ), так и после (или после их обновления). Процедура «Мониторинг и переоценка рисков» обеспечивает отслеживание изменения рисков в режиме реального времени, а также динамику факторов рис-



ков. Процедура «Выбор защитных механизмов» учитывает не только стадии жизненного цикла промышленной ИС, но и возможности проектно-плановой деятельности по обеспечению информационной безопасности ПП (лицензирование, аттестацию, пилотный проект, рекомендации развития и совершенствования систем защиты информации).

Литература

1. АСКОН СТРЕМЛЕНИЕ Спецвыпуск АСКОН для ОПК [Электронный ресурс]: Корпоративный журнал компании АСКОН. 2016. №1 (17). 76 с. https://ascon.ru/source/info_materials/ascon_corporate_magazine_17.pdf.
2. Коробейников А.Г., Троников И.Б., Жаринов И.О. Методы и модели оценки инфраструктуры системы защиты информации в корпоративных сетях промышленных предприятий: монография / Под ред. П.П. Парамонова, СПб: Изд-во ООО «Студия «НП-Принт». 2012. 115 с.
3. Козунова С.С., Бабенко А.А. Information security model in the segment of corporate information system // Информационные системы и технологии. 2017. №1 (99). С.87-91.
4. Рычков Д.В. О проблемах информационной безопасности на производстве // Автоматизация в промышленности. 2020. №7.
5. Бабенко А.А., Козунова С.С. Модель оценки и прогнозирования рисков инвестирования информационной безопасности промышленных предприятий [Электронный ресурс] // Научный результат. Сер. Информационные технологии : сетевой научно-практический журнал. - 2016. - Т. 1, № 4. - 29-35. – Режим доступа : http://research-result.ru/media/information/2016/4/5_it.pdf.
6. Кусакина Н.М. Применение анализа больших данных в информационной безопасности [Электронный ресурс] // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2020): труды Международной научно-технической конференции (г. Самара, 21-22 апреля 2020 г.) / под ред. С.А. Прохорова. – Самара, Издательство Самарского научного центра РАН, 2020. – С. 183-187. – Режим доступа : https://ssau.ru/pagefiles/sbornik_pit_2020.pdf.
7. Козунова С.С., Черников Б.В., Черникова Е.А. Управление информационными рисками в информационных системах конструкторского бюро // Информатизация и связь. 2020. №6. С.17-20.
8. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации: Федеральный закон от 26.07.2017 N 187-ФЗ.



Л.А. Маховиков, А.В. Линьков

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНВЕРСИИ ГОЛОСА ДЛЯ СКРЫТИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧИ ГОВОРЯЩЕГО В ЦЕЛЯХ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ ЕГО ЛИЧНОСТИ

(Самарский университет)

Активное развитие современного информационного общества неразрывно связано с возникновением всё новых угроз информационной безопасности. Интересы личности в информационной сфере, помимо прочего, также заключаются в защите информации, обеспечивающей личную безопасность [1], что ставит проблему информационной безопасности личности в разряд наиболее актуальных на сегодняшний день.

Одним из примеров такой персональной информации, требующей защиты, является речевая информация. По имеющемуся образцу речи потенциальный злоумышленник может не только однозначно идентифицировать личность конкретного человека, но также раскрыть и другую чувствительную информацию о нём, такую как пол, расовая или этническая принадлежность, состояние здоровья, наличие акцента, текущее эмоциональное состояние и т.д. В связи с этим часто бывает полезным или даже необходимым защитить конфиденциальность личности говорящего путём скрытия или удаления связи между идентифицирующими истинный голос характеристиками и его личностью. Такую задачу в разных источниках также часто называют терминами де-идентификация (de-identification) или анонимизация (anonymization) в зависимости от того, обратимо ли такое скрытие или нет [2].

Большинство существующих на данный момент традиционных методов защиты речевой информации, такие как скремблеры, маскираторы и шифраторы, сфокусированы на защите не столько персональных характеристик говорящего, сколько на скрытии смыслового содержания речевых сообщений, передаваемых по каналам связи [3]. Подобные методы основываются на преобразовании характеристик речевого сигнала, затрудняя его разборчивость и узнаваемость для злоумышленника, а основным показателем защищенности при этом выступает речевая разборчивость [4].

Между тем, в целом ряде задач смысловое содержание речевого сообщения необходимо оставлять неизменным. Например, часто сотрудникам правоохранительных органов в процессе проведения расследований приходится выдавать себя за других лиц во избежание раскрытия своей личности. Здесь, помимо необходимости скрытия персональных характеристик голоса, также предъявляются жесткие требования к естественности звучания преобразованного программными или аппаратными средствами голоса, который должен быть трудно отличимым от натурального. Для решения подобных задач необходимо обратиться к совершенно другому классу методов защиты речевой информации, в ка-



честве одного из наиболее современных примеров которого можно привести технологию конверсии голоса.

В процессе конверсии голоса речевой сигнал, произносимый одним говорящим (исходным диктором), модифицируется таким образом, чтобы он стал звучать так, как если бы он был произнесен другим говорящим (целевым диктором). При этом происходит преобразование параметров речевого сигнала исходного диктора, таких как частота основного тона, тембр, длительность звуков и пауз и некоторых других в параметры целевого в соответствии с определенным набором правил [5].

Технология конверсии голоса даёт возможность осуществить передачу речевого сообщения без риска раскрыть личность говорящего третьим лицам, при этом сохраняя натуральность преобразованной речи. Результат эффективности применения технологии конверсии голоса для обеспечения личной безопасности может быть оценён с помощью систем распознавания личности по голосу, так как если биометрическая система способна распознать голос исходного диктора в преобразованном таким образом речевом сигнале, то можно утверждать о неудаче попытки скрывания персональных речевых характеристик [6].

Разработка систем де-идентификации речевой информации на основе трансформации голоса и подтверждение их эффективности описывается в ряде научных работ. Так, в одной из статей авторами исследуется потенциал использования различных вариантов системы голосовой конверсии для преобразования 24 мужских голосов исходных дикторов в один синтезированный голос [6]. Лучший вариант системы конверсии голоса показал эффективность де-идентификации в 87,5% и 100% на двух различных системах идентификации диктора по голосу. В работе [7] тех же авторов было увеличено число участников исследования, в котором использовались голоса 95 мужских и 102 женских дикторов, а эффективность, в зависимости от сочетания вариантов применяемых систем конверсии и идентификации по голосу, могла достигать 100%.

Между тем, потенциальный злоумышленник, пытаясь сопоставить преобразованный образец речи с конкретной личностью, может обладать некоторыми знаниями об устройстве системы конверсии, с помощью которой была произведена де-идентификация голоса. Это, в свою очередь, возможно, также может повлиять на эффективность проведения такого рода атаки.

Для проверки данной теории французскими учеными был проведен ряд экспериментов с целью выяснить, как осведомленность потенциального злоумышленника о схеме де-идентификации на основе систем конверсии голоса влияет на эффективность скрывания личности. В их работе [8] исследовались три возможных сценария осведомленности атакующего: неосведомленность о факте защиты голоса, осведомленность об использующемся алгоритме преобразования, но не о значении некоторых параметров, а также полная осведомленность об алгоритме преобразования и значении параметров. Результаты экспериментов показывают, что при полной осведомленности злоумышленника ни один из рассмотренных методов конверсии голоса не способен в полной мере



защитить от раскрытия личность говорящего. В то же время, в более вероятной на практике ситуации неосведомленного или частично осведомленного злоумышленника, вполне возможно обеспечить определенную степень защиты личности диктора.

Анализ современных информационных источников позволяет сделать вывод о том, что уже при существующем уровне развития технологии конверсии голоса можно программно воспроизводить чужой голос в весьма высоком качестве, делая его сложно отличимым от естественного человеческого [9-10]. Благодаря достигнутым успехам в данном направлении исследования речевых технологий сегодня существует возможность использования преимуществ технологии конверсии голоса в целях защиты говорящего от идентификации его личности третьими лицами в случаях, когда необходимо сохранить неизменной лингвистическую составляющую речевого сообщения. Эффективность защиты в данном случае будет во многом зависеть от осведомленности злоумышленника о технических аспектах работы используемой системы конверсии голоса, от алгоритмов функционирования и значений ее параметров. При оценке эффективности защиты необходимо учитывать как субъективную составляющую тестов на идентификацию преобразованного голоса, так и объективную, связанную с тестированием с помощью систем идентификации личности по голосу.

Литература

1. Ерошенко А.В. Информационная безопасность личности в коммуникационном процессе / А.В. Ерошенко // Материалы четвертой международной научно-практической Интернет-конференции «Стратегические коммуникации в современном мире: от теоретических знаний к практическим навыкам» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.sgu.ru/sites/default/files/conf/files/2015/10/eroshenko_a.v._g._ryazan_informacionnaya_bezopasnost_lichnosti_v_kommunikacionnom_processe.doc (Дата обращения 14.11.2020).
2. Ribaric, S. De-identification for privacy protection in biometrics / S. Ribaric, N. Pavesic. // *User-Centric Privacy and Security in Biometrics*. – 2017. – P. 293-324. – DOI: 10.1049/PBSE004E.
3. Дворянкин С.В. Маскирование речевой информации: перспективные методы и средства / С.В. Дворянкин, А.А. Мишуков // "Спецтехника и связь" № 3. – 2009. – С. 46-51.
4. Устинов Р.А. Особенности современных систем защиты речевой информации / Р.А. Устинов // *Безопасность информационных технологий*. – 2017. – Т.24, № 4. – С. 71-79. – DOI: 10.26583/bit.2017.4.08.
5. Захарьев, В. А. Анализ подходов конверсии голоса в системах мультимедиа / В. А. Захарьев // *Информационные технологии и системы 2011 (ИТС 2011)* : материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 26 октября 2011 г. / редкол.: Л. Ю. Шилин [и другие]. – Минск : БГУИР, 2011. – С. 117-118.



6. Jin, Q. Voice Converging: Speaker De-identification by Voice Transformation / Q. Jin, A.R. Toth, T. Schultz, A. W. Black // 2009 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing. – 2009. – P.3909-3912. – DOI: 10.1109/icassp.2009.4960482.

7. Jin, Q. Speaker De-identification via Voice Transformation / Q. Jin, A.R. Toth, T. Schultz, A. W. Black // Proceedings of the 2009 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding, ASRU 2009. – 2009. – P. 529-533. – DOI: 10.1109/ASRU.2009.5373356.

8. Lal Srivastava, B.M. Evaluating Voice Conversion-Based Privacy Protection against Informed Attackers / B. M. Lal Srivastava, N. Vauquier, M. Sahidullah, A. Bellet, M. Tommasi, E. Vincent // 2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – 2020. – P.2802-2806. – DOI: 10.1109/ICASSP40776.2020.9053868.

9. Mukhopadhyay, D. All Your Voices are Belong to Us: Stealing Voices to Fool Humans and Machines / D. Mukhopadhyay, M. Shirvanian, N. Saxena // Lecture Notes in Computer Science – 2015. – Vol. 9327. – P. 599-621. – DOI: 10.1007/978-3-319-24177-7_30.

10. Neupane, A. The Crux of Voice (In)Security: A Brain Study of Speaker Legitimacy Detection / A. Neupane, N. Saxena, L. Hirshfield, S. Bratt // Network and Distributed Systems Security Symposium (NDSS 2019). – 2019. – DOI: 10.14722/ndss.2019.23206.

Р.Ш. Шарипов, Л.С. Зеленко

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЙ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «КОНТРОЛЬ ОХРАНЫ ТРУДА»

(Самарский университет)

В настоящее время многие большие программные системы являются распределенными, они состоят из нескольких автономных компьютеров, но при этом обработка информации сосредоточена не на одной вычислительной машине, а распределена между несколькими. Важным преимуществом таких систем является то, что они упрощают интеграцию различных приложений, работающих на разных компьютерах, в единую систему и хорошо масштабируются. Их размер ограничивается только размером базовой сети. Платой за эти преимущества часто является очень сложное программное обеспечение, падение производительности и особенно проблемы с безопасностью. Тем не менее, заинтересованность в построении и внедрении распределенных систем наблюдается повсеместно [1].

К числу распределенных систем относится программный комплекс (ПК) «Контроль охраны труда (КОТ)», разработанный ООО «СМС-Информационные технологии». Для того чтобы поддерживать работу такой



сложной системы, необходимо отслеживать состояние ее основных компонентов. Для этой цели разрабатывается система мониторинга состояний распределенной отказоустойчивой архитектуры.

Распределенная архитектура ПК «КОТ» представляет собой балансировщик и четыре ЭВМ (см. рисунок 1). Две ЭВМ используются как серверы приложения, две – как серверы базы данных.

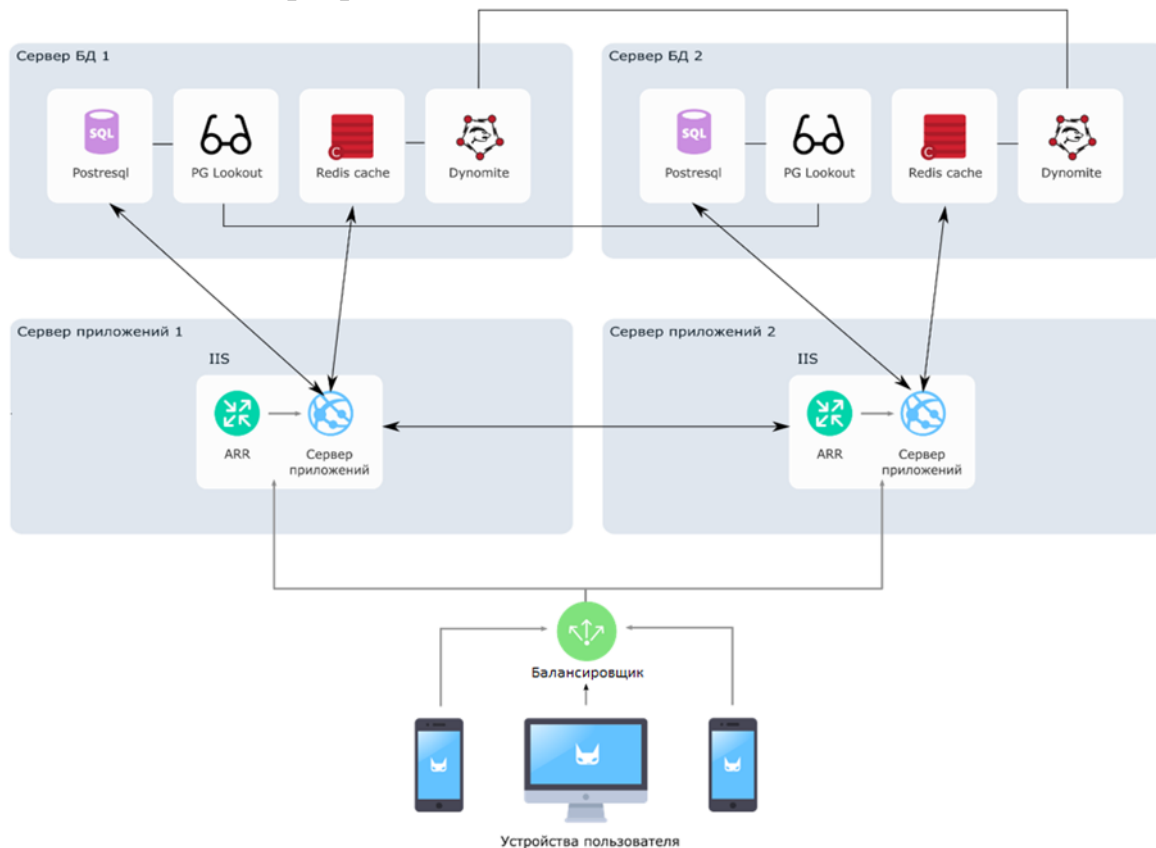


Рисунок 1 – Схема распределенной архитектуры ПК «Комплекс охраны труда»

Балансировщик NLB предназначен для проверки работоспособности двух серверов приложений и содержит в себе информацию об их состоянии. При необходимости он перенаправляет все запросы на оставшийся в рабочем состоянии сервер.

На каждом из серверов приложений установлен веб-сервер IIS (Internet Information Services), они будут связаны друг с другом. IIS позволяет настроить балансировку запросов. Маршрутизатор запросов ARR (Application Request Routing) подвергает запросы, поступившие на IIS, балансировке, запросы распределяются равномерно между двумя ЭВМ.

На двух ЭВМ сервера БД для синхронизации оперативной памяти применяется резидентная база данных Redis, в ней хранится вся оперативная информация, которую необходимо перераспределить между ЭВМ. Так же на серверах БД установлена утилита Dynomite, которая обеспечивает передачу данных между базами данных Redis.

На каждом сервере БД установлена утилита PgLookout, она связывается с другим сервером для проверки его работоспособности и при необходимости переключает приоритеты баз данных.



Система мониторинга представляет собой web-приложение на базе двух-звенной клиент-серверной архитектуры «клиент-сервер», взаимодействие между сервером и клиентами осуществляется по протоколу HTTP. На рисунке 2 представлена структурная схема системы мониторинга. На серверной части системы расположены подсистемы отправки и обработки запросов на локальные и удаленные ЭВМ, а также подсистема отправки сообщений на электронную почту в случае возникновения нештатных ситуаций, на клиентской части системы расположены подсистема вывода информации о компонентах системы и подсистема, с помощью которой можно было бы добавлять детекторы, определяющие работоспособность компонентов системы.

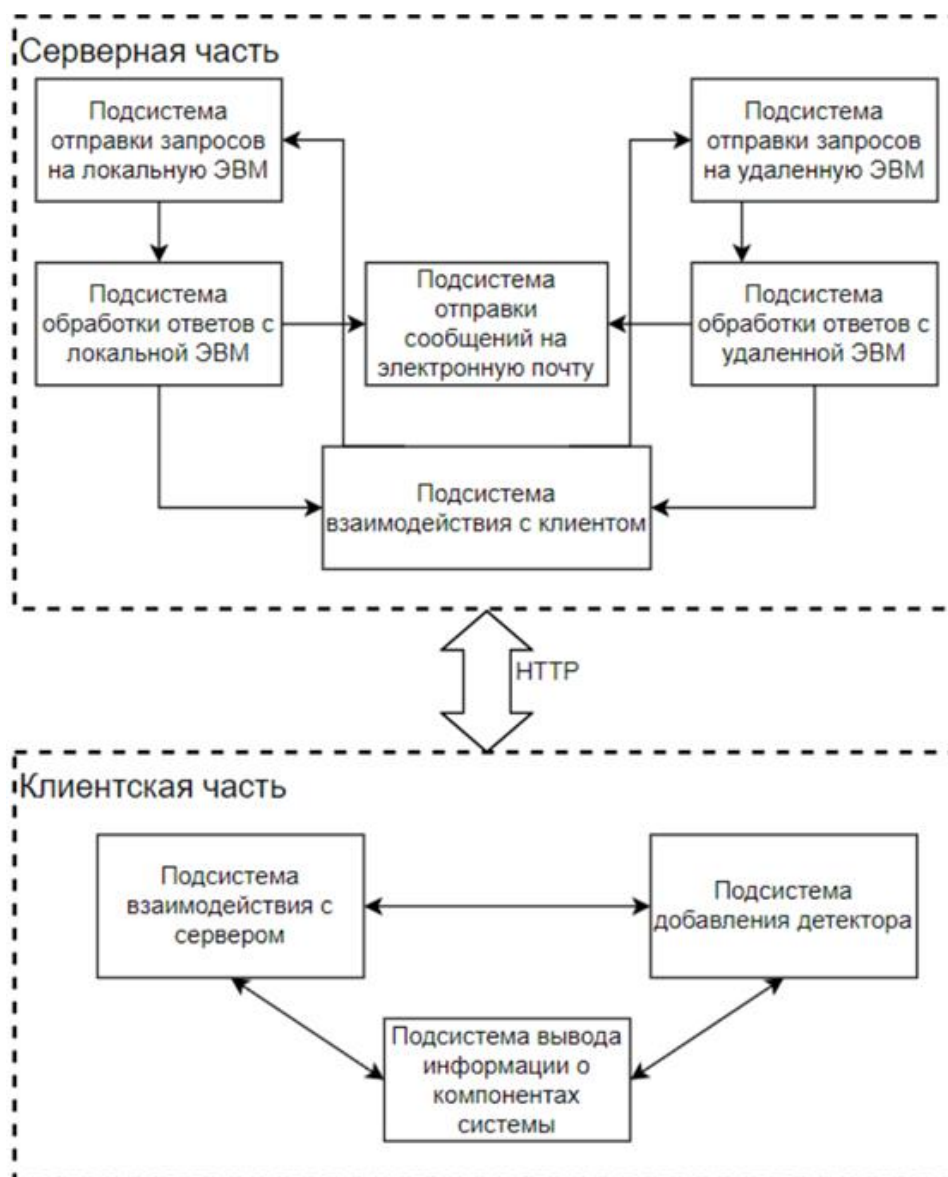


Рисунок 2 – Структурная схема системы мониторинга



Для разработки были выбраны языки C# и TypeScript, в качестве среды разработки выбрана среда JetBrains Rider.

На рисунке 3 приведена главная страница приложения, здесь отображается информация о состоянии компонентах системы (если компонент находится в рабочем состоянии, то в соответствующей строке стоит символ "+", если не в рабочем состоянии, то стоит символ «—»), время последней проверки.

Имя	SRV-01	SRV-02	Время проверки	Изменить периодичность проверки		
Redis	+	+	12:09:14 06:04:2021	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="✖ Удалить"/>
NLB	+	+	23:12:14 06:04:2021	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="✖ Удалить"/>
Dynomite	+	+	02:10:14 06:04:2021	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="✖ Удалить"/>
API метод Login	+	+	20:09:14 06:04:2021	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="✖ Удалить"/>
API метод GetList	+	+	45:05:16 06:04:2021	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="✖ Удалить"/>
Postgres	+	+	34:12:15 06:04:2021	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="✖ Удалить"/>

Рисунок 3 – Главная страница приложения

При добавлении детектора пользователь должен задать (рисунок 4): имя детектора, выбрать его тип (Redis, NLB, Dynomite, API-методы, БД postgres), задать IP-адрес, задать номер порта, задать частоту проверки в секундах, установить флаг отправки электронного письма.

Добавление нового детектора

Имя детектора:	<input type="text" value="Redis02"/>
Тип детектора:	<input type="text" value="Redis"/>
Ip-адрес:	<input type="text" value="81.22.231.35"/>
Порт:	<input type="text" value="56431"/>
Частота проверки:	<input type="text" value="600"/>
Отправлять email	<input type="checkbox"/>

Рисунок 4 – Страница добавления детектора

Если все поля заполнены и данные корректные, то происходит сохранение детектора в файл, в противном случае выдается сообщение о некорректности заполнения полей.

Разработанная система находится в опытной эксплуатации.

Литература

1 Востокин С. В. Архитектура современных распределённых систем: электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине в LMS Moodle / Мин-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). Электрон. текстовые и граф. дан. Самара, 2013. 1 эл. опт. диск (CD-ROM).



М.К. Щербинин, Л.С. Зеленко

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДУЛЯ «ПРОИСШЕСТВИЯ» ДЛЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «КОНТРОЛЬ ОХРАНЫ ТРУДА»

(Самарский университет)

В связи с интенсивностью развития производственных процессов, появлением и развитием новых видов деятельности, охрана труда приобретает все большее значение [1]. Ключевую роль в сфере охраны труда занимает формирование отчетной документации. Приказы, направления, акты, протоколы – без этого не обходится ни одно предприятие. На заполнение документов специалисты могут затрачивать достаточно много времени [2].

Компанией «СМС-Информационные технологии» разработан программный комплекс (ПК) «Контроль охраны труда» (КОТ), который позволяет сократить затраты на поддержание безопасности и повысить эффективность на предприятии. Он реализован в виде web-приложения на базе трехзвенной клиент-серверной архитектуры. ПК «КОТ» является модульной системой и состоит из нескольких независимых модулей, некоторые модули являются обязательными и включены в базовую сборку.

В зависимости от потребностей заказчиков ПК «КОТ» постоянно развивается и приобретает новые функции, в зависимости от запросов заказчика ПК «КОТ» может расширяться дополнительными модулями, при этом в зависимости от требований может отличаться не только набор модулей, но и их функциональность.

В связи с этим появилась необходимость модификации (расширения функциональных возможностей) модуля «Происшествия» для ПК «КОТ», а именно: необходимо было добавить много новых полей и связанных сущностей, а также обновить реестр происшествий.

По новым требованиям реестр содержит 53 столбца, сгруппированных по 12 категориям. В ПК «КОТ» для каждого реестра предусмотрен его экспорт в формате *.xlsx. На рисунке 1 представлен реестр происшествий и его экспорт.

При изменении карты происшествий потребовалось изменить компонент выбора происшествий, который широко используется при построении отчетов. Название каждого происшествия формируется на основе типа и уровня происшествия – полей которых ранее не было на карте происшествий. На компоненте доступен поиск по карте происшествия.

На рисунке 2 приведён новый компонент выбора происшествий.

Для персонализации отчетов был разработан механизм применения стилей к отчетам. При запуске приложения механизм извлекает стили из файла, определяет для текстовых полей и ячеек таблицы отчёта параметр, соответствующий названию стиля, находит этот стиль в ранее загруженном наборе и применяет его к полю, устанавливая шрифт, размер, жирность, курсив и подчёркивание.



Основная информация

Дата и время	Предприятие	Дивизион	Организ.	Уров.	Тип происшествия	Непосредственные	Системные	Место происшест...	Хар-ка места прои...	Тип пострадавшего	Кол-
08.10.2020 18:40	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		3	Автомобильные аварии вне площадки					Подрядчик	1
01.12.2020 18:40	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		2	Автомобильные аварии вне площадки					Подрядчик	1
23.12.2020 18:39	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		2	Автомобильные аварии вне площадки					Подрядчик	1
23.12.2020 18:10	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		3	Автомобильные аварии					Подрядчик	1

Реестр происшествий (карты) от 22.01.2021.xlsx - Excel

Основная информация			Классификатор происшествия		Установленные причины			Основные обстоятельства		
Дата и время	Предприятие	Дивизион	Организация	Уровень происшествия	Тип происшествия	Непосредственные	Системные	Место происшествия	Хар-ка места происшествия	Тип пострадавшего
08.10.2020 18:40	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		5	Автомобильные аварии вне площадки					Подрядчик
01.12.2020 18:40	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		2	Автомобильные аварии вне площадки					Подрядчик
23.12.2020 18:39	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		2	Автомобильные аварии вне площадки					Подрядчик
23.12.2020 18:10	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		3	Автомобильные аварии на площадке					Подрядчик
01.12.2020 17:48	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		1	Автомобильные аварии на площадке					Подрядчик
16.12.2020 18:11	ООО "НЛМК-КАЛУГА"	123131233		1	Автомобильные аварии на площадке					Подрядчик

Рисунок 1 – Пример реестра происшествий

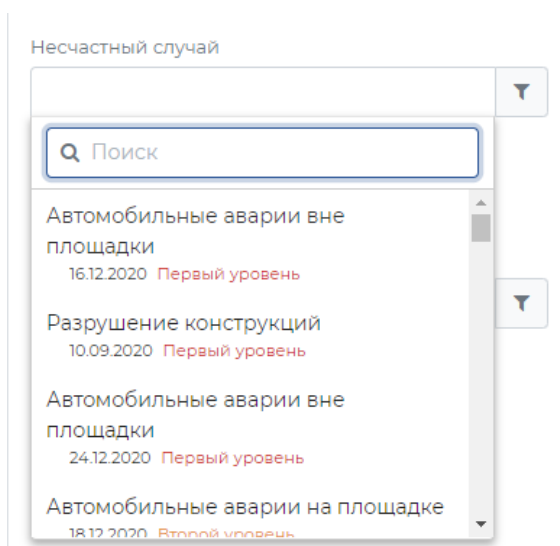


Рисунок 2 – Компонент выбора происшествий

С добавлением новых полей на карте происшествий появилась потребность в отображении новой статистики. Для этого было разработано 2 новых виджета, представленных на рисунке 3.

Вид выполняемой операции – процентная кольцевая диаграмма, отображающая разбивку общего количества карт происшествий во всех выбранных филиалах и отделах по виду выполняемых работ. По нажатию на процент и число, в соседней вкладке браузера открывается реестр происшествий в режиме карты, предварительно отфильтрованный по выбранным филиалам, дате происшествия, входящей в выбранный период, виду выполняемой операции.

Распределение травм – процентная кольцевая диаграмма, отображающая разбивку общего количества пострадавших по степени тяжести во всех выбранных филиалах.

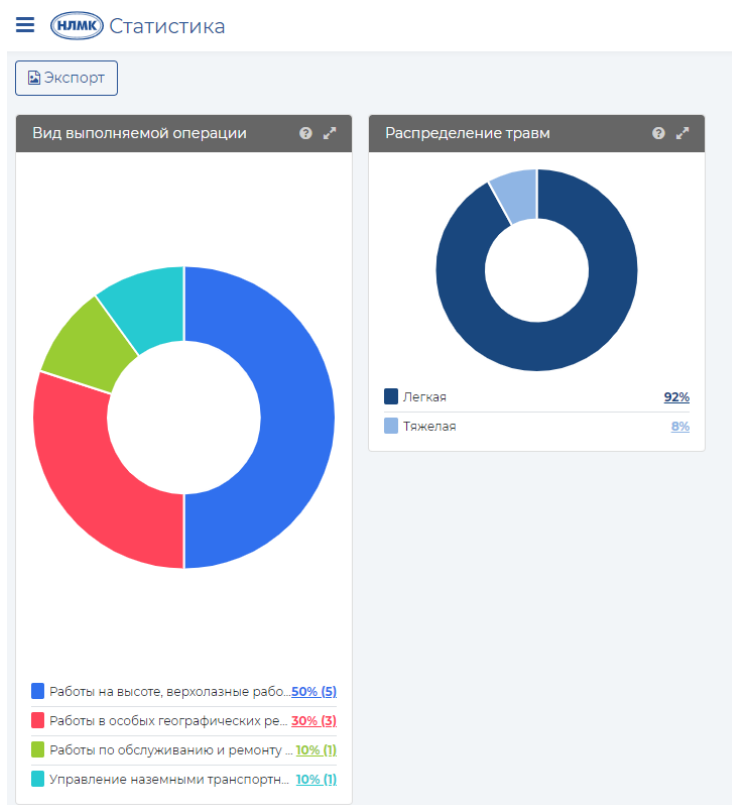


Рисунок 3 – Новые виджеты в статистике происшествий

Литература

1 Роль охраны труда и ее состояние на современном производстве [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/244/56297/> (дата обращения: 17.04.2021).

2 Документация и отчетность по охране труда [Электронный ресурс]. URL: <https://websot.jimdo.com/2016/04/19/документация-и-отчетность-по-охране-труда/> (дата обращения: 17.04.2021).



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Д.И. Алексеев, Д.С. Оплачко

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

В настоящее время кредиты – это привычное явление нашей жизни. По статистике, кредиты сегодня есть у каждого третьего гражданина России. Наиболее часто граждане берут кредиты для решения таких задач, как: покупка бытовой техники, транспортных средств; приобретение недвижимости; оплата дорогостоящего лечения; получение платного образования.

Для минимизации рисков банка или кредитной организации, связанных с невыплатой кредита в срок, производится анализ и оценка кредитоспособности клиента [1]. Кредитный скоринг – используемая банками система оценки заёмщиков, в основе которой заложены статистические методы. Скоринговая система получила свое название от английского слова «score», что переводится как счёт или подсчёт очков. В работе таких систем может применяться анкетирование клиентов, подключение к базам данных бюро кредитных историй, государственных организаций, социальных сетей, а также отслеживание поведенческих факторов.

Кредитный скоринг широко используется как крупными банками, микрофинансовыми организациями, так и в потребительском (магазинном) экспресс-кредитовании на небольшие суммы.

Существует множество разных методов, однако применение нейронных сетей может сделать этот процесс более эффективным.

Структура нейросетевого классификатора кредитного скоринга

Система классификации кредитоспособности заёмщиков состоит из частей, отвечающих за следующую функциональность: сбор данных, обработка данных и нормализация, нейросетевой классификатор, схема представлена на рисунке 1. На вход системы поступают данные – критерии оценки, полученные из их анкет: кредитный статус (наличие кредитного обязательства в настоящий момент); возраст; семейное положение; работа; стаж работы; недвижимость; кредитная история; доходы; расходы. Данные критерии выделены мировой и отечественной банковской практикой. На выход поступает результат классификации заёмщика.

Для решения задачи приведения данных клиентов к основной форме используется метод нормализации минимакс, при котором линейное преобразо-



вание данных находится в диапазоне $[0...1]$, где минимальное и максимальное масштабируемые значения соответствуют 0 и 1 соответственно [2].

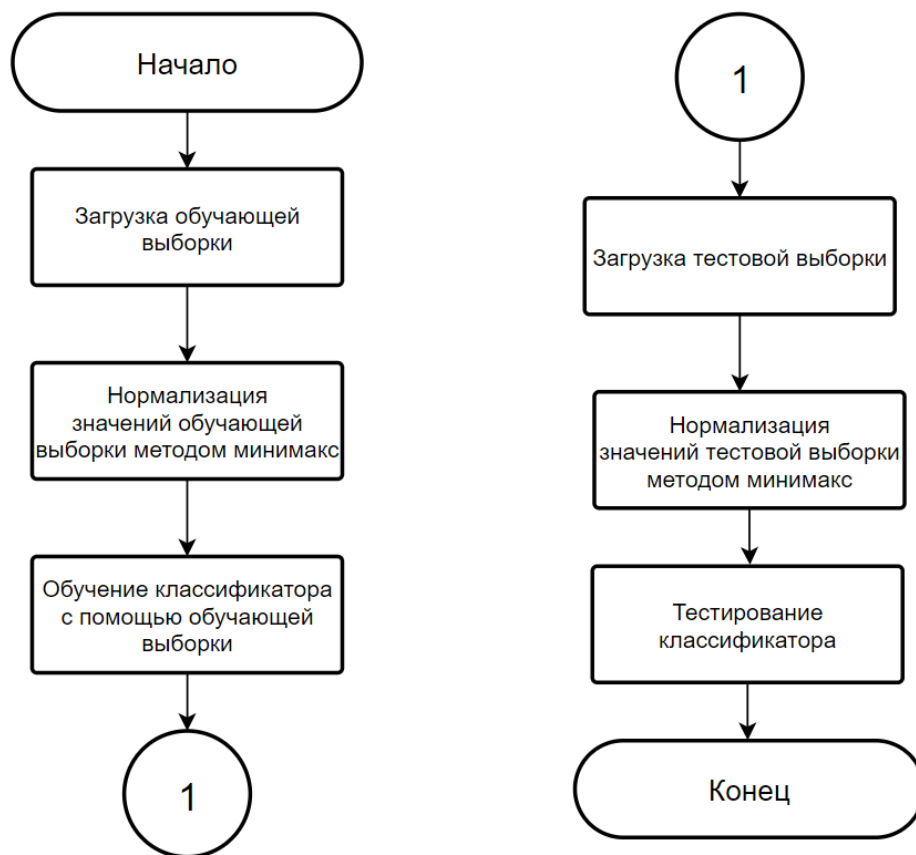


Рис. 1. Схема нейросетевого классификатора

Второй частью классификатора является нейронная сеть, которая классифицирует вектор характеристик критериев заёмщиков, т.е. разделяет все пространство признаков на определенное количество областей.

В качестве архитектуры нейронной сети была выбрана схема многослойного персептрона. Такая сеть состоит из множества наборов нейронов, называемых слоями. Множество входных узлов называют входным слоем сети, при этом сигнал движется от слоя к слою в прямом направлении.

На рисунке 2 представлен пример многослойного персептрона с двумя скрытыми слоями и с сигмоидами в качестве функций активации.

Число входных нейронов равно количеству критериев оценки, а число выходных – количеству классов, число скрытых слоёв и нейронов в них устанавливается при создании сети. Для обучения сети использовался метод обратного распространения ошибки [3].

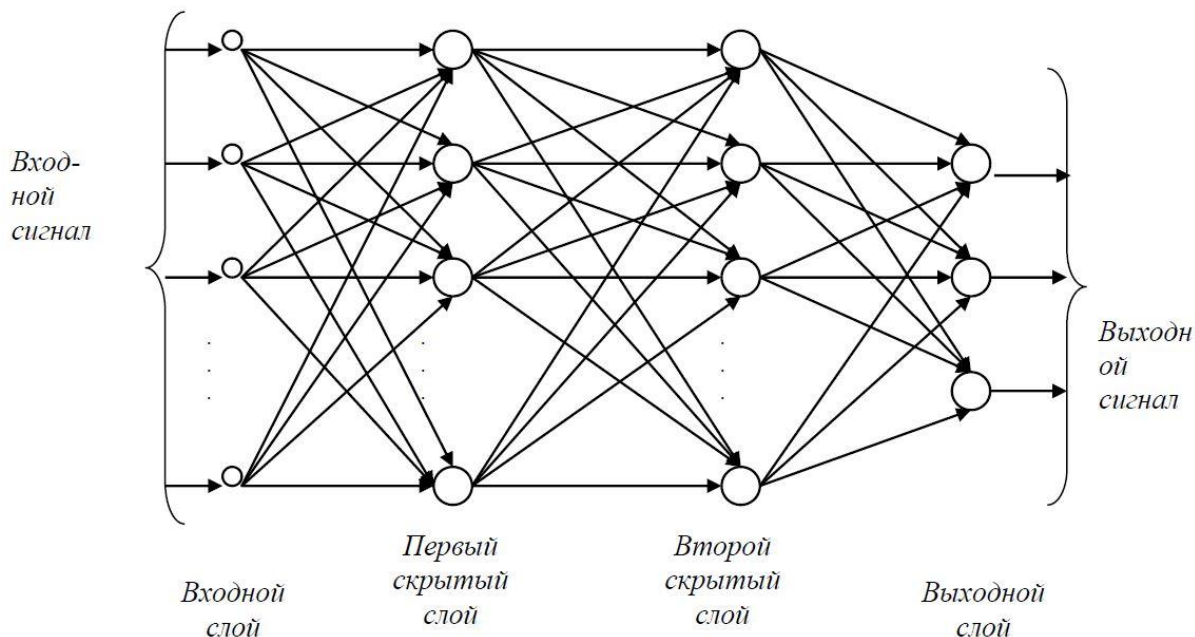


Рис. 2. Схема многослойного персептрона с двумя скрытыми слоями

Алгоритм обратного распространения ошибки основан на идее распространения сигналов ошибки от выходов нейросети к ее входам, в направлении, обратном прямому распространению сигналов в обычном режиме работы. Согласно методу наименьших квадратов, минимизируемой целевой функцией ошибки нейросети является величина:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{j,p} (y_{j,p}^{(N)} - d_{j,p})^2,$$

где $y_{j,p}^{(N)}$ – реальное выходное состояние нейрона j выходного слоя N нейронной сети при подаче на ее входы p -го образа, а $d_{j,p}$ – идеальное (желаемое) выходное состояние этого нейрона.

Суммирование ведется по всем нейронам выходного слоя и по всем обрабатываемым сетью образам. Минимизация ведется методом градиентного спуска [4].

Заключение

Разработанная система была апробирована на обучающей выборке из анкетных данных 2500 заёмщиков. На основании этих данных были определены оптимальные значения параметров нейронной сети, количество нейронов в скрытом слое, при которых максимальная точность классификации составляет 87%.

Литература

- 1 Оценка кредитоспособности заемщика [Электронный ресурс]: – URL: https://exbico.ru/metodika_otsenki_kreditosposobnosti_zaemshchika (дата обращения: 19.10.2020).
- 2 Нормализация на практике – методы и средства data preparation [Электронный ресурс]: <https://www.bigdataschool.ru/blog/нормализация-методы->



средства-data-preparation.html (дата обращения: 05.03.2021).

3 Осовский С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]/ Осовский С. – М.: Научно-техническое издательство «Горячая линия–Телеком», 2017. 448 с.

4 Солдатова, О.П. Основы нейроинформатики. Самара, СГАУ, 2006. 131 с.

А.К. Алимуратов, П.П. Чураков

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДЕКОМПОЗИЦИИ НА ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОКАЛИЗОВАННОЙ РЕЧИ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ СТРЕССОВЫХ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

(Пензенский государственный университет)

Точность распознавания эмоций человека зависит от корректного выделения информативных параметров, отражающих эмоциональную составляющую речи. Анализ открытых источников отечественной и зарубежной литературы [1] выявил, что вопрос разработки высокоэффективного подхода выделения информативных параметров речи, релевантных нарушениям работы органов речевого аппарата остаются нерешенным и требует дальнейшей проработки. Данная статья посвящена исследованию вокализованной речи с применением уникальной адаптивной технологии анализа нестационарных сигналов - декомпозиции на эмпирические моды (ДЭМ) для обнаружения стрессовых эмоций человека [2].

Речь представляет собой нестационарный акустический сигнал сложной формы. Различные изменения в вегетативной нервной системе могут изменить речь человека. Речь человека состоит из вокализованных / невокализованных участков, участков пауз и дыхания. Информативные параметры вокализованной речи в полном объеме отражают нарушение работы органов речевого аппарата, вследствие эмоционального возбуждения человека. Вокализованная речь образуется в результате возбуждения голосового тракта, обусловленного вибрацией голосовых связок в области голосовой щели (глоттиса). Сила возбуждения во время глоттальной активности определяется в основном скоростью смыкания голосовых связок. Периодические колебания голосовых связок во время возбуждения голосового тракта называется основным тоном (ОТ). Величина обратная значению ОТ называется частотой основного тона (ЧОТ) и является важным информативным параметром речи.

ДЭМ представляет собой уникальную адаптивную технологию анализа нестационарных данных, не требующую никакой априорной информации для разложения сигнала на частотные составляющие [3]. Адаптивность ДЭМ позволяет эффективно применять ее для анализа естественных сигналов. Разложение с помощью ДЭМ обеспечивает извлечение из сигнала различных колебательных функций, называемых эмпирическими модами (ЭМ), каждая из кото-



рых имеет свой частотный диапазон. Среди всех модификаций (ДЭМ, МДЭМ, КМДЭМ и др.) наиболее перспективной в области речи является улучшенная полная множественная декомпозиция на эмпирические моды с адаптивным шумом (ПМДЭМАШ) [3]. Ниже представлено краткое математическое описание ДЭМ и ее модификаций с добавлением шума:

$$x(n) = \sum_{i=1}^I IMF_i(n) + r_I(n),$$

где $x(n)$ - анализируемый сигнал; n - дискретный отсчет времени в сигнале; $i = 1, 2, \dots, I$ - номер ЭМ; $IMF_i(n)$ - полученные в результате разложения ЭМ; $r_I(n)$ - конечный неделимый остаток (последняя мода).

$$x_j(n) = x(n) + w(n),$$

где $x_j(n)$ - зашумленные сигналы; $w_j(n)$ - белый шум;

$$x_j(n) = \sum_{i=1}^I IMF_{ji}(n) + r_{jI}(n),$$

$$IMF_i(n) = \sum_{j=1}^J \frac{IMF_{ji}(n)}{J},$$

$$r_I(n) = \sum_{j=1}^J \frac{r_{jI}(n)}{J},$$

где $j = 1, 2, \dots, J$ - количество реализаций белого шума.

Глоттальная активность относится к явлению, связанному с колебаниями голосовых связок во время образования вокализованной речи. Способ исследования вокализованной речи с использованием ДЭМ и ее модификаций сводится к выполнению следующих этапов:

- разложение сигнала на ЭМ (частотные составляющие сигнала);
- выделение ЭМ, содержащих периодическую информацию об источнике возбуждения голосового тракта;
- формирование комплексного сигнала, отражающего информацию о глоттальной активности;
- вычисление информативных параметров вокализованной речи.

Процесс выделения ЭМ, содержащих периодическую информацию об источнике возбуждения голосового тракта сводится к определению следующих параметров ЭМ: средней частоты; энергии и уровня смешивания.

Вычисление средней частоты ЭМ осуществляется по формуле;

$$F_{IMF} = \frac{\sum_0^{F_s/2} f \times S_{IMF}(f)}{\sum_0^{F_s/2} S_{IMF}(f)},$$

где F_{IMF} - средняя частота ЭМ, со спектром мощности $S_{IMF}(f)$; F_s - частота дискретизации речевого сигнала. Вычисление спектра мощности осуществляется с использованием быстрого преобразования Фурье с размерностью N (N - длина сигнала).

В процессе вокализованной речи ЧОТ взрослого человека (мужчин и женщин) находится в диапазоне частот от 80 до 400 Гц. Используя эти данные, можно выделить ЭМ, которые содержат периодическую информацию об источнике возбуждения голосового тракта. То есть моды, средние частоты которых находятся вне диапазона 80 - 400 Гц, в дальнейшей обработке не используются.



Приближая работу способа к функционалу слухового аппарата, для сжатия амплитуды сигнала в большом динамическом диапазоне применяют логарифмирование энергии:

$$LE_{s,i} = \log_2 \left(\sum_{n=1}^N (IMF_{s,i}(n))^2 \right),$$

где $LE_{s,i}$ - логарифм энергии ЭМ фрагмента речевого сигнала; s - номер фрагмента.

Известно, что вокализованная речь имеет большую энергию, чем невокализованная речь. Поэтому моды, содержащие энергию, меньшую на 90 % от общей энергии сигнала, в дальнейшей обработке не используются.

Уровень смешивания для пары последовательных ЭМ (Degree of Mode Mixing, DMM), обозначает сходство частот i -ой и $(i + 1)$ -ой моды и определяется как:

$$DMM_i = \left[1 - \frac{F_i + F_{i+1}}{F_{i/2}} \right] \times 100\%,$$

где DMM_i - уровень смешивания мод; F_i и F_{i+1} - средние частоты i -ой и $(i + 1)$ -ой моды.

Если улучшенная ПМДЭМАШ обеспечивает почти идеальный диадический набор фильтров, то значение уровня смешивания для пары последовательных ЭМ будет близко к 0 %. Если моды будут отличаться по частоте, то значение уровня смешивания будет отрицательным, что указывает на отсутствие эффекта смешивания мод. Если моды имеют одинаковую среднюю частоту, то значение уровня смешивания будет 100% и это означает, что информация о возбуждении голосового тракта, вследствие смыкания голосовых связок, распределена между ними.

В соответствии с полученными результатами осуществляется формирование комплексного сигнала, отражающего информацию о глоттальной активности. Формирование представляет собой суммирование мод, содержащих периодическую информацию об источнике возбуждения голосового тракта.

Для проведения исследования сформирована тестовая выборка из 100 мультigarмонических сигналов, представляющих сумму нескольких гармонических составляющих ОТ с заранее известной частотой. В рамках исследования каждый тестовый сигнал подвергался частотному модулированию в диапазоне 0 - 2,5 Гц/мс с шагом 0,5 Гц/мс. В качестве критериев оценки эффективности исследования использовались коэффициент грубых ошибок (Gross Pitch Error, *GPE*) и средний коэффициент мелких ошибок (Mean Fine Pitch Error, *MFPE*). В таблице 1 представлены усредненные результаты вычисления ЧОТ 100 комплексных сигналов, сформированных суммированием вокализованных ЭМ, полученных с помощью различных модификаций декомпозиции.

В соответствии с полученными данными можно сделать вывод, что наилучшие результаты вычисления ЧОТ достигаются при исследовании вокализованной речи с помощью улучшенной ПМДЭМАШ. В том числе и при больших значениях модуляции ЧОТ. Это объясняется тем, что при использо-



вании улучшенной ПМДЭМАШ, сформированный комплексный сигнал отражает максимальное количество периодической информации об источнике возбуждения голосового тракта. Справедливо отметить, что остальные методы декомпозиции с добавлением шума, также обеспечивают приемлемые результаты вычисления ЧОТ. Однако значения коэффициентов грубых (*GPE*) и мелких ошибок и (*MFPE*) больше по причине известных недостатков. Наихудшие результаты достигаются при использовании ДЭМ.

Таблица 1 - Результаты вычисления ЧОТ комплексного сигнала, отражающего информацию о глоттальной активности

Модуляция частоты, Гц/мс	Модификации декомпозиции					Критерии оценки
	ДЭМ	МДЭМ	КМДЭМ	ПМДЭМАШ	Улучшенная ПМДЭМАШ	
0	0	0	0	0	0	GPE
	6,10	1,56	1,35	1,10	0,70	MFPE
0,5	0	0	0	0	0	GPE
	7,56	2,65	2,34	1,21	0,93	MFPE
1,0	0	0	0	0	0	GPE
	9,30	3,25	2,81	2,54	1,75	MFPE
1,5	0	0	0	0	0	GPE
	10,21	4,50	3,90	3,00	2,38	MFPE
2,0	2,05	0	0	0	0	GPE
	12,20	5,10	4,67	4,54	3,88	MFPE
2,5	7,60	5,30	4,20	3,50	2,70	GPE
	17,20	7,10	6,50	6,20	5,32	MFPE

При эмоциональном возбуждении вибрации голосовых связок характеризуются нерегулярностью, возникающей вследствие неполного смыкания при вокализованной речи. При крайне высоком и низком возбуждении изменение ЧОТ может достигать 30 - 40 % от номинального значения, соответствующего нейтральному эмоциональному состоянию. Процесс модулирования ЧОТ в диапазоне 0 - 2,5 Гц/мс с шагом 0,5 Гц/мс в рамках исследования имитировал нерегулярность вибрации голосовых связок. Полученные результаты вычисления ЧОТ позволяют сделать вывод, что представленный способ исследования вокализованной речи, с помощью улучшенной ПМДЭМАШ, может успешно тестироваться для обнаружения стрессовых эмоций 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. Алимуратов А.К. Помехоустойчивый алгоритм определения просодических характеристик речевых сигналов для систем оценки психоэмоциональ-



ного состояния человека / А.К. Алимуратов, А.Ю. Тычков, П.П. Чураков, Д.В. Артамонов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - 2019. - № 3(51). - С. 3 - 16.

3. 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.

М.Г. Алкеев, А.А. Лобанков

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ФОНДОВОЙ БИРЖЕ

(Самарский университет)

Индустрия вокруг цифровой валюты за последние пару лет сильно трансформировала привычные для нас рынки. Ввиду высокой скорости развития информационных, а также телекоммуникационных технологий, появился новый подход к торговле цифровыми валютами и ценными бумагами, который заключается в использовании различных автоматизированных программных систем [1]. Использование такого рода программных продуктов наиболее часто встречается на рынках цифровых валют, это связано с большей его волатильностью относительно других рынков, например, рынком ценных бумаг [2].

Использование автоматизированных торговых систем обеспечивает следующие преимущества:

- Многозадачность, позволяет одновременно работать с множеством валютных пар и ставить в короткий промежуток времени большое количество ордеров;
- Точность работы, это исключает появление различных ошибок, связанных с вычислениями;
- Высокая скорость работы, позволяет моментально реагировать на движение рынка;
- Возможность круглосуточной работы;
- Гибкость, система может быть отмасштабирована или расширена под определенные нужды;
- Строгое соблюдение используемой стратегии и как следствие отсутствие эмоций, что зачастую может исключить нежелательные действия.

В то же время использование автоматизированных торговых систем сопряжено с рядом недостатков:

- Неспособность реагировать на большой спектр внешних факторов, резкие изменения в движениях рынка могут отрицательно сказаться на работе торгового алгоритма;
- Сложность разработки и уязвимость к логике функционирования.



Опираясь на эти особенности, можно сказать, что использование автоматизированных торговых систем является полезным инструментом, оптимизирующим процесс торговли, но требующим контроля со стороны человека.

Целью данной работы является разработка автоматизированной торговой системы, способной создавать торговые ордера и передавать их на биржу Polo-niex в соответствии с заложенной пользователем стратегией, которая создается им по определенному паттерну. Также система предусматривает тестирование торгового алгоритма в двух режимах:

- На данных исторического промежутка;
- На данных в реальном времени;

Пользователь имеет возможность сохранять конфигурации торговых ботов, результаты их тестирования и работы для дальнейшего анализа и улучшения алгоритмов. Разрабатываемая система построена по клиент-серверной архитектуре.

Серверная часть разделена на две основные подсистемы, первая – реализует торговый модуль и модуль тестирования, вторая – выступает в роли связующего звена между клиентом и торговым модулем, предоставляя удобные для использования API. Структурная схема системы представлена на рисунке 1.

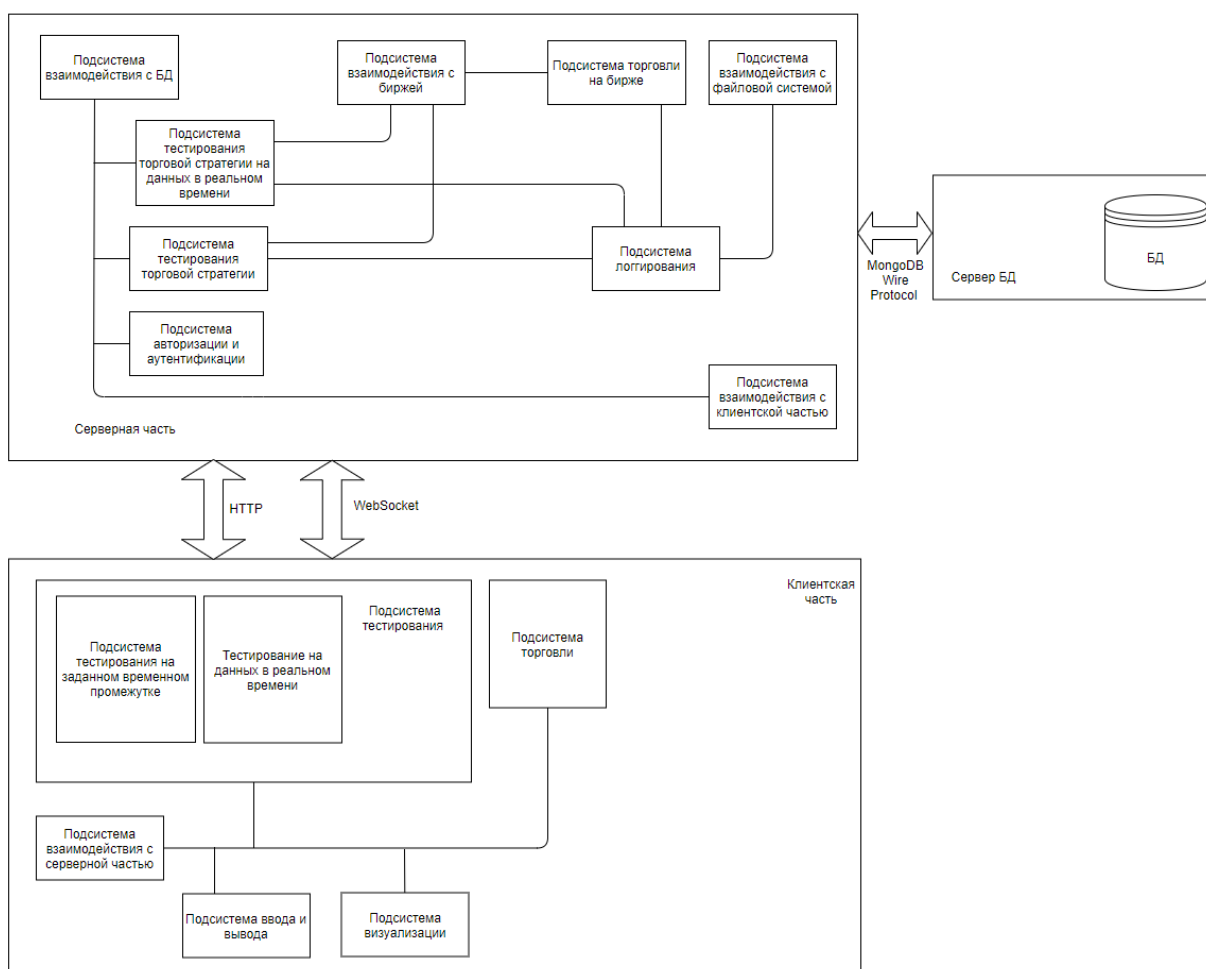


Рисунок 1 – Структурная схема системы



На рисунке 2 представлен результат тестирования торговой стратегии, основанной на техническом индикаторе «скользящая средняя» [3] (зеленая линия). Скользящая средняя является результатом усреднения цены актива за выбранный период времени. Формула расчета индикатора имеет вид:

$$SMA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} p_{t-i}$$

SMA_t – значение скользящей в точке времени t ;

n – количество значений исходной функции для расчёта;

p_{t-i} – значение исходной функции в точке $t - i$.

Подход при работе с алгоритмом, основанным на техническом индикаторе «скользящая средняя» заключается в отслеживании линии тренда, то есть устойчивого роста или падения. Принцип работы данного индикатора состоит в том, что его пересечение с графиком цены сигнализирует о перемене тренда: если график цены актива выше значения скользящей средней, считаем, что тренд нисходящий, то есть цена падает, если же значение индикатора выше цены, считаем, что цена растет. Эта тенденция прослеживается на рисунке 2.

Стратегия заключается в том, что открытие позиции происходит в момент пересечения графиков цены актива и индикатора, при условии, что график цены находился выше индикатора, то есть ожидаем перемену тренда с нисходящего на восходящий. Выход из позиции (продажу) осуществляем в момент следующего пересечения графиков, это сигнализирует о том, что тренд сменился на нисходящий.

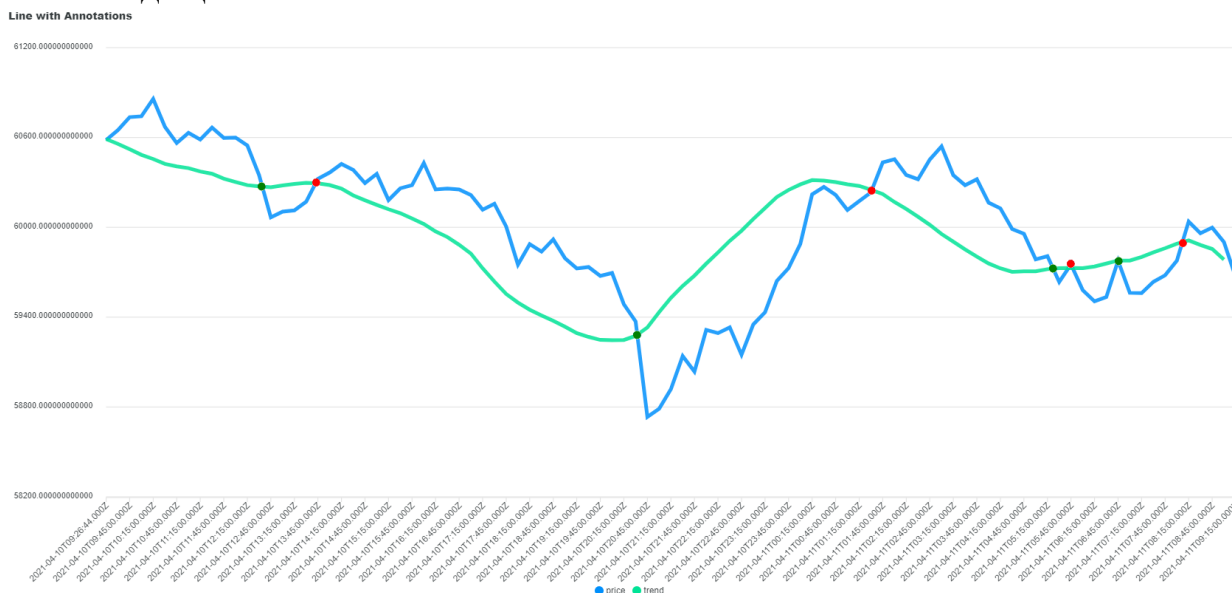


Рисунок 2 – Результат тестирования торговой стратегии

Литература

1. Quantitative Trading: How to Build Your Own Algorithmic Trading Business Hardcover [Текст] – November 17, 2008 / Ernie Chan
2. Algorithmic Trading and DMA: An introduction to direct access trading



strategies [Текст] – February 17, 2010 / Barry Johnson

3. Что такое скользящие средние и как на них заработать? [Электронный ресурс] / сост.: Завадовская Вероника // Портал BCS EXPRESS. – Электрон. дан. – Москва, [2021]. – URL: <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/chto-takoe-skol-ziashchie-srednie-i-kak-na-nikh-zarabotat> (дата обращения: 11.04.2020).

Г.А. Альгашев

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АВИАЦИОННОГО ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

Одной из первостепенных задач авиации является обеспечение безопасности полётов. Эта задача является приоритетной для предприятий и специалистов военной, гражданской и государственной авиации. Особое внимание уделяют контролю качества авиационных жидкостей, в частности качеству авиационного топлива (АТ). Низкое качества АТ может негативно влиять на работу двигателей и топливной системы, сократить срок их эксплуатации, приводить к перегреву и ускоренному износу деталей.

Качество АТ контролируют на каждом этапе пути от его разработки и производства до его применения. Однако как показывает практика, качество АТ, поступающее потребителю, сильно отличается от стандартного, заданного производителем. Причиной этого является нарушение условий транспортировки и хранения топлива.

При анализе АТ особый упор делается на проверку наличия воды и механических примесей, т.к. именно они оказывают пагубное влияние на работу воздушного судна. Контроль АТ, как правило, происходит с помощью стационарных или мобильных лабораторий, путём забора проб топлива и его анализа [1-5]. Данный подход обладает следующими недостатками:

- низкая точность измерения содержания воды;
- низкая точность измерения массовой доли содержания механических примесей;
- сложность эксплуатации;
- долгое время анализа;
- высокая стоимость.

Исходя из изложенных проблем в настоящее время является актуальным разработка новых устройств и методов для контроля качества АТ, которые будут удовлетворять следующим требованиям:

- бесконтактность измерений;
- высокая оперативность и точность измерений;
- малая стоимость устройства контроля.



В связи с этим к рассмотрению предлагается устройство и метод поточного контроля качества АТ с применением свёрточных нейронных сетей [6]. Упрощённая схема устройства представлена на рисунке 1.

На вход устройства поступает АТ, которое необходимо проанализировать. Топливо проходит через участок, где расположены блоки с видеочамерами 1. Видеочамеры следят за тем, как топливо проходит через устройство и фиксируют наличие воды и механических примесей. Наличие нескольких блоков с видеочамерами обосновано тем, чтобы получить изображение топлива с разных ракурсов для более детального анализа.

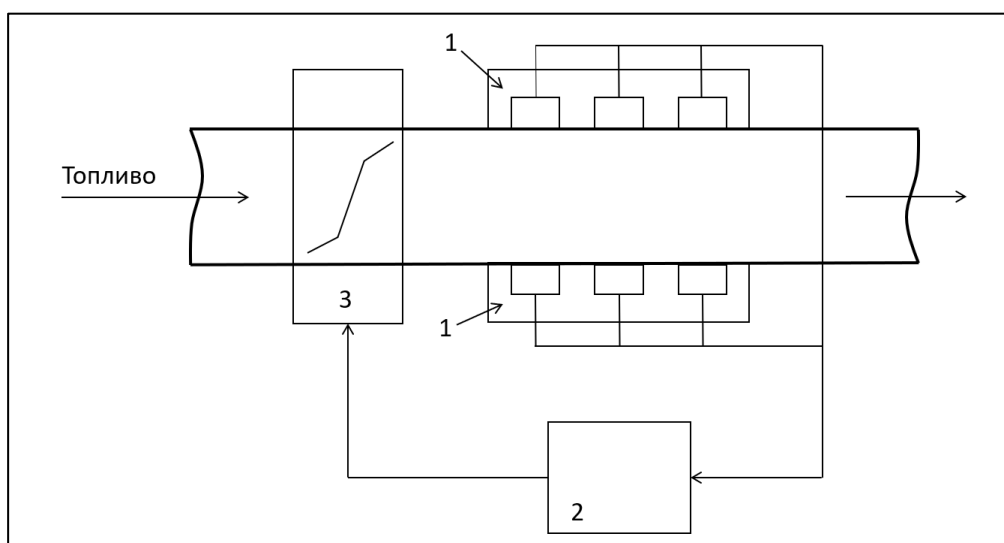


Рисунок 1 – Упрощённая схема устройства поточного контроля АТ

Сигнал с видеочамер поступает на управляющий компьютер 2, где происходит анализ изображений. Анализ изображений происходит с помощью нейронных сетей, которые вычисляют оценку содержания воды и механических примесей в топливе.

В системе анализа изображений топлива заданы максимально допустимые значения содержания веществ в топливе. В случае, если оценки нейронных сетей превышают заданные границы, управляющий компьютер 2 посылает сигнал на устройство управления отсекающим клапаном 3, который перекрывает поток топлива. Если же значения оценок нейронных сетей ниже заданных границ, то топливо проходит через устройство беспрепятственно.

К преимуществам предложенной системы относятся:

- анализ топлива в режиме реального времени;
- анализ всего топлива, прошедшего через устройство;
- анализ АТ по нескольким показателям (наличие воды и механических примесей);
- простота эксплуатации.



К недостаткам системы можно отнести её не универсальность, т.к. необходимо использовать специальные переходники для подключения устройства к трубопроводу или к системе заправок.

Задачу оценки количества воды и механических примесей в АТ можно свести к задаче регрессии. В качестве входных параметров выступают изображения, полученные из видеокамер устройств, а ожидаемый результатом является оценка количества веществ в топливе.

В данной системе предлагается использование свёрточных нейронных сетей [7] для анализа, т.к. они были специально разработаны для работы с изображениями. В своей классической архитектуре свёрточные нейронные сети решают задачу классификации изображений и состоят из двух блок:

- блок выделения признаков изображений;
- блок классификации изображений по выделенными признакам.

Чтобы применить свёрточные нейронные сети для решения задачи регрессии, необходимо изменить второй блок сети на блок, который будет проводить регрессионный анализ по выделенными признакам изображений [8]. Упрощённые архитектуры свёрточный нейронных сетей для решения задачи классификации и регрессии представлены на рисунке 2.

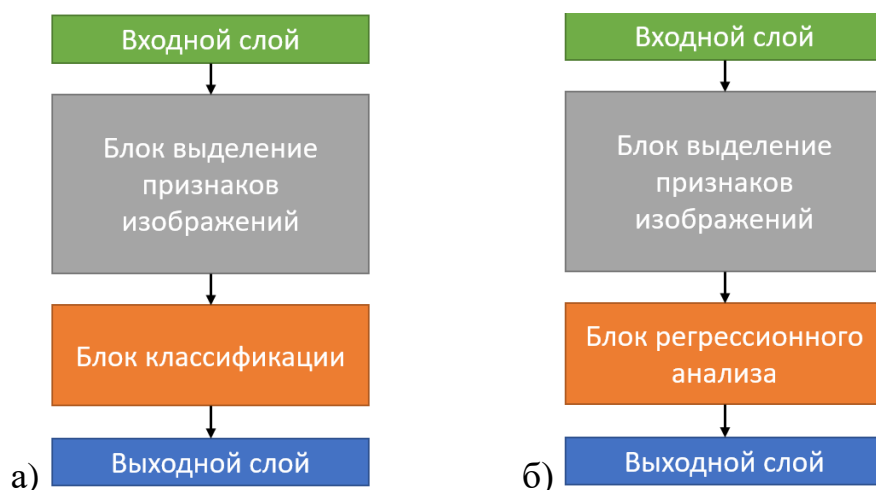


Рисунок 2 – Упрощённые архитектуры свёрточных нейронных сетей для решения задачи классификации (а) и задачи регрессии (б)

Одна модель нейронной сети может решать только одну задачу, поэтому для работы системы необходимо разработать и обучить две модели свёрточных нейронных сетей. Одна модель будет оценивать содержание воды в топливе, а вторая модель будет оценивать содержание механических примесей.

Упрощённая схема работы системы анализа изображений представлена на рисунке 3.

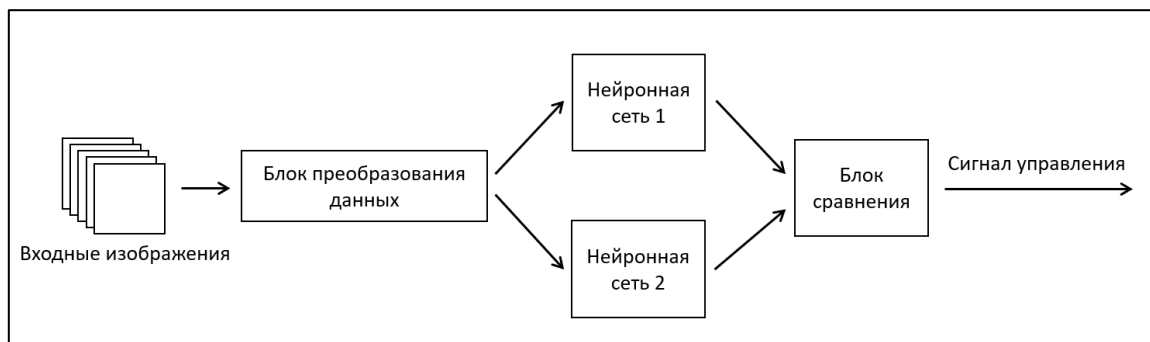


Рисунок 3 – Упрощённая схема работы системы анализа изображений

На вход системы поступают изображения топлива из видеокамер. Использовать изображения в исходном виде нельзя, т.к. они несут в себе избыточную информацию, поэтому данные необходимо предварительно обработать и преобразовать в формат, с которым работают свёрточные сети. После этого преобразованные данные поступают на вход двух разных нейронных сетей, где и происходит их анализ. На выходе нейронных сетей мы получаем оценку содержания веществ на исходном изображении. Далее эти оценки попадают в блок для сравнения с граничными значениями. В случае, если какая-либо оценка превышает граничное значение, на устройство будет передан сигнал управления для прекращения прохождения топлива через устройство.

Литература

1. Яблокова М.А. Перспективные методы очистки дизельного топлива от воды и механических примесей [Электронные ресурсы] / М.А. Яблокова, Е.А. Пономаренко // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9246> (дата обращения: 28.03.2021).
2. Разделение нефти. Установки разделения нефтяной эмульсии [Электронный ресурс] // ENCE GmbH. – URL: https://oil-filters.ru/oil_separators/ (дата обращения: 05.04.2021).
3. Системы центрифугирования для разделения нефти, воды и твёрдых включений для низкого давления [Электронный ресурс] // ИНТЕХ ГмбХ. – URL: https://intech-gmbh.ru/oil_separation_centrifuging_systems/ (дата обращения: 11.04.2021).
4. Бриков А.В. Использование реагентов нефтепромысловой химии в условиях морских нефтегазодобывающих объектов / А.В. Бриков, А.Н. Марков // Территория «НЕФТЕГАЗ». – 2016. – С. 52-58.
5. Акоста Р. Контроль Качества топлива. Задачи и решения / Р. Акоста // Контроль качества продукции. – 2017. – № 12. – С. 47-51.
6. Поточное оборудование [Электронный ресурс] // Neolab. – URL: <https://www.neolabllc.ru/katalog/potochnoe-oborudovanie/> (дата обращения: 18.04.2021).



7. LeCun, Y. Backpropagation Appiled to Handwritten Zip Code Recognition [Текст] / Y. LeCun [и др.] // Neural Computation. Vol. 1, № 4, – MITP, 1989. – С. 541-551.

8. Альгашев Г.А. Решение задачи подсчёта количества объектов на изображении с помощью свёрточной нейронной сети / Г.А. Альгашев, О.П. Солдатова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / [редкол.: Прохоров С. А. (гл. ред.) и др.]. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН. – 2020. – С. 87-91.

Д.В. Аникин, А.В. Чуваков, А.В. Иващенко

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ШАБЛОНОВ ПОВЕДЕНИЯ В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

(Самарский государственный технический университет)

Современные технологии компьютерного зрения обеспечивают автоматическую фиксацию и обработку изображений как неподвижных, так и движущихся объектов с помощью компьютерных средств. Одно из направлений их реализации связано с обнаружением таких событий, как пересечение допустимых линий и границ и нахождение в определенных зонах. Для решения этой проблемы требуется программное обеспечение для видеоаналитики, способное автоматически получать различные данные на основе анализа последовательности изображений, полученных с видеокамер в реальном времени или из архивных записей.

В данной статье представлено программное решение для идентификации шаблонов поведения в системах компьютерного зрения. По сравнению с традиционными системами, используемыми для анализа видеоконтента, оно обеспечивает возможность выявления нестандартного поведения, такого как вандализм или хулиганство. Эти действия необходимо определять заранее на этапах, когда они не сильно отличаются от поведения посетителей общественного пространства.

В настоящее время компьютерное зрение - это развивающаяся междисциплинарная научная область [1, 2]. Например, практически любой музей оборудован видеокамерами, которые снимают цифровые изображения или видео и обеспечивают мониторинг текущей ситуации в режиме реального времени. Обработка и анализ видео производятся либо специальным персоналом, либо в автоматическом режиме.

Технологии компьютерного зрения имеют большие перспективы успешного внедрения в рамках парадигмы Индустрии 4.0 [3, 4], что делает их мощным инструментом цифровизации современных процессов. Область проблемных областей включает, но не ограничивается производством, услугами, розничной торговлей и другими. Интеллектуальная видеоаналитика эффективно



используется для расчета оптимального количества персонала на основе данных о поведении посетителей, анализа конфликтных ситуаций, оценки эффективности рекламных кампаний, повышения эффективности рекламных акций, предотвращения краж средств и товаров и т.д.

Традиционно технологии компьютерного зрения применяются для обработки сервисов изображений и видеоконтента и обеспечивают идентификацию критических событий, когда они происходят.

С учетом социально-психологических аспектов действий посетителей общественного пространства могут применяться модели девиантного поведения, характерные для социальных сетей [5, 6]. Теоретическая база основана на методах статистического анализа временных рядов с неравномерной дискретизацией [7].

Применение методов и алгоритмов анализа социальных сетей позволяет учитывать скрытые особенности человеческого поведения, находящиеся под влиянием человеческого фактора. У каждого посетителя общественного пространства есть собственные интересы, эмоциональный настрой и знания, которые в значительной степени влияют на его / ее поведенческие модели. Этот фактор препятствует применению обобщающих алгоритмов, и становится трудно определить, что такое отклонение, и классифицировать его возможные варианты. В аналитических решениях социальных сетей эта проблема решается путем создания поведенческих паттернов, которые нечувствительны к незначительным изменениям активности, характерным для отдельных людей, но отражают общие отклонения.

Основная идея предлагаемого решения – формализовать контекст активности посетителей и выявить те действия, которые не соответствуют типичным шаблонам. В общем, понимание контекста традиционно требуется в видеоаналитике, где это означает преобразование визуальных образов в описания мира, которые имеют смысл для мыслительных процессов и могут вызывать соответствующие действия [8].

Архитектура предлагаемого решения основана на реализации следующих тезисов. Подсистема видеонаблюдения содержит модуль распознавания, обеспечивающий идентификацию посетителя с помощью компонента компьютерного зрения. Результаты распознавания предоставляются и улучшаются в процессе отслеживания активности, что позволяет идентифицировать и формализовать поведение человека в виде потока событий.

Поведение посетителей сравнивается с типичными шаблонами, зафиксированными в базе знаний. В результате сопоставления текущего поведения наблюдаемого объекта с шаблоном появляется возможность идентифицировать риски. Декомпозиция предложенной архитектуры на отдельные компоненты видеомониторинга, сцены и базы знаний дает возможность отделить логику от данных и обеспечить необходимую адаптируемость и постоянное совершенствование системы под потоком входящих событий.

Основное отличие предлагаемого подхода от существующих методов заключается в том, что он не требует комплексного описания ситуации или собы-



тия, какого-либо фактора риска. В дополнение к этому следует отметить, что риск случайных действий, не имеющих заданной цели, также является предметом анализа рисков. Предлагаемый подход позволяет идентифицировать событие нестандартного поведения, если оно не имеет злонамеренных причин. Этот фактор способствует расширению области применения предлагаемого решения.

Предложенный метод был реализован программным решением для системы компьютерного зрения [9]. Входные данные берутся с обычных видеокамер. Отслеживать можно не только выставленные предметы или области их презентации, но и поведение посетителей музея. В случае, если посетитель совершает какое-либо действие, которое приводит к пересечению его местоположения и предопределенной области мониторинга, система генерирует событие, которое коррелирует с шаблоном отклонения, указанным рядом маркеров в базе знаний. При этом снижается вероятность ложного срабатывания.

Интеллектуальное распознавание контролируемых предметов, пространств и действий посетителей обеспечивается с помощью искусственной нейронной сети Yolo v3. Дополнительное обучение проводилось на основе предварительно подготовленного набора данных, содержащего данные, специфичные для музейных предметов.

Уникальной особенностью предлагаемого решения является возможность работы с использованием стандартных видеокамер, уже установленных в помещении.

Литература

1. Wiley V., Lucas T. Computer vision and image processing: a paper review // International Journal of Artificial Intelligence Research, Vol. 2. 22. 10.29099/ijair.v2i1.42. – 2018
2. Sonka M., Hlavac V., Boyle R. Image processing, analysis, and machine vision. Thomson, 2008 – 555 p.
3. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013. – 82 p.
4. Lasi H., Fettke P., Feld T., Hoffmann M. Industry 4.0 // Business & Information Systems Engineering 4(6), 2014. – pp. 239 – 242
5. Ivaschenko A., Khorina A., Sitnikov P. Online creativity modeling and analysis based on Big Data of social networks // Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 858, 2018. – pp. 329 – 337
6. Ivaschenko A., Khorina A., Isayko V., Krupin D., Bolotsky V., Sitnikov P. Modeling of user behavior for social media analysis // Proceedings of the 2018 Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT), 2018. - 4 p.
7. Прикладной анализ случайных процессов / Под ред. Прохорова С.А. СЦ РАН, 2007. - 582 с.
8. Forsyth, D.A., Ponce J. Computer vision, a modern approach. Prentice Hall, 2003



9. Ivaschenko A., Anikin D., Chuvakov A., Sitnikov P., Surnin O. Computer vision system for deviant behavior identification // Proceedings of the 5th Annual Science Fiction Prototyping Conference 2021, Ghent, Belgium, April 15-16, 2021. – pp. 30 – 33

В.А. Байрамов, И.А. Лёзин

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ПОДДЕЛЬНЫХ ОТЗЫВОВ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

(Самарский университет)

В наши дни онлайн торговля приобретает всё более широкое распространение и большую популярность за счёт экономии времени клиентов. Отзывы о продуктах в интернете играют всё более важную роль в жизни клиентов и представляют собой новый особый тип информации. Последние исследования показали, что 52% потребителей ищут информацию о продукте в интернете, в то время как 24% из них делают это непосредственно перед совершением покупки [1]. Не секрет, что имеет распространение факт намеренного инвестирования продавцов в положительные отзывы на свой товар, чтобы повысить его популярность. Самая распространенная причина заказа поддельного отзыва – малый поток клиентов [2]. В итоге у покупателя может сложиться неоправданно завышенное впечатление о продукте, что подтолкнёт его к совершению покупки.

Одной из задач исследования является разработка модели, которая предоставит возможность классифицировать отзывы на основе информации о пользователе, который размещает эти самые отзывы. Эту информацию можно разбить на 4 категории:

1. Публичные данные о пользователе:
 - 1.1. Имя;
 - 1.2. Описание профиля;
 - 1.3. Наличие фотографий;
 - 1.4. Дата регистрации;
2. Данные социального взаимодействия:
 - 2.1. Количество друзей/подписчиков;
 - 2.2. Количество подписок;
3. Данные отзывов:
 - 3.1. Средняя скорость, с которой пользователь оставляет отзывы;
 - 3.2. Количество отзывов с высокой оценкой относительно общего количества;
4. Лингвистические характеристики отзыва, рассчитанные с помощью LIWC.

Также цель исследования состоит в разработке алгоритмов работы автоматизированной информационной системы. Разрабатываемая система должна



иметь функционал по автоматизированному сбору данных для обучения. Для этого разработан алгоритм, представленный на рисунке 1.

Алгоритм подразумевает анализ всех отзывов на определённый продукт, извлечение перечисленных выше данных и сохранение их в файл для дальнейшей работы.

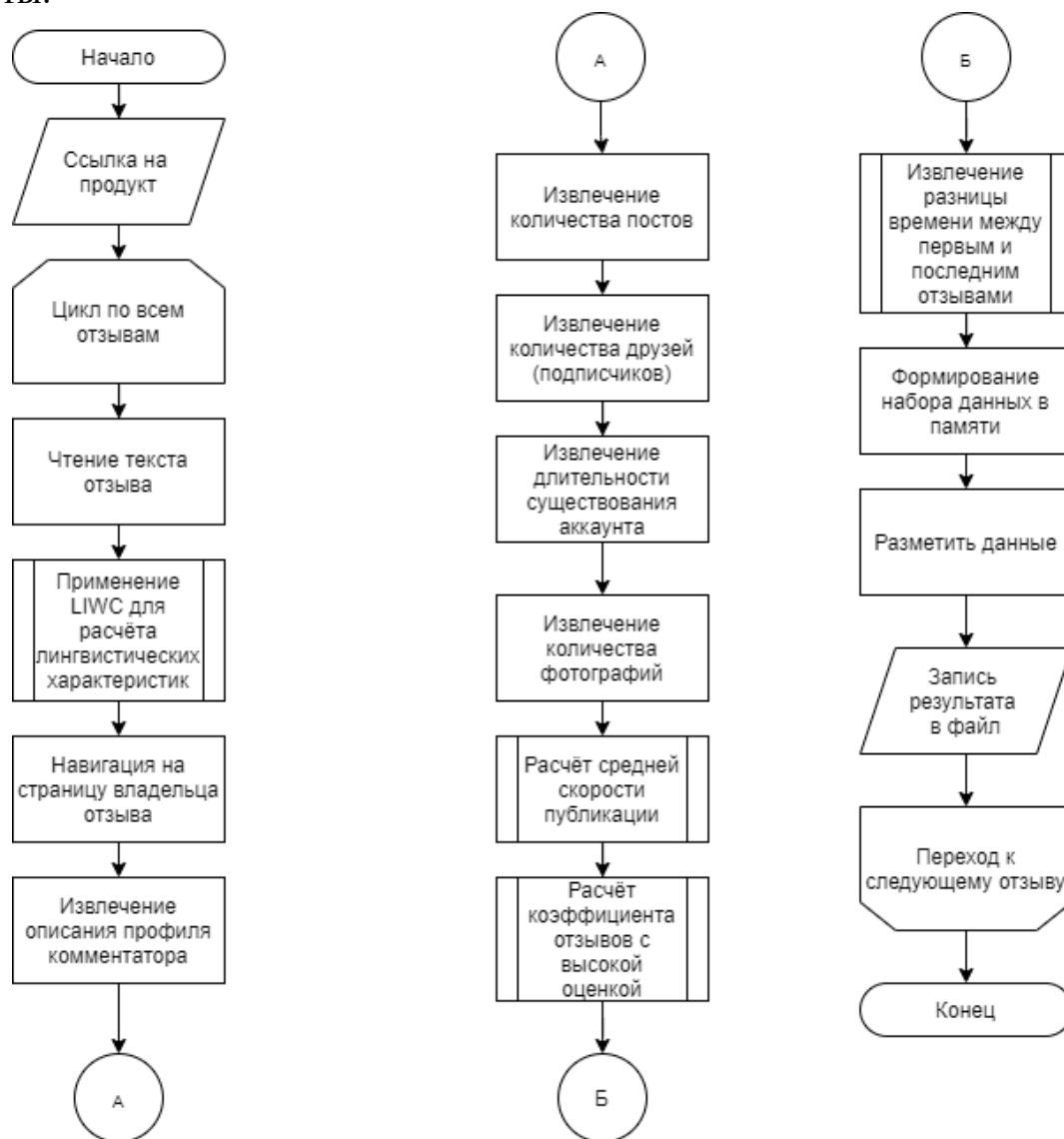


Рисунок 1 – Алгоритм работы системы при сборе данных для обучения

После сбора данных систему необходимо обучить, для этого разработан алгоритм, представленный на рисунке 2.

Для реализации системы было решено использовать алгоритм классификации под названием PU learning. Это алгоритм бинарной классификации, который позволяет проводить обучение на смеси размеченных и неразмеченных данных [3]. Он хорошо подходит для задачи классификации отзывов, т.к. получить набор полностью размеченных данных для обучения не представляется возможным.

После обучения система готова к использованию конечным пользователем. Алгоритм работы системы при классификации представлен на рисунке 3.

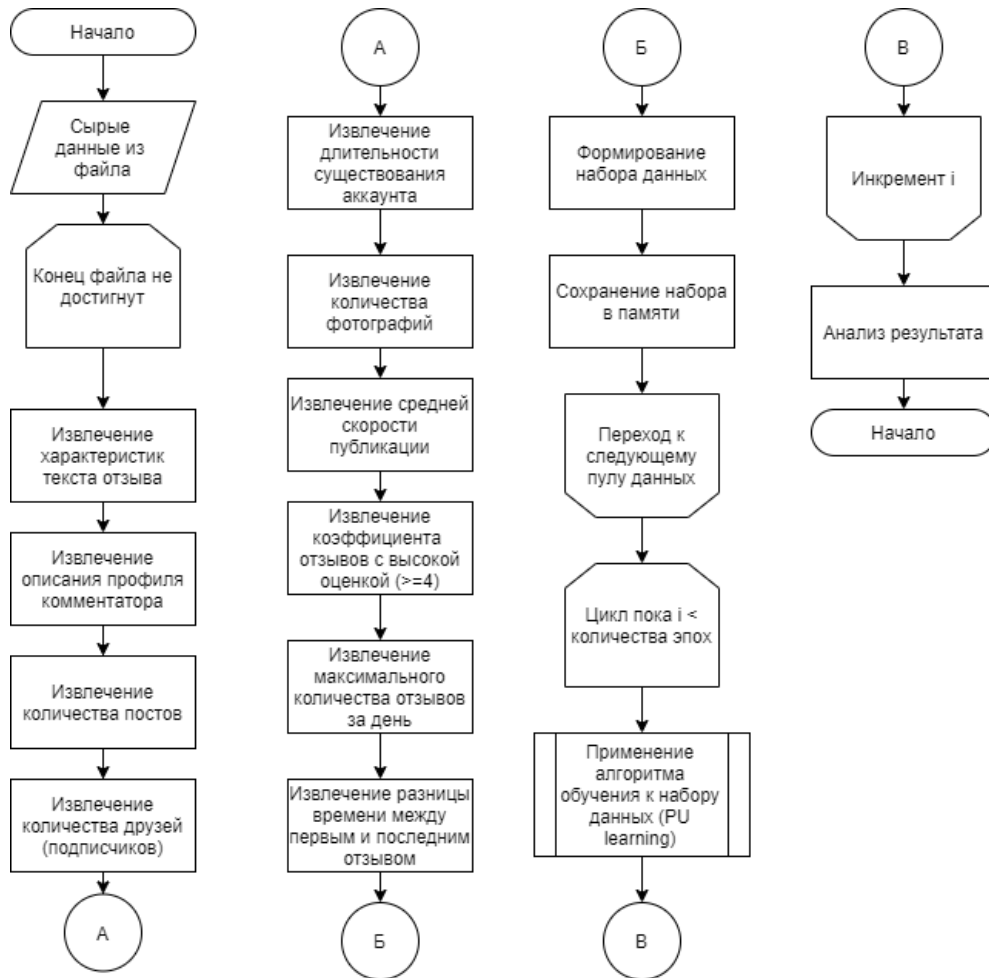


Рисунок 2 – Алгоритм работы системы при обучении

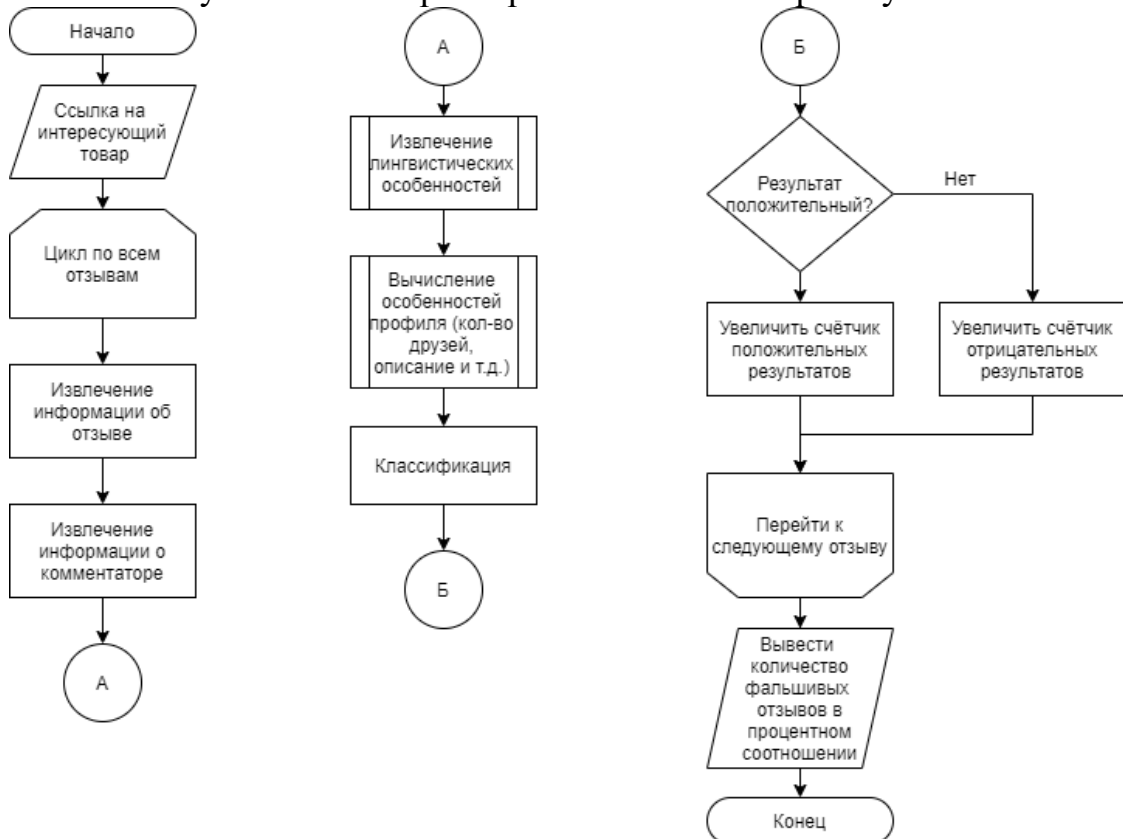


Рисунок 3 – Алгоритм работы системы при классификации



Итогом исследования является программный комплекс, осуществляющий классификацию отзывов на определённый продукт. И на основе результатов пользователь сможет сделать вывод о качестве рецензий на товар.

Литература

1. Sung Ho Na, Impact of online consumer reviews on product sales: Quantitative analysis of the source effect [Текст] / Sung Ho Na, Soon yong Bae, and Lee Kyeong Son // Applied Mathematics & Information Sciences – 2015. – Вып. 9. – с. 373-387;
2. Как устроена фабрика заказных отзывов [Электронный ресурс] – URL: <https://texterra.ru/blog/kak-ustroena-fabrika-zakaznykh-otzyvov-opyt-30-kopirayterov.html> (Дата обращения 04.04.2021);
3. PU learning – Dealing with a negative class hidden in unlabeled data [Электронный ресурс]. – URL: <https://towardsdatascience.com/pu-learning-e2059f4f9b52> (Дата обращения 04.04.2021).

А.Р. Белов

ПРЕДИКТИВНАЯ ЗАГРУЗКА МОДУЛЕЙ И КОМПОНЕНТОВ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

(Самарский университет)

Машинное обучение открывает возможности для будущего прогресса во многих областях информационной сферы. И, одно из новейших направлений в веб-сфере – адаптация интерфейса приложения к поведению пользователя. Это делается для улучшения пользовательского опыта. Но, этот аспект увеличивает количество составных компонентов приложения, тем самым и размер кодовой базы, а чем больше её объём, тем медленнее идёт загрузка по сети. Таким образом, мы неявно ухудшаем другие показатели веб-приложения, что недопустимо.

Для решения проблемы медленной загрузки приложений по сети начинает использоваться предиктивная загрузка компонентов, которые потенциально могут понадобиться пользователю. Эта концепция стала возможной при помощи комбинации предсказательной аналитики и «цепей Маркова». Основная идея данного направления – прогнозировать действия и перемещения пользователя в рамках конкретного веб-приложения и загружать только те части, которые могут понадобиться пользователю при взаимодействии.

Как правило, структура разрабатываемого приложения является субъективной со стороны архитектора и порой не учитывает по какому принципу приложение разделяется на модули и компоненты. Из-за этого, те ресурсы, которые могут понадобиться пользователю в интерфейсе в первую очередь не всегда учитываются при проектировании системы. Масштабирование принятия решений по вопросам востребованности компонентов для каждого конкретного слу-



чая – затратный процесс, который коррелирует с размерами кодовой базы. Поэтому, такие решения основаны на субъективных суждениях, которые принимаются быстрее, но могут быть неактуальным по ряду аспектов.

Стоит отметить, что у нас уже есть наборы данных, которые помогут нам оптимизировать работу с принятием взвешенных решений – это API аналитических источников («Яндекс.Метрика» и «Google Analytics»). Если объединить аналитические данные с хорошей вероятностной моделью, это позволит автоматизировать процесс, используя машинное обучение. Ведь решения, которые принимаются с учётом аналитики, будут гораздо точнее субъективных суждений.

На данном этапе развития экосистемы уже существуют программные реализации, которые своей основной задачей ставят сокращение времени ожидания пользователя в приложении. Ведущая стратегия предварительной загрузки модулей веб-приложения приложения сейчас – это инициализация загрузки и элементов интерфейса на основе их появления на экране. Это решение является хорошим компромиссом, ведь пользователи, с большей вероятностью будут взаимодействовать с теми компонентами, которые видны на странице в данный момент времени. Но данный подход несовершенен и требует высокого качества интернет-соединения пользователя. Исследуемая же стратегия предиктивной загрузки вышеупомянутого недостатка лишена.

Самой же распространённой стратегией для уменьшения нагрузки на сеть является модуляризация кодовой базы. Эффективность данного метода даёт быстрый результат, но со временем эти показатели могут стагнировать и никак не коррелировать с размерами кодовой базы. Поэтому, если рассматривать данную стратегию как алгоритм, то его необходимо модернизировать. В рамках данного исследования – это добавление в систему «цепей Маркова» для принятия предиктивных решений о загрузке модулей и компонентов без её инициализации со стороны пользователя.

Ключевой задачей данного исследования является определение того, какие последующие модули могут понадобиться пользователю с учетом конкретного запроса. Достигается это за счёт моделей прогнозирования и составления предиктивной выборки. Это позволит серверу или клиенту предварительно получить последующий набор модулей и поместить их в кэш устройства пользователя, прежде чем он перейдет к взаимодействию с интерфейсом.

Основная цель предиктивной аналитики, в рамках данного исследования, заключается в том, чтобы сократить общее время ожидания пользователя в веб-приложении, посредством уменьшения сетевого трафика. Стоит отметить, что существует ряд исследований, подтверждающих, что снижение данной метрики однозначно увеличивает преследуемые конверсии и сатисфакцию пользователя от приложения. В наши дни, именно параметры производительности зачастую являются одним из главных конкурентных преимуществ.

Помимо того, что монолитное приложение делится на модули, что уже даёт несомненный прирост в эффективности его загрузки по сети, в рамках данного исследования, веб-приложение будет разделено и на компоненты. Раз-



биение веб-приложения на компоненты позволяет сократить дублирование кода между модулями, что дополнительно уменьшает и скомпилированный объём.

Итогом исследования является программный комплекс, который заранее предугадывает возможные пути посещения веб-приложения и заранее осуществляет предварительную загрузку модулей и компонентов. Тем самым, при переходе на конкретный «экран» приложения, у пользователя будет отсутствовать время ожидания, так как данные были загружены заранее. А совместно с не самой сложной в поддержке и отладке моделью для принятия предиктивных решений, мы получим и кодовую базу с умеренным порогом вхождения.

Литература

- 1 Banu Deniz Gunel, "Investigating the Effect of Duration, Page Size and Frequency on Next Page Recommendation with Page Rank Algorithm", [Текст], 2010
- 2 Borges, Levene, "Evaluating Variable-Length Markov Chain Models for Analysis of User Web Navigation Sessions", [Текст], 2007
- 3 https://en.wikipedia.org/wiki/Predictive_analytics [Электронный ресурс]
- 4 https://en.wikipedia.org/wiki/Hidden_Markov_model [Электронный ресурс]

Н.Д. Беляев, И.А. Лёзин

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПРИЗНАКОВ АУДИОСИГНАЛА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ В РЕЧИ ДИКТОРА

(Самарский университет)

Введение

Речь – это основное средство передачи информации. Но не только слова содержат информацию. Мы также можем узнать много о ситуации, событии и т.д. из эмоций человека. Поэтому распознавание эмоций в голосе и мимике человека стало занимать одно из первых мест в различных отраслях сферы информационных технологий.

Акустические сигналы являются наиболее часто используемыми данными после мимических признаков для определения эмоционального состояния человека.

В этой статье мы рассмотрим использование относительно новой характеристики Harmonic To Noise Rate (HNR) в нашей системе распознавания эмоций с комбинацией других характеристик, таких как коэффициенты MFCC, ZCR и TEO. Последние 3 характеристики наиболее популярны в сфере распознавания аудиосигналов и, как правило, показывают хорошие результаты при решении любой связанной задачи.



Алгоритмы извлечения признаков

1. MFCC

Чтобы вычислить коэффициенты MFCC, обратное быстрое преобразование Фурье применяется к логарифму модуля быстрого преобразования Фурье сигнала, отфильтрованного по шкале Мела [15].

Исходный речевой сигнал запишем в дискретном виде как:

$$x[n], \quad 0 \leq n < N \quad (1)$$

Применяем к нему преобразование Фурье:

$$X_a[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{\frac{-2\pi i}{N} kn}, \quad 0 \leq k < N \quad (2)$$

Составляем гребенку фильтров, используя оконную функцию:

$$H_m = \begin{cases} 0 & k < f[m-1] \\ \frac{(k-f[m-1])}{(f[m]-f[m-1])} & f[m-1] \leq k < f[m] \\ \frac{(f[m+1]-k)}{(f[m+1]-f[m])} & f[m] \leq k \leq f[m+1] \\ 0 & k > f[m+1] \end{cases} \quad (3)$$

Для которой частоты $f[m]$ получаем изравенства:

$$f[m] = \left(\frac{N}{F_s}\right) B^{-1}\left(B(f_1) + m \frac{B(f_h) - B(f_1)}{M+1}\right) \quad (4)$$

В(б) — преобразование значения частоты в мел-шкалу, соответственно:

$$S[m] = \ln\left(\sum_{k=0}^{N-1} |X_a[k]|^2 H_m[k]\right), \quad 0 \leq m < M \quad (5)$$

Вычисляем энергию для каждого окна:

$$B^{-1}(b) = 700(\exp(b/1125) - 1) \quad (6)$$

Применяем ДКП:

$$c[n] = \sum_{m=0}^{M-1} S[m] \cos(\pi n(m+1/2)/M), \quad 0 \leq n < M \quad (7)$$

Получаем набор MFCC.

2. ZCR

ZCR - это скорость, с которой сигнал изменяется с положительного значения до нуля и до отрицательного значения или наоборот. [1] Его значение широко использовалось как для распознавания речи, так и для поиска музыкальной информации, являясь ключевой функцией для классификации ударных звуков [2].

ZCR формально определяется как:

$$zcr = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^{T-1} 1_{\mathbb{R}_{<0}}(s_t s_{t-1}) \quad (8)$$

где s - сигнал длины T , а $1_{\mathbb{R}_{<0}}$ - индикаторная функция.



3. ТЕО

Функции Teager Energy Operator (ТЕО) проверяют характеристики речи, когда высказывание представляет собой определенного вида стресс. Функции ТЕО обрабатывают поведение сигнала по частоте и во временной области.

Для оценки ТЕО каждый выходной сигнал М-сигнала сегментируется на кадры одинаковой длины (например, 25 миллисекунды со смещением кадра 10 миллисекунд); где М - количество критических зон, а f – количество кадров, для которого извлекается ТЕО. В нашей работе мы извлекаем ТЕО из суммы сигналов по следующей формуле:

$$\Psi_M [x_f [t]] = (x_f [t])^2 - (x_f [t-1] x_f [t+1]) \quad (9)$$

4. Harmonic To Noise Rate

По определению HNR - это параметр, в котором взаимосвязь между гармоническими и шумовыми компонентами обеспечивает указание локализованных компонентов речевого сигнала путем количественной оценки взаимосвязи между периодической и аperiodической составляющими, выраженной в дБ [1] [3] [4]. Общее значение HNR сигнала варьируется, потому что разные конфигурации речевого тракта подразумевают разные амплитуды гармоник. Эта единица измерения связывает энергию, передаваемую голосовым сигналом через голосовые импульсы, и энергию фракции голосового шума после фильтрации через голосовой тракт. Этот шум возникает из-за турбулентности, возникающей при прохождении воздушного потока через голосовую щель во время фонации, возникающей, например, когда голосовые связки смыкаются ненадлежащим образом [4].

Существуют различные подходы к автоматическому определению HNR, например использовали кепстр для измерения гармонических и шумовых составляющих, в то время как [4] использовали автокорреляцию. С математической точки зрения звонкий сигнал с гармонической структурой в частотной области может быть выражен уравнением 10.

$$X(w) = H(w) + N(w) \quad (10)$$

Где X (w) соответствует речевому сигналу в частотной области, H (w) - гармонической составляющей, а N (w) - шумовой составляющей.

HNR - это логарифмическая мера отношения энергии, которое связано с гармонической и шумовой составляющими. С помощью уравнения 11 можно интегрировать спектральную мощность по слышимому диапазону частот.

$$HNR = 10 \times \log_{10} \frac{\int_w |H(w)|^2}{\int_w |N(w)|^2} \quad (11)$$



В этом алгоритме HNR был реализован с учетом исследований, опубликованных Voersma [4]. В этом исследовании Боерсма использует процедуру, основанную на свойствах автокорреляционной функции, чтобы получить разделение компонентов, описанное ранее. Автокорреляция состоит из корреляции сигнала с самим собой. Если мы рассмотрим голосовой сигнал $x(t)$, функция автокорреляции $r_x(\tau)$ представлена в уравнении 12.

$$r_x(\tau) \equiv \int x(t)x(t+\tau)dt. \quad (12)$$

В этой функции есть глобальный максимум при $\tau = 0$. Если есть пиковые значения вне 0, сигнал периодический и есть фазовый сдвиг T_0 , называемый периодом, так что все эти максимумы помещаются в смещение nT_0 для каждого целого числа n , с $r_x(nT_0) = r_x(0)$. Основная частота F_0 этого периодического сигнала определяется соотношением $F_0 = 1 / T_0$. Если нет глобальных максимумов, кроме 0, могут быть максимальные пики. Если наибольший из них находится в смещении τ_{\max} , и если его высота $r_x(\tau_{\max})$ достаточна, сигнал обозначается как имеющий периодическую часть, а его гармоническая сила R_0 - это число от 0 до 1, равное локальному максимуму $r'_x(\tau_{\max})$ нормированной автокорреляции (уравнение 13).

$$r'_x(\tau) \equiv \frac{r_x(\tau)}{r_x(0)} \quad (13)$$

Полная автокорреляция сигнала представляет собой сумму автокорреляции его гармонической и шумовой составляющих, как можно увидеть в уравнении 14.

$$r_x(0) = r_H(0) + r_N(0) \quad (14)$$

Если шум белый (корреляция невозможна), локальный максимум равен $\tau_{\max} = T_0$ с высотой $r_x(\tau_{\max}) = r_H(T_0) = r_H(0)$ [4]. При этом автокорреляционная функция устойчивого речевого сигнала отображает локальные максимумы для нескольких значений τ , которые все кратны основному периоду. Таким образом, для определения HNR необходимо только вычислить автокорреляционную функцию речевого сигнала и идентифицировать первый локальный максимум, который будет соответствовать гармонической составляющей. Величина шумовой составляющей определяется уравнением 6, а HNR - уравнением 15.

$$HNR(dB) = 10 \times \log_{10} \frac{r'_x(\tau_{\max})}{1 - r'_x(\tau_{\max})} \quad (15)$$



Литература

- 1 А.Мерибан Communication without words[Текст]/А. Мерибан. – 1968. – С. 53-56.
- 2 Б. Фасель, Д. Лютин, Automatic Facial Expression Analysis: A Survey, Pattern Recognition[Текст]/ Б. Фасель, Д. Лютин. – 2003. - С. 259-275.
- 3 К. Рао,Т. Кумар, К. Ануша, Emotion Recognition from Speech – 2012. - (<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.437.2775&rep=rep1&type=pdf>)
- 4 И. Саксмит., С. Алиссон, С. Барон-Коэн, Empathy and emotion recognition in people with autism, first-degree relatives, and controls[Текст]/ И. Саксмит., С. Алиссон, С. Барон-Коэн – 2013. – С. 98-105.

А.Д. Божимов, О.П. Солдатова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЖАТИЯ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ПРОИЗВОЛЬНОГО СТИЛЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

(Самарский университет)

Современные реалии всё чаще подталкивают нас к использованию нейронных сетей при решении обширного диапазона задач. Одним из направлений, где реализация алгоритма средствами классического программирования является труднореализуемой или и вовсе невыполнимой, является художественное творчество. Развитие технологий машинного обучения позволило появиться успешным попыткам воссоздания уникальных особенностей художественных произведений техническими средствами. Это обусловлено в первую очередь способностью моделей к «обучению» - процессу, где нейронная сеть должна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными [1].

Большинство существующих алгоритмов переноса стиля изображения требуют отдельного обучения сети и создания новой модели для работы с каждым новым стилем. Это накладывает серьезные ограничения на используемое аппаратное обеспечение, а также увеличивает затраты времени [2]. Оптимальным решением было бы иметь модель, которая способна выполнять быструю передачу стиля на любых парах изображения, не требуя переобучения.

Рассматриваемый процесс переноса произвольного стиля изображения состоит из двух этапов: получение вектора стиля из одного изображения и стилизация другого на основе векторизованных данных.

Для выделения стиля на первом этапе используется сеть предсказания, создающая на выходе 100-мерный вектор. Такой подход позволяет также комбинировать стили, используя средневзвешенное значение [3].

На втором этапе стилизации применяется сеть переноса стиля, принимающая чистое изображение и вектор представления стиля и на выходе создаю-



щая стилизованное изображение. Такой подход позволяет устанавливать «глубину проникновения» стиля в исходное изображение.

Была разработана программная система на базе библиотеки машинного обучения TensorFlow.js. Язык JavaScript выбран для обеспечения кроссплатформенности и высокой повторяемости результатов. Используемые предобученные модели были взяты из общедоступного репозитория Google Magenta [4] и переведены для TensorFlow.js при помощи TensorFlow.js converter [5].

Благодаря возможности TensorFlow.js использовать WebGL — кроссплатформенный API для графического процессора на основе OpenGL ES 2.0, для ускорения, процесс переноса стиля выполняется на современных устройствах, включая смартфоны, в течение нескольких секунд. Однако, учитывая кроссплатформенность решения, стоит обратить внимание на объем загружаемых моделей. В конкретном случае это 36.3 МБ для сети предсказания стиля, основанной на Inception v3, и 7.9 МБ для сети переноса. Их суммарный объем составляет 44.2 МБ, что довольно много при работе с, например, веб-приложением.

Для сжатия модели предсказания был использован метод «дистилляции» [6]. Суть метода заключается в обучении малой нейронной сети для повторения выходных значений большой нейронной сетью. При «дистилляции» была использована модель MobileNetV2 по нескольким причинам:

- модели MobileNetV2 показывают хорошие результаты при «дистилляции»;
- имеют качественную реализацию с открытым исходным кодом;
- имеют версию для целевого TensorFlow.js.

Изображение стиля пропускается через обе сети. Среднеквадратичное отклонение двух полученных представлений стиля используется в качестве значения потерь для обновления весов малой сети. Данный алгоритм представлен на рисунке 1.

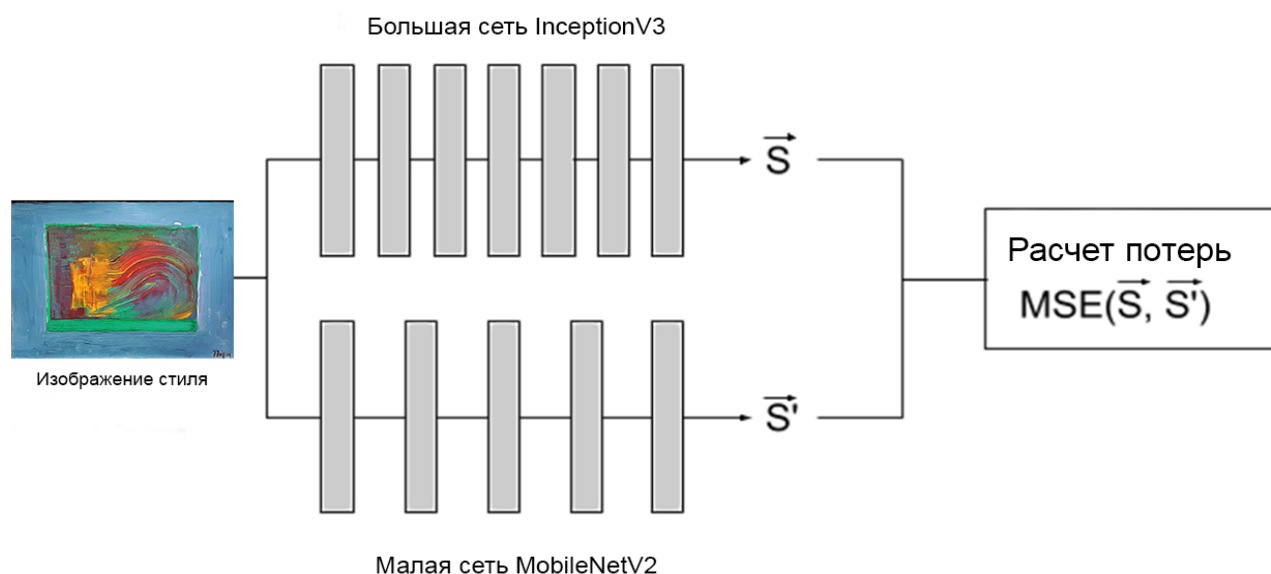


Рисунок 1 – Процесс обучения



Результаты, полученные после сжатия, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднее время работы для модели предсказания

	Объем модели, МБ	Среднее время работы, миллисекунды
До сжатия	36.3	4972
После сжатия	9.6	1013

После завершения обучения размер полученной сети уменьшился в 3,8 раза, а время выполнения в среднем в 4,9 раза.

Сравнить результаты работы сетей до и после сжатия можно на рисунке 2.

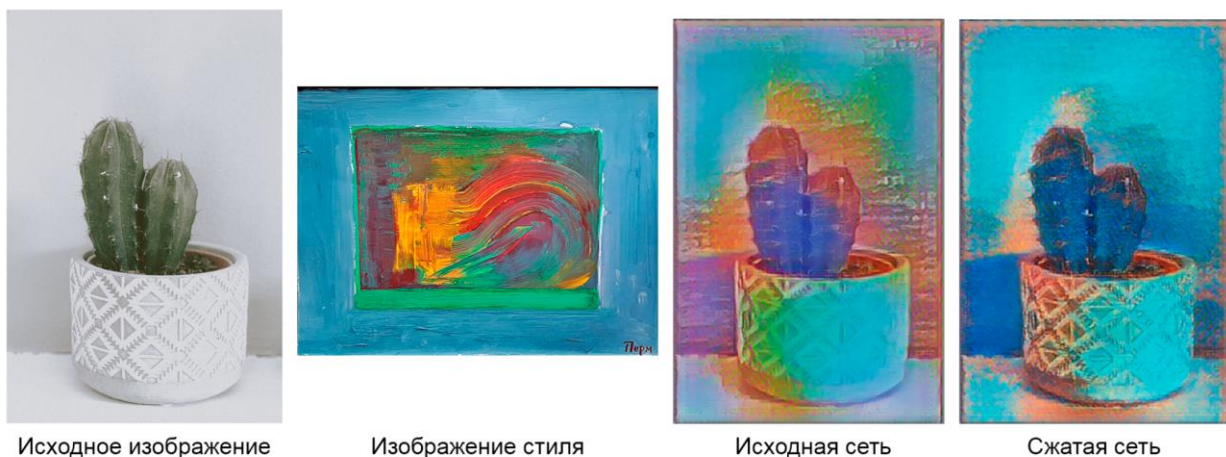


Рисунок 2 – Сравнение результатов работы сетей

При изучении полученных результатов выяснилось, что после сжатия большую часть времени работы системы (в среднем 1138 миллисекунд) занимает процесс переноса стиля, а значит, для ускорения работы в дальнейшем необходимо произвести оптимизацию и сжатие модели переноса стиля, например, переведя ее на свертку с разделением по глубине (Depthwise Separable Convolutions) [7].

По завершении процедуры сжатия удалось добиться значительного снижения суммарного объема моделей с 44.2 МБ до 17.5 МБ, при этом сохранив функционирование, хоть и с небольшим отклонением от результатов исходной модели, а также добиться многократного прироста в скорости.

Литература

1. Обучение нейронной сети [Электронный ресурс]. URL: <https://neuronus.com/theory/nn/238-obucheniya-nejronnoi-seti.html> (дата обращения: 14.04.2021).
2. Нейронные сети и глубокое обучение. Учебный курс [Текст]/ Аггарвал Чару – М.: ООО “И. Д. Вильямс”. 2020. – 752 с.
3. Exploring the structure of a real-time, arbitrary neural artistic stylization network [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1705.06830> (дата обращения: 02.04.2021)



4. TensorFlow Hub – Magenta – arbitrary image stylization [Электронный ресурс]. URL: <https://tfhub.dev/google/lite-model/magenta/arbitrary-image-stylization-v1-256/fp16/prediction/1> (дата обращения: 02.04.2021)
5. tensorflow/tfjs: A WebGL accelerated JavaScript library for training and deploying ML models. [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/tensorflow/tfjs> (дата обращения: 02.04.2021)
6. Distilling the Knowledge in a Neural Network [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1503.02531> (дата обращения: 02.04.2021)
7. Depthwise separable convolutions for machine learning [Электронный ресурс]. URL: <https://eli.thegreenplace.net/2018/depthwise-separable-convolutions-for-machine-learning/> (дата обращения: 15.04.2021)

Л.В. Болотникова, И.В. Лёзина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ РИМСКИХ ЦИФР ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ КОХОНЕНА.

(Самарский университет)

Распознавание образов — научная дисциплина, целью которой является выявление объектов по нескольким критериям или классам. Теория распознавания объектов представляет собой раздел информатики, который основывается на разработке основ и методов идентификации предметов, явлений и сигналов. Потребность в таком распознавании возникает во многих областях, начиная с машинного зрения, символьного распознавания, диагностики в медицине, распознавания речи и заканчивая узко специальными задачами [1].

Иногда подобное распознавание требуется для восстановления текстового документа. К примеру, для поврежденных литературных текстов часто требуется восстановить последовательность повествования для получения наиболее точного восприятия информации. Для этого необходимо распознавать римские цифры, которые часто используются в подобных текстах для нумерации глав, заголовков и страниц.

Для распознавания образов римских цифр была разработана автоматизированная система, основанная на нейронной сети Кохонена.

Она представляет собой двухслойную сеть, где каждый нейрон первого (распределительного) слоя соединен со всеми нейронами второго (выходного) слоя, которые расположены в виде двумерной решетки.

Нейроны выходного слоя называются кластерными элементами, их количество определяют максимальное количество групп, на которые система может разделить входные данные. Увеличивая количество нейронов второго слоя можно увеличивать детализацию результатов процесса кластеризации.

Для обучения сети Кохонена используется соревновательный метод [2]. На каждом шаге обучения из исходного набора данных случайно выбирается один вектор. Затем производится поиск нейрона выходного слоя, для которого



расстояние между его вектором весов и входным вектором - минимально. По определённому правилу производится корректировка весов для нейрона-победителя и нейронов из его окрестности, которая задаётся соответствующей функцией окрестности.

Алгоритм Кохонена относится к наиболее старым алгоритмам обучения сетей с самоорганизацией на основе конкуренции, и в настоящее время существуют различные его версии [3]. В одной из модификации алгоритма Кохонена используется, так называемое «гауссовское соседство», определяемое формулой [4]:

$$S(i, x) = \exp\left(-\frac{d^2(i, w)}{2\lambda^2}\right).$$

В другой модификации алгоритма Кохонена используется прямоугольное соседство, которое определяется формулой [4]:

$$S(i, x) = \begin{cases} 1, & \text{для } -K < d(i, w) < K \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Была разработана автоматизированная система распознавания римских цифр при помощи нейронной сети Кохонена с возможностью выбора вида соседства для алгоритма обучения. Разработка системы производилась на языке программирования Java в среде разработки IntelliJ IDEA 2018.

В процессе проектирования была создана UML-модель системы. На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования разработанной системы.

Перед началом обучения на вход сети подаются римские цифры: I, V, X, L, C, D, M.

Для тестирования данной системы был произведен ряд экспериментов, направленных на выявление оптимальных параметров обучения нейронной сети Кохонена.

В частности, исследовалась зависимость процента верных распознаваний от коэффициента обучения для двух типов соседства. Размер двумерной карты Кохонена для исследования был принят равным 15x15 нейронов.

Для обучения была сформирована выборка из 3500 «зашумленных» образов римских цифр. Длительность обучения была принята равной 30 эпохам.

Результаты распознавания тестовой выборки представлены в таблице 1.



Рисунок 14 – Диаграмма вариантов использования разработанной системы

Таблица 1. Результаты проведённых экспериментов.

Коэффициент обучения	Гауссово соседство	Прямоугольное соседство
0.2	97.57%	88.40%
0.25	97.60%	85.57%
0.3	97.00%	83.69%
0.35	93.11%	82.71%
0.4	91.34%	80.20%
0.45	87.80%	79.14%
0.5	86.66%	79.40%
0.55	86.26%	77.57%
0.6	82.89%	77.40%
0.65	81.69%	75.97%
0.7	80.89%	75.06%
0.75	79.66%	71.29%
0.8	77.57%	68.54%
0.85	77.00%	65.57%
0.9	74.14%	62.29%



Проанализировав результаты проведенных экспериментов, можно сделать вывод о том, что автоматизированная система распознавания римских цифр работает эффективно. Из результатов также видно, что процент верных распознаваний римских цифр с помощью нейронной сети Кохонена уменьшается с увеличением коэффициента обучения. Сравнивая результаты экспериментов, сделанных при помощи алгоритма Кохонена с разными типами соседства можно сделать вывод: при использовании алгоритма с Гауссовым соседством процент верных распознаваний, как правило, выше чем при использовании алгоритма с прямоугольным соседством.

Литература

1. Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений [Текст] / А.Б. Барский // М.: Финансы и статистика, 2004. — 176 с.
2. Борисов, Е. Кластеризатор на основе нейронной сети Кохонена [Электронный ресурс] режим доступа: <http://mechanoid.kiev.ua/neural-net-kohonen-clusterization.html>, свободный.
3. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Осовский С.: Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с..
4. Солдатова, О.П. Основы нейроинформатики [Текст] : учеб. пособие / О.П. Солдатова. – Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2006. – 132 с. : ил.– ISBN 5-7883-0467-9.

С.С. Волков^{I, II}, И.И. Курочкин^{III}

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ОСНОВАННЫХ НА LSTM, ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ^I

(Российский университет дружбы народов^I, ФИЦ ИУ РАН^{II}, ИППИ РАН^{III})

Введение

Машинное обучение – обширный подраздел научного направления искусственного интеллекта, отвечающий за изучение алгоритмов, способных обучаться на основе имеющихся данных. Наиболее часто методы машинного обучения применяются для решения задач классификации, кластеризации, прогнозирования и извлечения информации. Важной особенностью алгоритмов машинного обучения является то, что они способны хорошо работать с большими данными. В данной работе речь пойдет о задачах классификации. Этот класс задач относится к категории обучения с учителем. При обучении с учителем машина обучается на примерах. Оператор обеспечивает алгоритм машинного обучения набором известных данных, который содержит необходимые входные значения (признаки) и выходные. Задача заключается в установлении принципа

^I Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-29-03264.



получения выходных данных из признаков. Алгоритмы машинного обучения выявляют закономерности в данных, обучаясь на примерах, и затем делают собственные прогнозы.

Для решения задач классификации существует большое количество алгоритмов машинного обучения (деревья решений, байесовский классификатор, метод ближайших соседей, нейронные сети и т. д.). Данная работа исследует применение нейронных сетей в задачах классификации в двух различных областях:

- анализ и классификация сетевого трафика - решается в рамках исследования систем обнаружения вторжений в программно-конфигурируемых сетях. Применение нейронных сетей для решения данной задачи обусловлено тем, что на обучение нейронной сети уходит много времени, но обученная сеть способна быстро анализировать входящие данные и производить классификацию. Данное свойство необходимо для анализа сетевого трафика в реальном времени;
- классификация дискурсивных отношений между фрагментами текстов - решается в рамках исследования возможности генерации текстов с помощью алгоритмов машинного обучения и дальнейшего выявления автоматически сгенерированных текстов.

В обеих задачах основное внимание уделяется глубоким нейронным сетям с обратными связями, основанным на LSTM [1]. Производится сравнение эффективности работы данных нейронных сетей с альтернативными (более простыми или сложными) вариантами.

LSTM в задачах анализа сетевого трафика

Программно-конфигурируемые сети - сети передачи данных, в которых уровень управления абстрагирован от нижележащего уровня передачи пакетов [2, 3]. Исследование направлено на решение вопроса безопасности программно-конфигурируемых сетей. Основным предметом исследования является система обнаружения вторжений, а именно - ее ядро, основанное на методах машинного обучения. Это ядро анализирует полученные данные, обнаруживает и классифицирует вредоносный трафик.

Для исследования было решено использовать набор данных CSE-CIC-IDS2018 [4], предоставленный Канадским институтом кибербезопасности (CIC) на AWS (Amazon Web Services). Авторы набора данных предлагают обработанную версию, созданную специально для работы с алгоритмами машинного обучения. Этот набор состоит из нескольких файлов CSV. Они содержат набор записей из 80 признаков, а также метки с указанием класса трафика. В процессе анализа признаков будут использованы 78 из 80. Были исключены метки классов (Labels), а также время старта потока.

На выбранном наборе данных были проведены эксперименты с использованием следующих нейронных сетей:

- Многослойный перцептрон;
- глубокая нейронная сеть с GRU [5] слоями;
- глубокая нейронная сеть с LSTM [6] слоями.



Результаты исследования показали, что даже многослойный перцептрон с умеренной точностью способен решать данную задачу. Однако в контексте обнаружения сетевых атак этой точности будет недостаточно. Глубокие нейронные сети отлично справились с поставленной задачей. Сеть с GRU слоями показала очень близкие результаты с сетью LSTM, но качество работы нейронной сети, использующей LSTM слои оказалось чуть выше.

LSTM в задачах классификации дискурсивных отношений

Дискурсивные отношения - подчиненные отношения, которые связывают между собой две части текста. С их помощью можно представить систематический способ анализа текста. Анализ обычно строится путем чтения текста и построения дерева с использованием отношений. В данном контексте части текста можно представить в двух видах: спутники и ядра. Ядра считаются наиболее важными частями текста, тогда как спутники вносят вклад в ядра и являются вторичными (или зависимыми). Данное разбиение необходимо для того, чтобы можно было определить направление дискурсивного отношения.

Для получения набора данных с дискурсивными отношениями необходимо произвести разметку текстов. Одним из недостатков методов машинного обучения, в том числе и реализующих нейронные сети, является требование большого количества примеров для обучения. Поскольку разметка текстов - очень трудоемкий процесс и производится вручную, наборы данных недостаточно велики для успешного обучения алгоритмов. Следовательно необходимо увеличить количество примеров, используемых при обучении. Для этого можно воспользоваться средствами автоматической дискурсивной разметки.

Для исследования было решено использовать набор размеченных новостных текстов RST Discourse Treebank LDC2002T07 [7]. Набор представляет собой записи пар текстов и тип отношения между ними. Всего в наборе определено 31 отношение с учетом направления (ядро-спутник или спутник-ядро). Данный набор разбит на тренировочную и тестовую выборку. Обе выборки содержат небольшое количество примеров. Поэтому на тестовой выборке будет проверяться итоговое качество работы модели, а на тренировочной выборке будет производиться дообучение модели, заранее предобученной на автоматически размеченных данных. Для автоматической разметки данных использовался разметчик Two-stage Discourse Parser [8]. Разметка производилась на корпусе новостных текстов портала reddit. Основным этапом обучения модели производился на полученных с помощью автоматического разметчика данных.

В данном эксперименте глубокие нейронные сети с GRU и LSTM слоями справились с задачей, но точность классификации оказалась недостаточно высокой. Проведено сравнение с результатами работы нейронной сети BERT [9], созданной специально для обработки естественного языка. По результатам сравнения можно сделать вывод о том, что дальнейшие эксперименты имеет смысл проводить с различными модификациями нейронной сети BERT, так как она имеет более высокую точность работы в рамках данной задачи.



Литература

1. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory //Neural computation. – 1997. – Т. 9. – №. 8. – С. 1735-1780.
2. Casado M. et al. SANE: A Protection Architecture for Enterprise Networks //USENIX Security Symposium. – 2006. – Т. 49. – С. 50.
3. McKeown N. et al. OpenFlow: enabling innovation in campus networks //ACM SIGCOMM computer communication review. – 2008. – Т. 38. – №. 2. – С. 69-74.
4. Datasets. Research. Canadian Institute of cybersecurity. <https://www.unb.ca/cic/datasets/index.html> (Accessed 25 March 2021).
5. Kurochkin I. I., Volkov S. S. Using GRU based deep neural network for intrusion detection in software-defined networks //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 927. – №. 1. – С. 012035.
6. Volkov S. S., Kurochkin I. I. Network attacks classification using Long Short-term memory based neural networks in Software-Defined Networks //Procedia Computer Science. – 2020. – Т. 178. – С. 394-403.
7. Carlson L., Okurowski M. E., Marcu D. RST discourse treebank. – Linguistic Data Consortium, University of Pennsylvania, 2002.
8. Wang Y., Li S., Wang H. A two-stage parsing method for text-level discourse analysis //Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 2: Short Papers). – 2017. – С. 184-188.
9. Devlin J. et al. Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding //arXiv preprint arXiv:1810.04805. – 2018.

Р.М. Ганеев, А.А. Столбова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОДДЕЛЬНЫХ АККАУНТОВ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

(Самарский университет)

Использование поддельных аккаунтов является одним из наиболее распространенных способов для совершения злонамеренных действий в социальных сетях: рассылка спама, мошенничество или иное злоупотребление возможностями социальной сети. Своевременное обнаружение и принятие мер в отношении таких аккаунтов необходимы для защиты подлинных участников социальных сетей, а также для поддержания надежности самой сети. Тем не менее, любой поддельный аккаунт может иметь правдоподобный и заполненный профиль что делает его неотличимым от подлинных аккаунтов и существенно затрудняет обнаружение [1, 2].

В рамках данной работы предлагается разработать автоматизированную систему, позволяющую выявлять поддельные аккаунты в социальных сетях. В качестве исследуемой социальной сети выбрана сеть «ВКонтакте», поскольку данная сеть занимает лидирующую позицию в рейтинге социальных сетей по



количеству посещений в месяц среди пользователей на территории России, согласно данным Mediascope WEB-Index [3].

Общий рейтинг операционных систем, включая настольные компьютеры, ноутбуки и смартфоны, показывает, что лидером является операционная система Android, которая установлена более чем на 39% устройствах [4], поэтому данная операционная система выбрана в качестве целевой.

К функциональным возможностям системы относятся:

- возможность анализа страницы пользователя социальной сети;
- возможность просмотра истории проверок;
- пользовательская настройка автоматизированной системы.

Возможность анализа страницы пользователя социальной сети заключается в определении подлинности данной страницы. Определим критерии, по которым система должна определять подлинность страницы:

- статус страницы (удалена, заблокирована);
- наличие верификации;
- дата регистрации;
- дата последнего посещения страницы;
- дата последнего изменения страницы;
- количество исходящих подписок;
- количество подписчиков;
- количество друзей;
- количество фейковых, удаленных, заблокированных друзей;
- количество групп;
- количество записей на стене;
- даты публикаций записей;
- количество фото;
- дата загрузки фото;
- оригинальность аватарки.

Функция просмотра истории результатов предоставляет доступ пользователю к удалению и открытию определённого результата анализа.

Пользовательская настройка автоматизированной системы позволяет пользователю настроить систему индивидуально, а именно установить «ночную» тему или режим левши.

Для проектирования автоматизированной системы применялся язык UML, одновременно являющийся простым и мощным средством моделирования, который может быть эффективно использован для построения концептуальных, логических и графических моделей сложных систем различного целевого назначения [5]. На рисунке 1 представлена разработанная диаграмма вариантов использования автоматизированной системы выявления поддельных аккаунтов в социальных сетях.

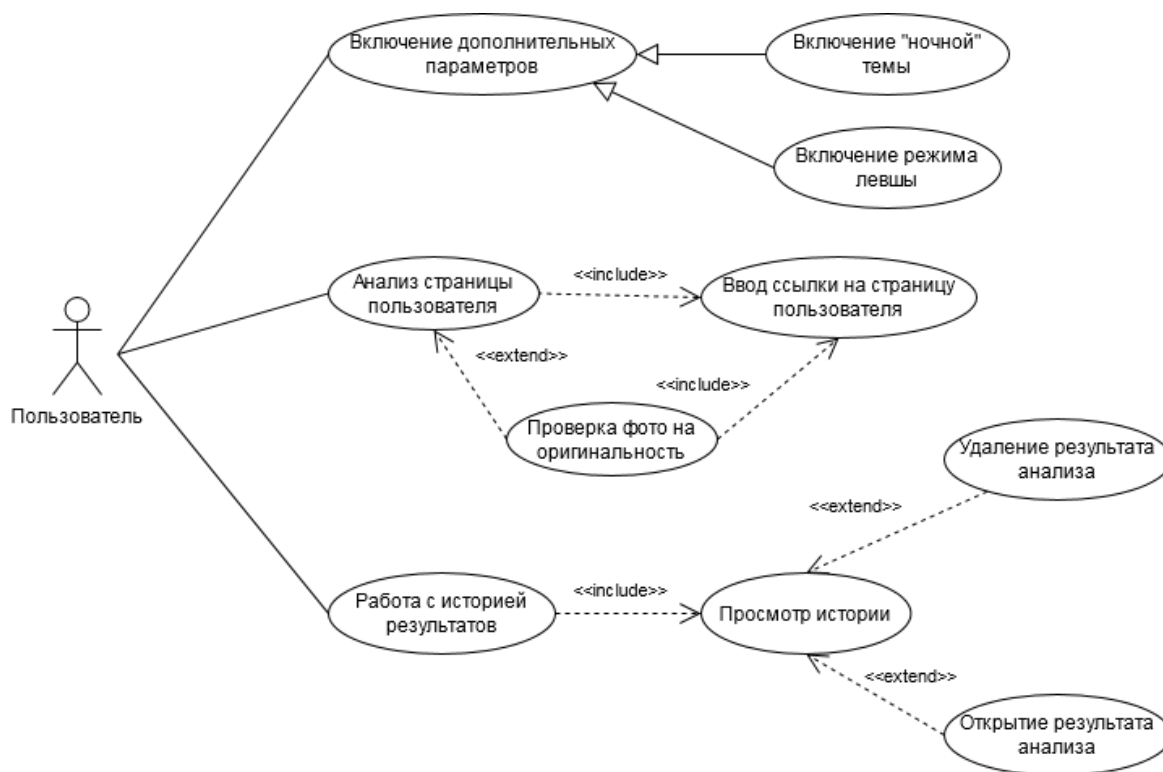


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования автоматизированной системы выявления поддельных аккаунтов в социальных сетях

Разрабатываемая автоматизированная система состоит из следующих модулей:

- 1) *Модуль генерации запроса* необходим для правильного конструирования запроса к «ВКонтакте API» и foaf.php.
- 2) *Модуль сбора данных* состоит из «ВКонтакте API», который необходим для получения основной информации, foaf.php, предоставляющего даты регистрации, последнего входа и последнего изменения страницы, а также модуля обработки фото. Модуль обработки фото получает ссылку на главную фотографию пользователя от «ВКонтакте API» и далее оригинальность фото определяется с помощью «API Поиск по Яндекс.картинкам».
- 3) *Модуль анализа данных* представляет из себя обученную нейронную сеть, которая классифицирует полученную информацию и выдает конечный результат проверки аккаунта на подлинность
- 4) *Модуль обработки информации* получает данные от предыдущих модулей и заполняет профиль проверенного аккаунта для его дальнейшего сохранения в базу данных.
- 5) *Модуль взаимодействия с базой данных* обеспечивает работу с базой данных, в которой хранятся данные о профилях.

Структурная схема разрабатываемой автоматизированной системы представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Структурная схема автоматизированной системы выявления поддельных аккаунтов в социальных сетях

Таким образом, в результате данной работы спроектирована автоматизированная система выявления поддельных аккаунтов в социальных сетях, определены основные функциональные возможности системы, выявлены критерии определения подлинности аккаунта, разработана структурная схема системы.

Литература

1. Ivaschenko A. et al. Modeling of user behavior for social media analysis //2018 Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT). – IEEE, 2018. – С. 1-4.
2. Xiao C., Freeman D. M., Hwa T. Detecting clusters of fake accounts in online social networks // Proceedings of the 8th ACM Workshop on Artificial Intelligence and Security. – 2015. – С. 91-101.
3. Аудитория интернета в России [Электронный ресурс]. – <https://webindex.mediascope.net/> (дата доступа 16.04.2021).
4. Статистика [Электронный ресурс]. – <https://statcounter.com/> (дата доступа 16.04.2021).
5. Пайлон Д. UML 2 для программистов / Д. Пайлон – М.: Питер. – 2012. – С. 198.



П.А. Глотова, И.В. Лёзина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ И ГИПЕР РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА ВАЛЮТ

(Самарский университет)

Задача прогнозирования курсов валют с каждым годом приобретает все большую актуальность. Данную задачу можно решить несколькими способами. Первый из них – использование экспертной оценки. Однако прогнозирование таким способом не только занимает большое количество времени, является сложным и дорогостоящим процессом, но и с большим трудом подвергается автоматизации. В таком случае стоит обратить внимание на решение данной задачи при помощи нейронных сетей. Прогнозирование при помощи нейронных сетей позволяет сократить длительность процесса получения прогноза, избежать необходимости выявления сложных тенденций и зависимостей.

Для решения поставленной задачи прогнозирования курса валют представим курс в виде временного ряда, состоящего из значений курса, измеренных через равные промежутки времени. Тогда при поступлении n отсчетов курса задачей сети будет вычисление $(n+1)$ -го значения.

Среди различных нейронных сетей, используемых для прогнозирования, выгодно выделяются радиально-базисные нейронные сети [1]. Среди достоинств радиально-базисных сетей можно выделить ее простую структуру: радиально-базисная нейронная сеть состоит из одного скрытого слоя нейронов с радиальными функциями активации и одного суммирующего нейрона в выходном слое [2]. Это позволяет упростить задачу подбора оптимальной структуры сети, отбросив задачу подбора оптимального количества скрытых слоев. В случае, когда входные данные подвергаются масштабированию при помощи масштабирующей матрицы Q , такая сеть называется гипер радиально-базисной.

Отличительной особенностью радиально-базисных нейронных сетей является использование в качестве функции активации радиальных функций, значение которых монотонно изменяется с увеличением расстояния от входного вектора до заданного центра функции. В гипер радиально-базисных сетях масштабирующая матрица Q заменяет радиус изменения значения функции.

В данной работе было проведено исследование применения нескольких различных радиальных функций.

Были выбраны функции Гаусса (1), мультиквадратичная (2), обратная квадратичная (3), обратная мультиквадратичная (4), которые для классической радиально-базисной сети принимают вид:

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



$$\varphi(x) = \sqrt{1 + \frac{(x - c_j)^2}{\sigma_j^2}} \quad (2)$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{1 + \frac{(x - c_j)^2}{\sigma_j^2}} \quad (3)$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(x - c_j)^2}{\sigma_j^2}}}, \quad (4)$$

где x – входной вектор, c – центр, σ – радиус.

Для обучения сети были выбраны следующие методы:

- метод наискорейшего спуска онлайн;
- метод наискорейшего спуска оффлайн;
- гибридный метод, состоящий из двух этапов [3].

В процессе обучения методом наискорейшего спуска минимизируется функция ошибки, для метода наискорейшего спуска онлайн она имеет вид (5), для метода наискорейшего спуска оффлайн и гибридного метода (6):

$$E(x) = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^k \omega_i \varphi_i(x) - d \right)^2, \quad (5)$$

$$E(x) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^p \left[\sum_{j=1}^K w_j \varphi_j(x_i) - d_i \right]^2, \quad (6)$$

где k – количество нейронов скрытого слоя, p – количество обучающих пар.

Во всех методах значения центров и радиусов уточняются с применением метода наискорейшего спуска по формулам:

$$c_i(t+1) = c_i(t) - \eta \frac{\partial E(t)}{\partial c_i(t)}, \quad (7)$$

$$\sigma_i(t+1) = \sigma_i(t) - \eta \frac{\partial E(t)}{\partial \sigma_i(t)}. \quad (8)$$

При использовании методов наискорейшего спуска веса выходного слоя уточняются по формуле:

$$w_i(k+1) = w_i(k) - \eta \frac{dE}{dw_i}. \quad (9)$$

При использовании гибридного метода, веса вычисляются по формуле:

$$\mathbf{G} = \mathbf{USV}^T, \quad (10)$$

$$\boldsymbol{\omega} = \mathbf{V}_r \mathbf{S}_r^{-1} \mathbf{U}_r^T \mathbf{d}, \quad (11)$$

где \mathbf{G} – матрица, которая имеет p строк и K столбцов и отражает реакцию нейронов скрытого слоя на возбуждения векторами x_i ($i=1,2,\dots,p$);

\mathbf{U} и \mathbf{V} – ортогональные матрицы, имеют размерности $(p \times p)$ и $(K \times K)$;



S – псевдодиагональная матрица, имеет размерность $(p \times K)$, при этом $K \ll p$, диагональные элементы $s_1 \geq s_2 \geq \dots \geq s_K \geq 0$,

ω – вектор весов;

V_r , S_r и U_r - редуцированные матрицы V , S и U соответственно;

d - вектор ожидаемых значений.

После обучения, сеть проходит тестирование, в ходе которого вычисляются следующие оценки: СКО и коэффициент Тейла. На экран выводится график результатов тестирования сети (рисунок 1).

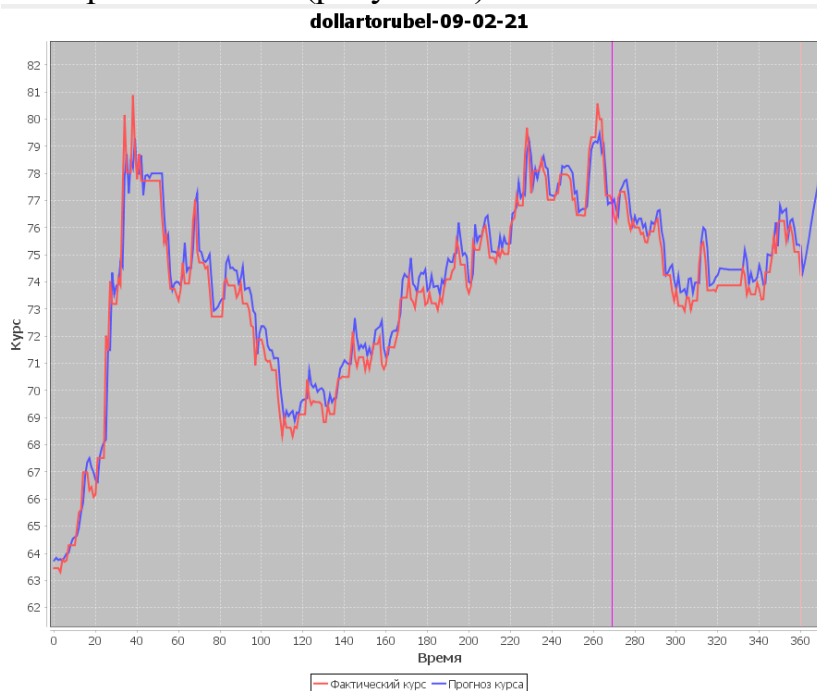


Рисунок 1 – График результатов тестирования радиально-базисной нейронной сети, обученной с применением метода наискорейшего спуска онлайн

Цель данной работы – реализовать автоматизированную систему прогнозирования курса валют радиально-базисной и гипер радиально-базисной нейронными сетями и исследовать их применение.

В качестве тестовой выборки были использованы значения курса Российского рубля к Доллару США за период с 09.02.2020 по 09.02.2021 [4]. Исследование работы различных структур сетей показало следующие наилучшие результаты:

- СКО равное 0,033 и значение коэффициента несовпадения Тейла равное 0,02456 для радиально-базисной сети с обратной мультиквадратичной функцией активации, обученной методом наискорейшего спуска онлайн;
- СКО равное 0,03717 и значение коэффициента несовпадения Тейла равное 0,02806 для гипер радиально-базисной сети с функцией активации Гаусса, обученной методом наискорейшего спуска офлайн.

Исходя из результатов проведенного исследования, можно сделать вывод, что применение классической радиально-базисной нейронной сети (график те-



стирования приведен на рисунке 1) дает результаты лучше, чем использование гипер радиально-базисной нейронной сети.

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.moneyrategoday.com/>, свободный.

О.К. Головнин, А.А. Альгашева

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВИДЕОМОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ АНСАМБЛЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Университет ИТМО)

В условиях 2019–2021 гг. с введением ограничений, связанных с COVID-19, традиционный способ контроля товаров на полках магазинов розничной торговли исчерпывает свою эффективность, поскольку отмечается сокращение количества работающего персонала и увеличивается спрос на определенные категории товаров [1, 2]. В работе представлена разработанная система интеллектуального видеомониторинга, предназначенная для автоматизации контроля за состоянием товаров на полках в магазинах розничной торговли. Система функционирует на основе ансамбля сверточных нейронных сетей. Использование сверточных нейронных сетей обусловлено тем, что такой класс нейросетей показывает наилучшее качество классификации объектов на видеокадре [3–5].

Детектирование товаров на полке магазина осуществляется в системе в два этапа. Первый этап – обнаружение товаров на полке магазина. На этом этапе с помощью сверточной нейронной сети осуществляется выделение объектов на кадрах видеопотока с камеры наблюдения. В системе используется нейросеть, построенная на основе метода Single Shot Detector, а именно ResNet50 V1 FPN. Указанная нейросеть имеет предобученную на наборе данных COCO модель, что позволяет уменьшить время дообучения для конкретного магазина. Второй этап – классификация найденных объектов:



выделенные на первом этапе объекты подаются на вход нейросетевого классификатора, который определяет, к какому классу товаров относится данный объект. В системе используется нейронная сеть, основанная на модели ResNet50, которая имеет предобученную модель на наборе данных ImageNet.

Архитектура разработанной системы приведена на рисунке 1.

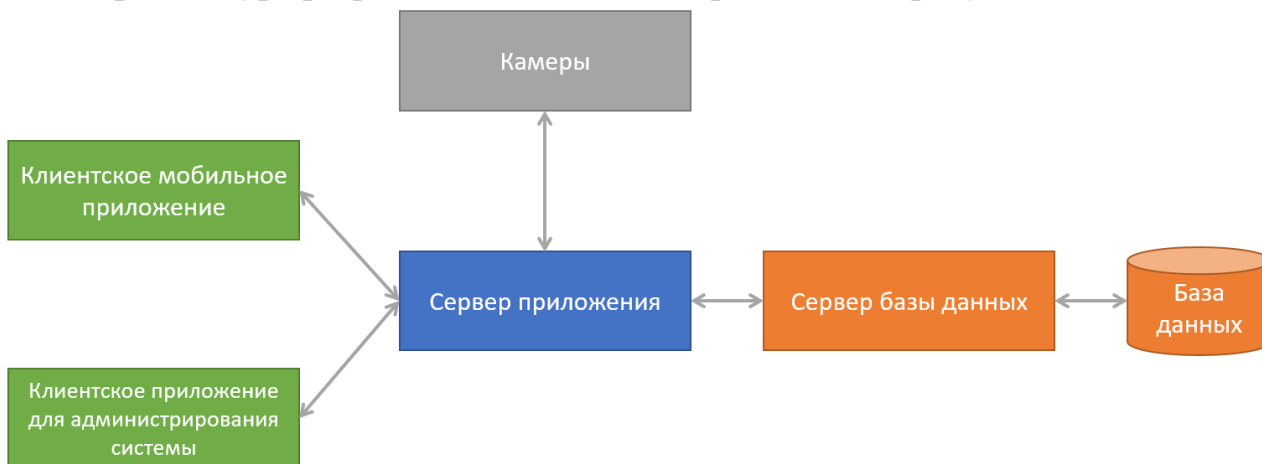


Рис. 1. Архитектура системы

Приложение для администрирования системы позволяет осуществлять следующие функции:

- настройка параметров видеокамер;
- управление пользователями;
- ведение справочников системы;
- управление перечнями товаров;
- управление размещением стеллажей;
- задание параметров для видеоанализа;
- настройка параметров уведомлений сотрудников.

Уведомления в системе позволяют информировать сотрудников магазина о ситуациях, при которых фиксируется снижение количества товара на стеллаже или фиксируется наличие ошибочного товара на стеллаже. В приложении для администрирования системы предусмотрен сбор статистики для формирования отчета за определенный период о качестве работы персонала и состоянии полок и товаров.

Клиентское мобильное приложение предназначено для сотрудников, осуществляющих просмотр материалов с камер видеонаблюдения. Через мобильное приложение сотрудник получает уведомления о нарушениях на полках.

Ожидается, что разработанная система на основе ансамбля свёрточных нейронных сетей позволит повысить эффективность процесса контроля за товарами на полках магазина, сократить потребность в сотрудниках, задействованных для осуществления такого контроля, а также снизить вероятность ошибки из-за человеческого фактора.



Литература

1. Maliszewska M., Mattoo A., Van Der Mensbrugge D. The potential impact of COVID-19 on GDP and trade: A preliminary assessment // World Bank Policy Research Working Paper. – 2020. – № 9211.
2. Синявская Е.Е. ТРАНСФОРМАЦИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ ПОД ВЛИЯНИЕМ COVID-19 // Трансформация социально-экономического пространства России и мира. – 2020. – С. 91-95.
3. Головнин О.К., Альгашева А.А. Анализ технологий видеоаналитики для обнаружения объектов на сложном динамическом фоне при решении задач в отрасли розничной торговли // Перспективные информационные технологии: труды Междунар. науч.-технич. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2020. – С. 103-105.
4. Альгашева А.А. Мобильное приложение для сетевых ритейлеров на основе гибридной технологии видеоаналитики // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV юбилейной всероссийской науч.-технич. конф. – Рязань: РГРТУ, 2020. – С. 22-23.
5. Чезганов Д.А., Сериков О.Н. О методах определения объектов на изображении применительно к системе видеоаналитики для сбора и анализа маркетинговых данных // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 12. – С. 1037-1039.

Д.И. Гриценко, И.В. Лёзина

РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНЫХ АРАБСКИХ ЦИФР МНОГОСЛОЙНЫМ ПЕРСЕПТРОНОМ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ИНИЦИАЛИЗАЦИЕЙ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

(Самарский университет)

Задача распознавания – это одна из важнейших задач, решаемых нейронными сетями. В настоящее время создаются нейронные сети, позволяющие распознавать объекты на картинках, подписи, буквы и цифры. Данные функции значительно облегчают труд человека, уменьшая размеры монотонной работы, а также увеличивают надежность рабочих процессов за счет уменьшения влияния человеческого фактора.

В процессе изучения рукописных источников встаёт вопрос об оцифровке данных документов.

При рассмотрении договоров, квитанций и других финансовых документов очень важна точность распознавания рукописных символов.

Из-за различия в почерках у разных людей, даже у человека может возникнуть трудность чтения некоторых цифр, так цифра пять может быть написана схоже с цифрой шесть.

Для распознавания рукописных арабских цифр был выбран многослойный персептрон с предварительной инициализацией весовых коэффициентов.



Многослойный персептрон – это класс искусственных нейронных сетей прямого распространения. Он состоит как минимум из трех слоёв: входной, скрытый и выходной слой [1].

Количество нейронов во входном слое определяется размером входного вектора, которым является массив яркостей пикселей изображения арабской цифры в размере 28x28. Количество же нейронов выходного слоя определяется количеством определяемых классов, в нашем случае это цифры от 0 до 9. Выдаваемые на выходном слое значения указывают на близость текущего изображения к каждому из десяти классов.

Для предварительной инициализации весов был выбран алгоритм роя частиц, а для последующего обучения многослойного персептрона – алгоритм обратного распространения ошибки.

Алгоритм роя частиц - это метод, который в общих чертах смоделирован на основе скоординированного поведения групп, таких как стаи птиц и стаи рыб. Каждая частица имеет виртуальную позицию, которая представляет собой возможное решение некоторой проблемы минимизации. В случае нейронной сети положение частицы представляет собой значения весов и смещений сети. Цель состоит в том, чтобы найти такие веса, чтобы сеть генерировала вычисленные выходные данные, которые совпадают с выходными данными обучающих данных.

Этот метод является итеративным. На каждой итерации каждая частица перемещается в новую позицию, которая, как мы надеемся, представляет собой лучшее решение проблемы. Движение частицы основано на текущей скорости и направлении (скорости) частицы, наилучшем положении, обнаруженном частицей в любой момент времени, и наилучшем положении, обнаруженном любой из других частиц в рое [2].

Алгоритм обратного распространения ошибки – в настоящее время один из наиболее эффективных алгоритмов обучения многослойной сети. Обучение проводится поэтапно: на первом этапе представляется обучающая выборка и рассчитываются значения сигналов нейронов сети и после получения значений выходных сигналов рассчитывается значение целевой функции, на втором этапе минимизируется значение целевой функции. Уточнение вектора весов выполняется использованием формулы:

$$w(k + 1) = w(k) + \Delta w,$$

где

$$\Delta w = \eta p(w),$$

η – коэффициент обучения, $p(w)$ – направление в многомерном пространстве w [3].

Был смоделирован многослойный персептрон и выполнена его программная реализация на языке Java с использованием IDE IntelliJ IDEA.

Для обучения сети была подобрана выборка, состоящая из 1000 изображений рукописных арабских цифр, содержащая цифры от 0 до 9. Для последующего тестирования была подобрана аналогичная выборка из 1000 изображений.



Результаты распознавания тестовой выборки отображены в таблице 1. Где C_1 и C_2 – весовые коэффициенты алгоритма роя частиц.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что предварительная инициализация весовых коэффициентов может в значительной форме улучшать эффективность распознавания конкретных классов цифр, например, распознавание цифры восемь было успешно в 71.9% случаев без инициализации весовых коэффициентов и 84.3% с инициализацией алгоритмом роя частиц (при выбранных весовых коэффициентах $C_1=1.5$ и $C_2=1$). Также общая эффективность распознавания возросла с инициализацией весов.

Таблица 1. Результаты проведенных экспериментов.

	Многослойный персептрон						
	Без инициализации	$C_1=1.5$			$C_2=2$		
		$C_2=1$	$C_2=1.5$	$C_2=2$	$C_1=0.5$	$C_1=1$	$C_1=2$
0	92.7%	97.3%	97.3%	97.3%	96.4%	97.3%	95.5%
1	92.3%	93.2%	93.2%	93.2%	94.1%	93.2%	93.2%
2	93.5%	93.5%	92.5%	92.5%	92.5%	93.5%	92.5%

Продолжение таблицы 1.

	Многослойный персептрон						
	Без инициализации	$C_1=1.5$			$C_2=2$		
		$C_2=1$	$C_2=1.5$	$C_2=2$	$C_1=0.5$	$C_1=1$	$C_1=2$
3	80.0%	78.3%	84.3%	82.6%	83.5%	79.1%	82.6%
4	86.9%	86.9%	80.9%	86.9%	84.5%	86.9%	83.3%
5	74.5%	76.5%	75.5%	77.6%	74.5%	73.5%	75.5%
6	89.0%	88.0%	90.0%	90.0%	90.0%	91.0%	90.0%
7	91.9%	92.9%	91.9%	90.9%	90.9%	91.9%	94.9%
8	71.9%	84.3%	79.8%	78.7%	83.1%	77.5%	76.4%
9	80.8%	75.5%	79.8%	84.0%	80.9%	77.7%	80.9%
Общий	85.6%	86.8%	86.9%	87.6%	87.3%	86.4%	86.8%

Литература

1. Нейронные сети: распознавание образов и изображений с помощью ИИ [Электронный ресурс]/. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://center2m.ru/ai-recognition#:~:text=Пожалуй%2C%20самая%20популярная%20задача%20нейросетей,документах%2C%20детектировать%20объекты%20и%20т, свободный>.

2. Neural Network Training Using Particle Swarm Optimization [Электронный ресурс]/. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://visualstudiomagazine.com/Articles/2013/12/01/Neural-Network-Training-Using-Particle-Swarm-Optimization.aspx?Page=1>, свободный.

3. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Осовский С.: Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 51 с..



А.Г. Елфимов, Е.В. Симонова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАФОВЫХ БАЗ ДАННЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СЕРВИСОВ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

(Самарский университет)

Введение

В настоящее время руководители крупных компаний сталкиваются с проблемами в управлении проектами, порождаемыми высокой динамикой процессов управления: частая смена планов; сложность расчёта эффективности работы сотрудника; срыв сроков выполнения задач; отсутствие единой точки сбора информации; сложность удаленного взаимодействия сотрудников; потеря массы полезной информации в беседах по телефону и письмах; отсутствие возможности оптимизировать загрузку персонала в реальном времени; планы теряют актуальность сразу после составления.

Для управления проектами существует ряд программных продуктов: SAP Resource and Portfolio Management [1], Microsoft Office Project Server [2], Primavera [3] и ряд других, однако они не обеспечивают автоматизированного составления расписания работ, не содержат средств базы знаний, не способны самообучаться и не предоставляют возможностей адаптивного перепланирования работ.

Одним из путей повышения эффективности систем управления проектами является использование рекомендательных сервисов. Рекомендательные системы — программы, которые пытаются предсказать, какие объекты будут интересны пользователю, имея определенную информацию о его профиле [4]. С развитием рекомендательных систем возрастают предъявляемые к ним требования: точность рекомендаций, скорость их выдачи, работа с большим объемом данных. Также необходимо учитывать особенности предметной области.

Традиционно используются следующие подходы к созданию рекомендательных систем: контентная и коллаборативная фильтрация, а также гибридные подходы, которые совмещают обе эти концепции. При этом рекомендательные системы далеко не всегда оптимально справляются с предъявляемыми к ним требованиями.

Постановка задачи

Для управления проектами в компании «Разумные решения» была разработана система Smart Project, основанная на использовании онтологий и мультиагентных технологий [5, 6]. Мультиагентная система (МАС) управления проектами предназначена для поддержки принятия решений по оперативному распределению ресурсов в проектах. В МАС управления проектами каждой задаче, операции, сотруднику и прочим ресурсам ставится в соответствие программный агент, выступающий от их имени. Задачи, выполняемые в



системе планирования проектов, имеют различный характер, должны быть запланированы и затем выполнены в заданные сроки.

Онтологический подход позволяет сформировать базу знаний для построения моделей ситуаций в проектах и настройки на специфику работы предприятий, учитывая индивидуальные характеристики задач и ресурсов, которые хранятся в базах данных.

В составе МАС могут быть реализованы рекомендательные сервисы.

Рекомендательные сервисы могут быть разработаны с использованием различных источников данных. Обычно используют реляционные или нереляционные базы данных. Однако при использовании реляционных баз данных повышается сложность написания запросов, несмотря на наличие явных отношений между таблицами, а сами запросы получаются громоздкими. При использовании нереляционных баз данных информацию обычно хранят в формате триплетов, которые имеют вид «субъект — предикат — объект», что не избавляет от сложности написания запросов.

Возможным решением этих проблем является использование графовой базы данных в качестве ядра рекомендательной системы. Особенность ее использования заключается в простоте написания запросов на языке SPARQL, а также в возможности нахождения похожих объектов, которые не имеют явной связи друг с другом.

Данные, используемые для выработки рекомендаций, должны соответствовать определенным требованиям: актуальность, точность (правильность), уникальность, полнота, структурированность и т.д. Только при наличии качественных данных возможно принятие решений, наиболее полно отвечающих потребностям пользователей.

В МАС управления проектами использование рекомендательной системы позволит принимать качественные решения по оперативному распределению ресурсов в проектах, опираясь на предыдущий опыт и уже имеющиеся данные.

Подсистема выдачи рекомендаций в составе МАС управления проектами используется на разных этапах выполнения задачи. Эти этапы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Рекомендации на этапах выполнения задачи

Формализация	Оценка	Планирование	Исполнение	Проверка	Изучение уроков
Входы Выходы Параметры Условия	Трудоемкость Сроки Риски	Исполнители Требования	Лучшие практики Ближайшие документы / аналоги Советы Люди (эксперты)	Чек-лист Критерии Тесты	KPI Метрики

Семантическая сеть онтологии управления проектами для выдачи рекомендаций представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Семантическая сеть онтологии управления проектами

Требуется провести исследование эффективности использования той или иной базы данных в качестве ядра рекомендательной системы для мультиагентной системы управления проектами.

Для исследования были выбраны реляционная база данных Microsoft SQL Server, нереляционная база данных MongoDB и графовая – Neo4j.

Предлагаемое решение

Для решения поставленной задачи разработан модуль выдачи рекомендаций на разных этапах выполнения задачи. На рисунке 2 представлена структурная схема этого модуля и его интеграция с внешней системой управления проектами.

Алгоритм работы поиска рекомендации заключается в следующем:

1. Исходными данными для работы алгоритма являются данные ракетно-космического предприятия с проектами и задачами, которые назначены на сотрудников и привязаны к результатам.
2. Для текущей задачи подобрать аналогичные задачи по виду работ и виду результата.
3. Для текущей задачи подобрать методики, требования/стандарты исходя из аналогичных задач.
4. Для текущей задачи, входящей в состав проекта, подобрать всех исполнителей (пользователей), которые ранее выполняли другие задачи, имеющие такой же вид работ и вид результата.
5. Выдать список рекомендаций.



Полученные рекомендации необходимо подвергать ранжированию. Метрикой подобия, которой мы воспользуемся в данной реализации, является коэффициент подобия Жаккара или индекс Жаккара, также известный как пересечение над объединением. Индекс Жаккара измеряет сходство между двумя наборами со значениями в диапазоне от 0 до 1. Значение 0 указывает, что два набора не имеют общих элементов, в то время как значение 1 означает, что эти два набора идентичны [7]. Для двух наборов A и B индекс Жаккара вычисляется по следующей формуле:

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (1)$$

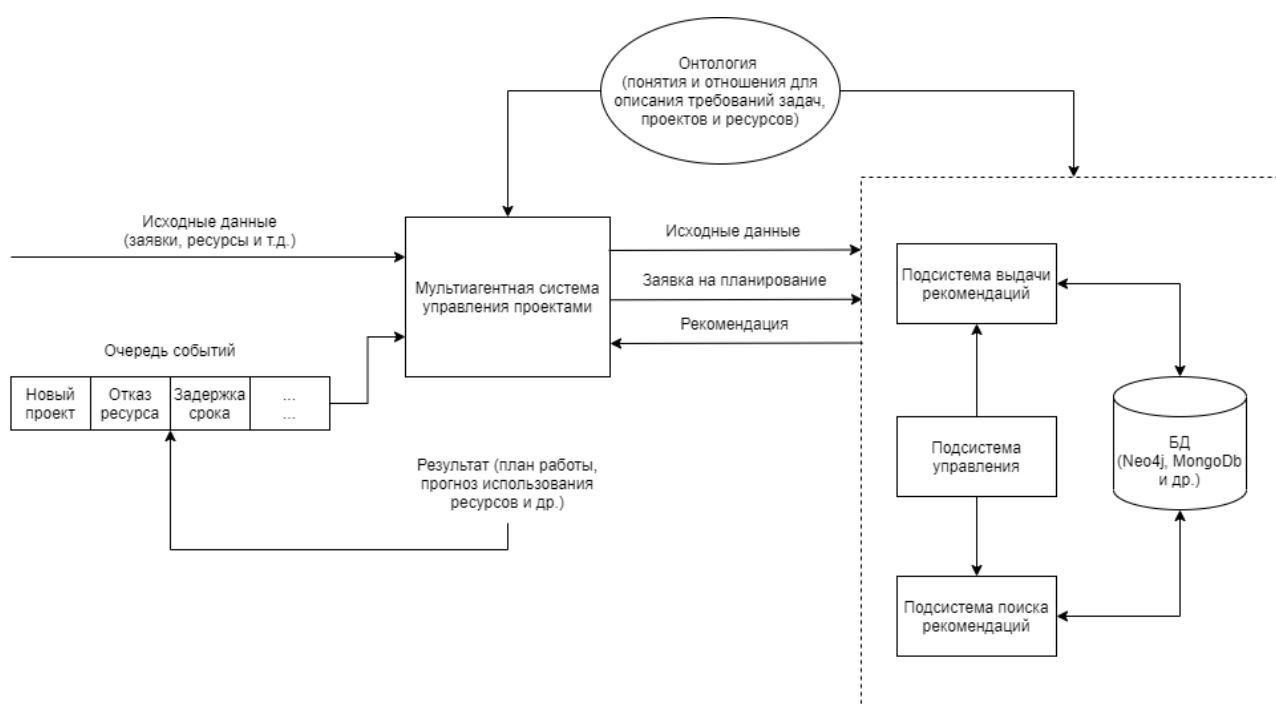


Рисунок 2 – Структурная схема модуля выдачи рекомендаций

Результаты измерений времени выполнения алгоритма отображены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты эффективности поиска рекомендаций в зависимости от используемой базы данных и объема исходных данных

	100 исполнителей	1000 исполнителей	5000 исполнителей
MongoDb	4.1 сек.	17.2 сек.	61.2 сек.
Microsoft SQL Server	4.9 сек.	18.5 сек.	59.4 сек.
Neo4j	5.3 сек.	22.1 сек.	55.2 сек.



В ходе исследования эффективности было выявлено, что рекомендации, формируемые с использованием графовой базы данных Neo4j, с увеличением объема исходных данных являются самыми быстрыми, однако проигрывают реляционной и нереляционной базам данных (Microsoft SQL Server и MongoDB соответственно) при работе с малым числом пользователей.

Заключение

В ходе исследования было произведено сравнение эффективности использования графовых (Neo4j), реляционных (Microsoft SQL Server) и нереляционных баз данных (MongoDb) при реализации рекомендательных сервисов в мультиагентной системе управления проектами.

По результатам исследования можно сделать вывод о высокой эффективности использования графовых баз данных в рамках поставленной задачи, так как это позволит быстрее обрабатывать большие объемы данных и выдавать пользователю рекомендации.

В дальнейшем будут проведены исследования по большему числу критериев: объем занимаемой оперативной памяти, объем дискового пространства, занимаемого базой данных, а также точность и полнота полученных рекомендаций.

Литература

1. SAP Resource and Portfolio Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sap.com/solution/lob/r-and-d/software/portfolio-project-management/index.html>
2. Microsoft Office Project Server [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://products.office.com/ru-ru/project/enterprise-project-server>
3. Primavera Enterprise Project Portfolio Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.oracle.com/us/products/applications/primavera/overview/index.html?orig_ref=http://ru.wikipedia.org/wiki/Primavera
4. Рекомендательные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Рекомендательные_системы
5. Е.М.Клейменова, П.О. Скобелев, В.Б. Ларюхин, И.В.Майоров, Д.С.Косов, Е.В. Симонова, и др. Интеллектуальная система «Smart Projects» для оперативного управления ресурсами в проектах НИР и ОКР в реальном времени // Информационные технологии. – 2013. №6. – С. 27–36.
6. P. Skobelev, S. Kozhevnikov, I. Mayorov, D. Poludov & E. Simonova. Smart Projects: Multi-Agent Solution for Aerospace Applications // International Journal of Design & Nature and Ecodynamics. – WIT Press, vol. 12(2017), is. 4. – P. 492-504. DOI 10.2495/DNE-V12-N4-492-504.
7. Jaccard index [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://ru.qwe.wiki/wiki/Jaccard_index



З.Ф. Камальдинова, В.А. Нуянзина, А.А. Назарова

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПАРТНЕРСТВ ДЛЯ МТС

(Самарский государственный технический университет)

МТС — ведущий телекоммуникационный оператор России и стран СНГ, который входит в десятку крупнейших сотовых операторов мира по размеру абонентской базы и рыночной капитализации. Компания давно вышла за рамки классического телекоммуникационного оператора и успешно развивает сразу несколько бизнес-направлений.

Агент в мультиагентной системе — это развитие известного понятия «объект», представляющего абстракцию множества экземпляров предметов реального мира, имеющих одни и те же свойства и правила поведения. Агент является программным модулем, способный выполнять определенные ему функции или функции другого агента (человека, чьи функции он воспроизводит).

Актуальность исследования: Сейчас МАС — одно из наиболее динамично развивающихся и перспективных направлений в области искусственного интеллекта. В настоящее время мультиагентные технологии все чаще находят свое применение для решения практических задач. Ключевым элементом этих систем становится программный агент, способный воспринимать ситуацию, принимать решения и взаимодействовать с другими агентами. Такие технологии приносят новые уникальные возможности для компаний, позволяя решать сложные задачи и создавать программные системы, приносящие новое качество сервиса, высокую эффективность и ряд других преимуществ перед конкурентами.

Цель работы: разработать и предложить новые модели партнерств для МТС, выгодные для обеих сторон, чтобы в дальнейшем полученные в ручном расчете данные использовать для создания агента для мультиагентной системы.

При сравнении и анализе рынка телекоммуникаций [1] за 2019-2021 года и сфер, перспективных для будущих партнерств МТС, были выбраны четыре направления: экология и защита окружающей среды, онлайн-обучение, электронные книги и облачные хранилища. Опираясь на выбранные тематики, в работе представлены пять разработанных партнерств с проработанными моделями сотрудничества, просчетом материальной и нематериальной выгоды для компании, предоставляющие телекоммуникационные услуги.

В работе для каждого из партнерств были проанализированы три варианта развития событий: оптимистический, реальный и пессимистический. Для расчета параметра LifeTime была написана программа, которая, при заполнении данными, рассчитывает средний срок «жизни» клиентов, использующих выбранное партнерство. Для расчета прибыли от каждого из сотрудничеств для компании МТС также была написана программа, которая, при заполнении данными, рассчитывает, какую финансовую выгоду понесет компания МТС благодаря выбранному сотрудничеству.



1) Партнерство с ГК «Мегаполисресурс» [2]: предложение заключается в том, чтобы сделать офисы продаж МТС официальными точками для утилизации старых батареек.

По словам главы «Российского экологического оператора» Дениса Петровича Буцаева, в месяц в России перерабатывается около полутора миллиона батареек, что составляет в среднем 1,7% от общего числа использованных батареек. В сравнении с общим объемом, составляющим миллиард штук, это является очень малым числом. При идеальных условиях, каждый третий пользователь МТС может правильно утилизировать батарейки. Для оптимистического варианта начало расчета, поэтому, берется как треть от общего числа пользователей МТС. При данных условиях, параметр LT составляет 8 месяцев. При расчете реального варианта развития событий параметр LT составил 6,3 месяца, а при пессимистическом итоге – 3,8 месяцев.

Данная организация платит за каждый собранный килограмм батареек 70 рублей, в среднем в килограмме находится 40 штук батареек. Следовательно, «Мегаполисресурс» платит 1,75 рублей за использованную и сданную на переработку батарейку. Взяв данные по количеству людей из расчета параметра LifeTime и вписав их как данные для вычисления материальной выгоды программой, мы получаем суммы, показанные на экране. Для оптимистического варианта сумма составляет 233 467 000 рублей. Для реального варианта развития событий сумма равна 137 411 000 рублям. Для пессимистического – 40 965 600 рублей.

2) Партнерство с «Busuu – учи английский, испанский и другие языки» [3]: пользователям при подписке на тариф «Тарифище» предоставляется ежемесячная 10% скидка на 24-х месячную подписку «Премиум Плюс» и скидка 5% на ежемесячную подписку «Премиум Плюс» приложения «Busuu».

По данным ВЦИОМ, количество людей России, желающих начать/продолжить изучение иностранного языка, составляет 26%. По данным открытых источников МТС, количество пользователей составляет около 78 миллионов человек. Благодаря этим данным, мы можем взять идеальное количество пользователей на начало отсчета – 20 миллионов людей. Исходя из имеющихся данных, параметр LifeTime составляет 10 месяцев. При расчете реального варианта развития событий параметр LT составил 5 месяцев, а при пессимистическом итоге – 4 месяца.

Материальная выгода для этого партнерства рассчитывалась, опираясь на коэффициент оттока клиентов при данных, взятых при расчете параметра LifeTime, а также была взята стоимость тарифа, к которому применимо данное сотрудничество. Для оптимистического варианта сумма составляет 64 480 800 000 рублей. Для реального варианта развития событий сумма равна 22 265 300 000 рублям. Для пессимистического – 12 981 500 000 рублей.

3) Партнерство с онлайн-школами «4brain», «Skillbox» и «ЕШКО» [4-6]: с подпиской «Нетариф» с подключенной опцией безлимитного интернета предоставляется 5% скидка на PRO-подписку «Всё на год» онлайн-курсов интеллектуального клуба «4brain», 10% скидка на любую программу обучения онлайн-



университета востребованных профессий «Skillbox» и 10% скидка на любой курс центра дистанционного обучения «ЕШКО» как при подписке на полный комплект, так и за ежемесячную оплату курсов.

Анализируя статистику открытых источников, был сделан вывод, что примерно 20 млн. людей обучаются в данных онлайн-школах с целью получения дополнительного непрофильного образования. Следовательно, для расчета параметра в идеальных условиях началом отсчета было взято данное число пользователей. Благодаря программе, оптимистический параметр Lifetime равен 10,6 месяцам. При расчете реального варианта развития событий параметр LT составил 6,6 месяцев, а при пессимистическом итоге – 2,9 месяца.

Материальная выгода для этого партнерства рассчитывалась, опираясь на коэффициент оттока клиентов при данных, взятых при расчете параметра Lifetime, а также была взята стоимость тарифа, к которому применимо данное сотрудничество. Для оптимистического варианта сумма составляет 30 676 300 000 рублей. Для реального варианта развития событий сумма равна 10 239 900 000 рублям. Для пессимистического – 3 225 000 000 рублей.

4) Партнерство с «Storytel. Библиотеки: Аудиокниги.» [7]: при подключении услуги Тариф «Х» предоставляется промокод на семидневную бесплатную пробную версию абонента на сервис по прослушиванию аудиокниг Storytel.

В среднем каждый сотый человек в России пользуется аудиокнигами. Опираясь на эти данные, началом отсчета было взято число 1 430 000 человек для расчета параметра в идеальных условиях. При данной информации, проведен расчет Lifetime параметра с помощью записи данных в программу. По итогу LT равен 6,2 месяцам. При расчете реального варианта развития событий параметр LT составил 4,2 месяцев, а при пессимистическом итоге – 3,2 месяца.

Материальная выгода для этого партнерства рассчитывалась, опираясь на коэффициент оттока клиентов при данных, взятых при расчете параметра Lifetime, а также была взята стоимость тарифа, к которому применимо данное сотрудничество. Для оптимистического варианта сумма составляет 2 343 410 000 рублей. Для реального варианта развития событий сумма равна 1 124 460 000 рублям. Для пессимистического – 828 118 000 рублей.

5) Партнерство с «Яндекс.Диск» [8]: при покупке нового смартфона в центре продажи МТС от 15000 рублей пользователь получает промокод на бесплатные 50 Гб свободного места в сервисе облачного хранения данных «Яндекс Диск».

По статистическим данным, каждый человек меняет телефон раз в три года, количество пользователей МТС на данные 2020 года составляет 78 500 000 человек. Исходя из данных, полученных при анализе статистики, началом отсчета было взято число, примерно равное 2 180 000 человек. Рассчитывая таким образом, параметр LT равен 12,1 месяцам. При расчете реального варианта развития событий параметр LT составил 10,3 месяцев, а при пессимистическом итоге – 7,1 месяцев.

Материальная выгода для этого партнерства рассчитывалась, опираясь на коэффициент оттока клиентов при данных, взятых при расчете параметра



LifeTime, и на среднюю стоимость мобильного устройства (смартфона) в России, равную 30 тысячам рублей. Предположим, что наценка составляет 10% от стоимости телефона, следовательно, выручка с каждой модели составляет 3 000 рублей. Для оптимистического варианта сумма составляет 78 480 000 000 рублей. Для реального варианта развития событий сумма равна 54 075 000 000 рублям. Для пессимистического – 21 300 000 000 рублей.

Представленные в работе сотрудничества являются взаимовыгодными, так как МТС получают конкурентное преимущество одной из услуг по отношению с аналогичными предложениями у компаний-аналогов. Компании-партнеры, в свою очередь, получают возможность привлечь новых пользователей для продвижения своих продуктов.

С использованием агента в мультиагентной системе расчет параметров и выгоды и решения о партнёрствах были бы совершены намного быстрее, в сравнении с использованием традиционных систем, программы для которых были написаны в ходе работы и протестированы. Также мультиагентные инструменты существенно упрощают и ускоряют разработку МАС для решения сложных задач, которые трудно или даже невозможно решить существующими математическими методами. В дальнейшем разработка агента продолжится, благодаря полученным данным в ходе работы, чтобы использовать его как средство решения сложных проблем в широком спектре предметных областей.

Литература

1. Российский рынок телекоммуникаций – 2020 // Аналитическое агентство «ТМТ Консалтинг» // URL: <https://www.tadviser.ru/images/d/d5/TMT-телеком-2020.pdf> (дата обращения: 05.04.2021)
2. Группа компаний Мегаполисресурс // URL: <https://eco2eco.ru/> (дата обращения: 05.04.2021)
3. История Busuu // Busuu - Изучай английский, русский и другие языки бесплатно. // URL: <https://www.busuu.com/ru> (дата обращения: 05.04.2021)
4. О проекте 4brain // Интеллектуальный клуб 4brain - обучайтесь онлайн навыкам XXI века // URL: <https://4brain.ru/> (дата обращения: 05.04.2021)
5. Информация о ЕШКО // Центр дистанционного обучения ЕШКО.//URL: <https://www.escc.ru/> (дата обращения: 05.04.2021)
6. О Skillbox // Skillbox – онлайн-университет, один из лидеров российского рынка онлайн-образования // URL: <https://skillbox.ru/> (дата обращения: 05.04.2021)
7. О Storytel // Storytel - Аудиокниги в вашем мобильном // URL: <https://www.storytel.com/ru/ru/> (дата обращения: 05.04.2021)
8. Что такое Яндекс.Диск // URL: <https://disk.yandex.ru/> (дата обращения: 05.04.2021)



Э.С. Константинов, З.М. Гизатуллин

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

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

В настоящее время жизнь человека окружают искусственно созданные электрические и магнитные поля. Соответственно, проблемы электромагнитных помех (ЭМП) становятся более видимыми в процессе проектирования электронных систем. ЭМП представляет собой внешнее или внутреннее электромагнитное явление, которое может оказать негативное влияние на качество работы технических средств [1].

После стадии проектирования и изготовления устройства необходимо оценить его максимальное электромагнитное излучение, чтобы определить удовлетворяет ли нормативным требованиям ЭМП. Сам процесс прогнозирования электромагнитных помех без эффективного способа занимает много времени [2]. Поэтому предлагается применить искусственные нейронные сети (ИНС), которые смогут предсказать максимальное значение излучения от печатных плат (ПП). ИНС является моделирующей структурой, состоящая из простых биологических процессов, аналогичных происходящих в работе мозга человека.

Модель искусственной нейронной сети состоит из входного слоя, нескольких скрытых слоев и выходного слоя, как показано на рисунке 1, где каждый слой содержит несколько нейронов, которые полностью связаны с нейронами следующего соседнего слоя с помощью весов [3].

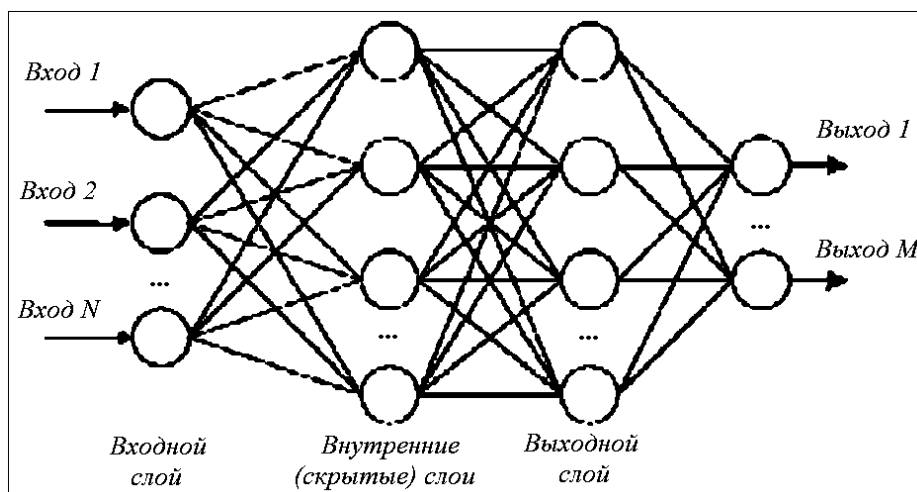


Рис. 1. Структура искусственной нейронной сети

Рассмотрим важные этапы процесса и разработки модели искусственной нейронной сети. Первым шагом является предварительная обработка наборов данных: учитывая, что характеристики собранных наборов данных имеют раз-



ные размеры и единицы измерения, то сначала необходимо их нормализовать, чтобы имели одинаковый порядок величины. Нормализация функций представляет собой дополнительное преимущество в виде повышения точности модели ИНС и ускорения процесса ее обучения.

Второй шаг — это перестановка и компоновка наборов данных. Перед обучением модели нормализованные обучающие наборы данных следует перемешать случайным образом, чтобы получить хорошие характеристики прогнозирования и повысить способность модели ИНС к обобщению. Затем перестроенные наборы данных будут обучаться партиями, что дает преимущества в достижении более низких требований к памяти и ускорении скорости обучения.

Затем на третьем этапе происходит обучение и проверка искусственной нейронной сети. Модель изучает целевую функцию с обучающими наборами данных, в то время как наборы данных проверки используются для непрерывной настройки весов для достижения большей точности. Если в данном процессе не наблюдается изменение данных параметров, то необходимо улучшить как наборы данных, так и структуру сети, перед этим очистив наборы данных и изменив модели ИНС. Если потери в обучении и в процессе приведения доказательства уменьшаются одновременно, нейронная сеть все еще находится в процессе непрерывного обучения. Когда заданная точность достигается, то модель сети завершает процесс обучения. В противном случае продолжает обучаться и проверять ИНС до максимального количества итераций.

Четвертый шаг представляет собой тестирование модели ИНС. Тестовые наборы данных, среднеквадратичная ошибка, индикатор точности прогноза используются для проверки оценки производительности модели нейронной сети после обучения. Надо учесть, что единица среднеквадратичной ошибки согласуется с исходными данными, которые могут более точно отражать точность модели, чем другие индикаторы.

На пятом этапе прогнозируем излучение электромагнитной помехи. Формирование входных данных для параметра модели должны соответствовать входной матрице ИНС. После этого изучение ЭМП может быть точно и быстро получено обученной моделью нейронной сети [4].

В глубоком обучении разные оптимизаторы, используемые в алгоритме обратного распространения, по-разному приводят к поиску точных результатов прогнозирования, каждый с разной скоростью сходимости в процессе обучения и точностью модели ИНС. В дополнение к обычному оптимизатору градиентного спуска оптимизатор момента включает параметр импульса, который может накапливать информацию о градиенте для ускорения процесса обучения. Как например оптимизатор Adaptive Moment Estimation сочетает в себе алгоритм градиентного спуска и параметр импульса и может адаптивно регулировать скорость обучения, чтобы обеспечить относительно стабильный процесс обучения.

Кроме того, скорость обучения является еще одним из важных параметров искусственной нейронной сети. Это размер шага, взятый на каждой итерации, который контролирует прогресс обучения модели нейронной сети. Если



скорость обучения мала, процесс обучения будет медленно сходиться и увеличивать время обучения. Кроме того, небольшая скорость обучения может также вызвать переобучение, что означает, что модель будет запоминать только наборы данных, а не изучать целевую функцию между структурными параметрами и излучением электромагнитных помех. И наоборот, если скорость обучения велика, хотя процесс обучения будет быстрым, это может вызвать несовпадение и недооценку модели.

Таким образом, применение искусственной нейронной сети для задачи прогнозирования излучения электромагнитных помех вполне реально. Так как в первую очередь преимуществами является низкая стоимость вычислений и небольшое использование памяти, а также достижение хорошей точности.

Литература

1. Гизатуллин З.М. Физическое моделирование помехоустойчивости электронных средств при электромагнитном воздействии промышленных макроисточников / З.М. Гизатуллин, М.Г. Нуриев, Р.М. Гизатуллин // Радиотехника и электроника. - 2018. - №1. - С. 97-102.
2. Augustyniak L.K. Lightning overvoltages in wiring systems of the building / L.K. Augustyniak // Электромагнитная совместимость и электромагнитная экология: Сб. науч. докл. IV Междунар. симпозиума. СПб. 2001. - С. 78-81.
3. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики / В.Г. Редько. – М. : Ленанд, 2015. - 224 с.
4. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика / Ф. Уоссермен. – М. : Мир, 1992. - 236 с.

Е.А. Корнилов, И.В. Лёзина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОЛОРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МНОГОСЛОЙНЫМ ПЕРСЕПТРОНОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ НАЧАЛЬНОЙ ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

(Самарский университет)

Научно-технический прогресс не стоит на месте, появляются новые методы и системы, которые упрощают процесс жизнедеятельности человека. Одним из направлений, представляющим наибольший интерес, является моделирование нейронных сетей. С помощью них уже решаются большинство задач, например, распознавание лиц, анализ рынков и т.д. Функционал нейронных сетей также используется и в творческой сфере, а именно при колоризации изображений. Теперь появилась возможность автоматизировать процесс раскрашивания изображений в серых оттенках.

Условно сам процесс колоризации состоит из двух этапов: выделение первичных признаков или сегментация изображения и колоризация зон, получившихся на первом этапе, нейронной сетью.



В данной работе в качестве алгоритма сегментации используется нечёткий алгоритм кластеризации С-средних [1]. Достоинством алгоритма является то, что он нечётко определяет границы сегмента, что помогает справиться с проблемой высокого перепада яркости на границах объекта. Также данный алгоритм является усовершенствованным алгоритмом К-средних, в котором отсутствует такой недостаток как влияние выбора исходных центров кластеров на результат алгоритма [2].

На втором этапе колоризации используется наиболее универсальная модель нейронной сети – многослойный персептрон [3]. В качестве функции активации нейронов была выбрана сигмоидальная функция, так как она подходит для данной задачи [3].

Также необходимо сначала обучить нейронную сеть перед её работой. В данной работе происходит обучение с учителем с помощью метода обратного распространения ошибки [4]. В данном градиентном алгоритме сигнал ошибки распространяется от выходного слоя ко входу. Задача алгоритма заключается в минимизации целевой функции, которая представляет собой квадратичную сумму разности между получившимся и желаемым результатом.

Выбор начальных значений весов для слоёв является важным процессом, так как, например, установление всех весов равным нулю ведёт к проблемам, связанным с обучением. Установка значения весов случайным образом из диапазона $[-1;1]$ тоже не является лучшим вариантом из-за возможности «плохой» инициализации и как итог – проблемы со сходимостью метода обучения нейронной сети. Чтобы добиться большей производительности можно применить один из алгоритмов предварительной инициализации. В данной работе был использован алгоритм имитации отжига [5]. Алгоритм решает задачу глобальной оптимизации, а в роли исследуемой функции выступает целевая функция нейронной сети. Данный подход улучшает сходимость метода обучения, а также позволяет добиться качественных результатов.

Для создания логического проекта разрабатываемой автоматизированной системы был использован унифицированный язык моделирования UML [6]. Основным типом диаграмм для описания информационной модели является диаграмма вариантов использования. Диаграмма представлена на рисунке 1.

Была разработана автоматизированная система на языке Java. Этот язык является объектно-ориентированным, что позволяет решить задачи по построению крупных, но в тоже время гибких, масштабируемых и расширяемых приложений. Для разработки использовалась широко известная среда IntelliJ IDEA, обладающая большим набором вспомогательных инструментов, упрощающих разработку программного обеспечения.



Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

В исследованиях, проводимых с использованием разработанной системы, проверялось влияние параметров многослойного персептрона на точность колоризации, а также оценивалась эффективность использования предварительной инициализации весов. В модели нейронной сети оценивались: количество нейронов в скрытом слое, коэффициент скорости обучения и количество эпох. Чтобы оценить результат колоризации используется функция среднеквадратического отклонения (СКО) [3].

После проведения экспериментов по определению оптимальных параметров нейронной сети, наилучшие результаты были получены при коэффициенте скорости обучения – 0,01, количестве нейронов в скрытом слое – 10, количестве эпох обучения – 50. Значение СКО без применения алгоритма предварительной инициализации составило 0,0508, с использованием – 0,0414.

Литература

1 Метод нечёткой кластеризации C-средних [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_нечёткой_кластеризации_C-средних (дата обращения: 01.04.2021).



2 Метод k-средних [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_k-средних (дата обращения: 01.04.2021)

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

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

5 Алгоритм имитации отжига [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_имитации_отжига (дата обращения: 04.04.2021).

6 UML [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/UML> (дата обращения: 12.04.2021).

М.В. Кравчук

АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЦА НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ТРЕУГОЛЬНИКОВ И СОКРАЩЕННОГО КОЛИЧЕСТВА ОПОРНЫХ ТОЧЕК

(Пензенский государственный университет)

Впервые о верификации лиц заговорил Вуди Бледсо в 1960 году [1], позже японский учёный Такэо Канаде в 1973 году разработал программу, позволяющую извлекать черты лица [2]. На сегодняшний день данная технология является достаточно развитой и встречается в практически каждом мобильном устройстве.

Среди многообразия технологий верификации распознавание лиц можно назвать одной из лучших в наше время. Во-первых, это один из самых быстрых и надежных методов распознавания личности. Во-вторых, данный метод не требует дополнительного сложного оборудования, а только лишь наличия камеры, которой оснащены многие мобильные устройства, и специального программного обеспечения.

Алгоритмы, используемые в данном программном обеспечении, постоянно обновляются, усложняются и становятся более надёжными. Но всё-таки в каждом из них есть самый огромный изъян — это хранение большого количества данных. Проблема в том, что держать в памяти все 68 точек [3] это весьма ресурсно-затратная операция. Для решения этой проблемы уже существуют более простые алгоритмы, которые при идентификации оперируют, лишь некоторыми статическими точками лица [4].

Статические точки – точки, которые не изменяются при выражении эмоций, лишнего освещения и возрастных изменений [4], которых зачастую достаточно для гарантированной верификации. А это означает то, что хранить все 68 точек в памяти и обрабатывать не требуется.



Статических точек на лице человека всего было выявлено 14 (рисунок 1). То есть скорость верификации при использовании только статических точек ускорит процедуру верификации практически в 5 раз. Но при этом для каждой итерации верификации происходит поиск нужных значений в 14 таблицах.

Целью данной научной статьи является разработка новой методики и алгоритма распознавания лиц, которые позволят уменьшить количество хранимой информации и тем самым ускорит ее обработку.

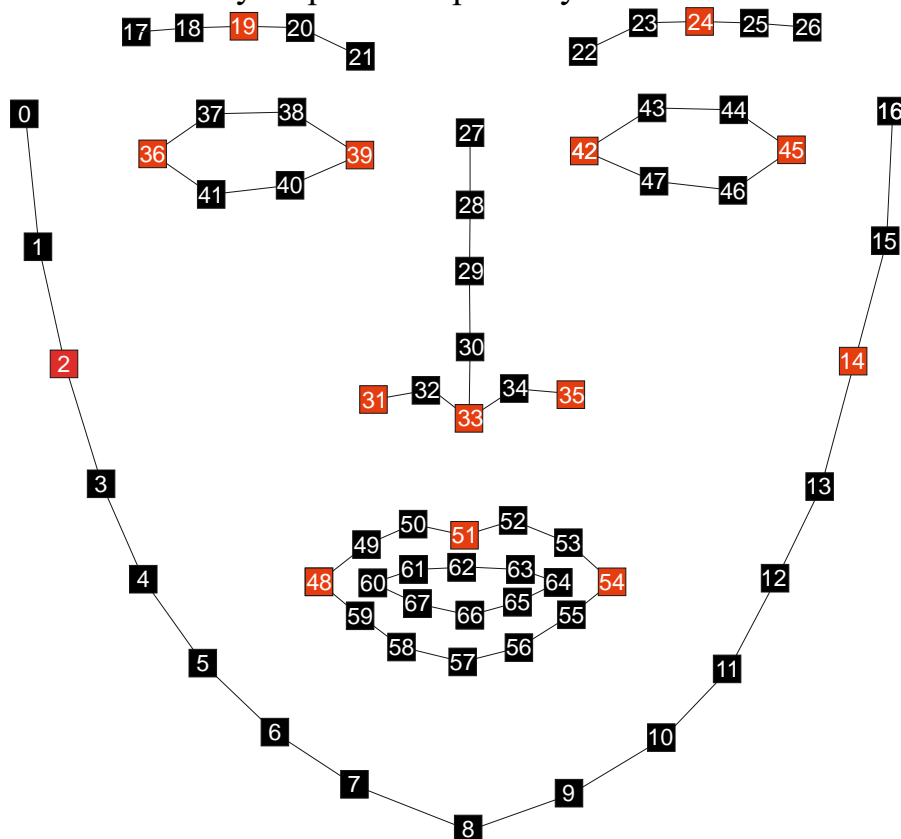


Рисунок 1 – Расположение статических точек

Идея состоит в том, что несколько данных точек можно объединить в определенную фигуру, а именно треугольник. Он был выбран по следующим критериям:

1. Это доступная для восприятия фигура;
2. Определение площади треугольников не требуют сложных вычислений.

Схема, включающая основные этапы работы алгоритма, приведена на рисунке 2. На рисунке 3 представлены треугольники, которые были расположены на лице. Они пронумерованы в порядке, в котором будет производиться поиск, исходя из предлагаемого алгоритма (Рисунок 2), данный порядок соответствует определенному типу лица.

Если существует несколько людей, у которых треугольник №1 имеет одну и ту же площадь, данные люди объединяются в новую группу, внутри которой будет производиться дальнейшая верификация, данный ход приведет к нормализации данных.

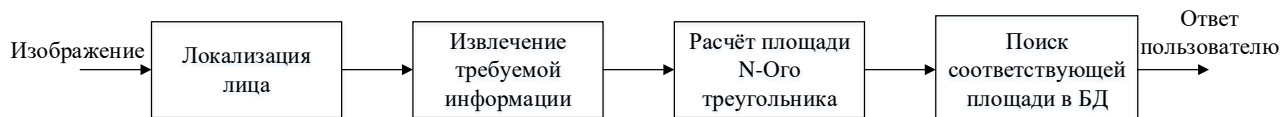


Рисунок 2 – Обобщенный алгоритм верификации пользователя по лицу

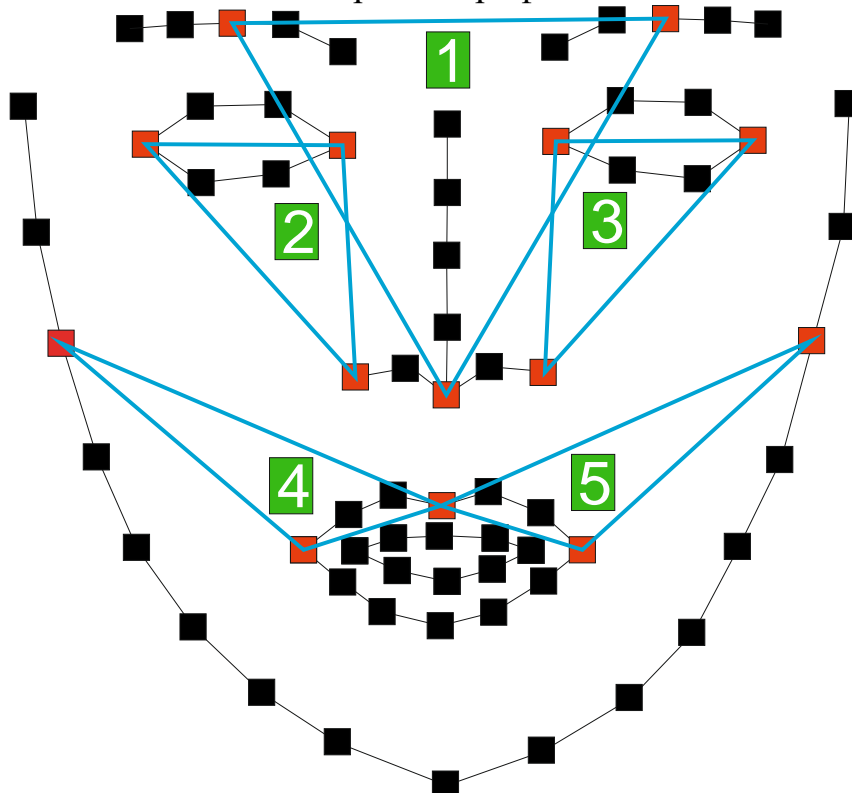


Рисунок 3 – Пять идентификационных треугольников

На основании предлагаемого алгоритма (Рисунок 2) планируется разработка программы. С помощью, которой будет выполнено экспериментальное исследование с использованием открытых баз, содержащих изображения лиц, например [5]. Кроме этого требуется доказать, что данный алгоритм быстрее чем алгоритмы, основанные на 68 точках и статических точках. Так же в ходе исследования требуется проверить работоспособность алгоритма на различных типах лиц (европейские, азиатские и т.д.)

Литература

1. Роберт С. Бойер: Автоматизированное рассуждение: Очерки в честь Вуди Бледсо. Kluwer Academic Publishers, 1991 г.
2. Carlo Tomasi; Takeo Kanade (November 1992). "Shape and motion from image streams under orthography: a factorization method". International Journal of Computer Vision. 9 (2): 137–154.



3. T.F. Cootes and C.J. Taylor and D.H. Cooper and J. Graham (1995). "Active shape models - their training and application". Computer Vision and Image Understanding (61): 38–59.

4. Распознавание лиц на основе OpenCV для C++ (Facial Recognition based on OpenCV C++) // Проблема анализа изображений [электронный ресурс] //URL: https://api-2d3d-cad.com/face_recognition_with_opencv/ (дата обращения: 18.04.2021).

5. Georgia Tech Face Database [электронный ресурс] // URL: http://www.anefian.com/research/face_reco.htm (дата обращения: 18.04.2021).

С.А. Кудубаева¹, Б.Т. Жусупова²

СНЯТИЕ ОМОНИМИИ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ ПЕРЕВОДЕ С КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА НА ЯЗЫК ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ СЛОВАРЯ ЛЕКСИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ МНОГОЗНАЧНЫХ СЛОВ

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева,
²Костанайский региональный университет имени А.Байтурсынова

В настоящей статье рассматривается метод снятия лексической неоднозначности в предложении на казахском языке при разработке компьютерной системы перевода с казахского языка на казахский жестовый язык (КЖЯ). При разработке данной системы перевода возникла необходимость учета семантической составляющей для получения качественного перевода, понятного носителям казахской жестовой речи.

Несмотря на то, что существуют корпуса казахского языка, достаточное количество компьютерных приложений, обрабатывающих казахский язык, не решена проблема, связанная с решением задач компьютерной лингвистики для казахского языка с необходимым уровнем качества обработки текста, снятием многозначности слов. Существование подобных проблем связано не только со сложностью обработки особенностей морфологии, синтаксиса и семантики казахского языка, но и с исторически сложившимся поздним началом работ по исследованию казахского языка.

Большая часть современных исследований в области автоматической обработки казахского языка направлена на автоматизацию его морфологического и синтаксического анализов [1–4], что во многом связано с реально существующими проблемами автоматической обработки агглютинативных языков.

Так как существующие корпуса казахского языка не содержат подкорпус со снятой омонимией и до этого не разрабатывались формализованные словари лексических значений многозначных слов, было принято решение исследовать методы снятия неоднозначности при обработке естественного языка с учетом особенностей казахского языка и составить формализованный словарь лексических значений омонимов и многозначных слов казахского языка, в некоторой степени аналогичный семантическому словарю В.Тузова [5]. Но так как словарь



В.Тузова отражает перевод на семантический язык слов русского языка и создание работающей компьютерной системы семантического анализа текстов на русском языке, имеющем флективный строи, противоположный агглютинативному, то алгоритм семантического анализа по словарю В.Тузова не может быть полностью перенесен на казахский язык. Возможно только использование некоторых методов формализации, чтобы построить аналогичную систему, как и предлагает сам автор.

Согласно общей схеме перевода с казахского языка на КЖЯ вводимое предложение проходит этапы морфологического и синтаксического анализов. Передача семантической составляющей языка перевода (казахского языка) происходит за счет снятия омонимии на этапе морфологического анализа с помощью формализованного словаря лексических значений омонимов и многозначных слов.

Методы обработки казахского языка определены, исходя из природы языка, относящегося к агглютинативным языкам, в которых словообразование происходит посредством агглютинации (приклеивания) к основе слова различных аффиксов (суффиксов и окончаний)

Пример:

кітап – тар – ыңыз – дан – «из ваших книг»,

для выражения значения множественного числа, значения притяжательности и падежных значений, используются три аффикса, следующих друг за другом.

При морфологическом анализе для каждого слова в предложении определяются его словообразующие и словоизменяющие морфемы и их характеристики, таким образом получаем набор морфологических характеристик по каждому слову в предложении. Основной алгоритм:

- 1) на вход подается предложение на казахском языке, текст считывается по-словно;
- 2) производим поиск совпадающих слов, при их нахождении, оставляем оба слова;
- 3) для каждого слова осуществляется поиск суффиксов и окончаний с конца слова, при этом используется приоритет групп аффиксов, характеризующих различные типы морфологических свойств (определяемый строгим порядком следования аффиксов в составе слова). Порядок убывания приоритета следующий: 1) падеж; 2) окончания формы принадлежности; 3) множественное число; 4) притяжательные окончания; 5) имя существительное; 5) имя прилагательное; 6) имя числительное; 7) наречие; 8) деепричастие; 9) глагол.
- 4) для каждого слова, в том числе и для совпадающих слов, определяем их принадлежность к омонимам и многозначным словам. Затем определяем альтернативы их использования согласно формализованному словарю лексических значений омонимов и многозначных слов.



5) В соответствии с найденным составом слова определяются часть речи и морфемный состав слова. Выводим лемму, часть речи и морфемы каждого слова.

В качестве программной среды для создания системы перевода с казахского языка на КЖЯ был выбран Visual Studio 2019, алгоритм и интерфейс написан на языке C#, имеющий большое количество методов для обработки текста.

База слов, суффиксов и окончаний хранится в базе данных MySQL, администрирование посредством phpMyAdmin, установленной на локальном сервере МАМР. В дальнейшем база данных будет подключена к хостингу сайта surdo.kz.

Формализованный словарь лексических значений омонимов и многозначных слов хранится в файле в формате UTF-8, так как остальные форматы не поддерживают казахский шрифт. Построение данного формализованного словаря омонимов основано на разработках лингвистов по казахскому языку: 1) 15-томного толкового словаря казахского литературного языка (разработанный исследователями Института языкознаний имени А.Байтурсынова), 2) словаря омонимов казахского языка «Қазақ тілінің омонимдер сөздігі», автора М.Белбаевой [6-7].

Именно посредством формального языка возможно описать смысл каждого омонима и многозначного слова, сделать данный словарь понятным компьютеру, удобным для обработки.

Фрагмент словаря представлен ниже:

АБАЙ {Жалқы Жанды} (Z1: !тәуелдік, Z1: !септік)

АБАЙ {Зат Жансыз} N%~НАЗАР (Z1: !ын)

АБАЙ {Үстеу} (Z1: !мен, Z2: !сыз,)

АБАЙ {Сын} N%~САҚ (Z1: !бол)

АБАЙ {Зат Жансыз} N%~БЕЛГІ (Z1: !бер)

В данном случае слово АБАЙ имеет 5 альтернатив: имя собственное одушевленное; существительное неодушевленное; наречие; прилагательное; существительное неодушевленное. В фигурных скобках указывается часть речи. В круглых скобках - условие для выбора данного значения омонима, таким образом, выбор альтернативы зависит от морфологических характеристик самого слова либо характеристик, находящегося рядом слова. Выбор верной альтернативы многозначного слова в дальнейшем в системе перевода заменяется на верный жест, тем самым передается правильное смысловое значение предложения для носителя жестовой речи.

Литература

1. Gulshat Kessikbayeva, Piyas Cicekli. Rule based morphological analyzer of Kazakh language / Proceedings of the 2014 Joint Meeting of SIGMORPHON and SIGFSM. – 46-54 p.

2. В. Б. Барахнин, Л. Х. Лукпанова, А. А. Соловьев. Алгоритм построения словоформ с использованием флективных классов для систем морфологическо-



го анализа казахского языка / Вестник Новосибирского гос. университета. Серия: Информационные технологии, 2014. – Т.12.– № 2. – С. 25-32.

3. Тукеев У.А., Тургынова А. Морфологический анализ казахского языка на основе полной системы окончаний / Труды международной конференции по компьютерной и когнитивной лингвистике. Сер. "Интеллект. Язык. Компьютер" 2016. – С. 225- 231.

4. Мамырбаев О. Ж., Хайрова Н. Ф., Мухсина К. Ж. Қазақ тіліндегі мәтіндердегі қылмыстық мәнді коллакцияларды анықтау / Вестник КазАТК им. М. Тынышпаева, рекомендуемый ККСОН МОН РК. – №3(110). – 2019. – 170 -175 с.

5. Тузов В.А. Компьютерная семантика русского языка. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. — 400 с.

6. Қазақ әдеби тілінің сөздігі. Он бес томдық. / Құраст. Т.Жанұзақ, С.Омарбеков, Ә.Жүнісбек және т.б. – Алматы, 2011.

7. «Қазақ тілінің омонимдер сөздігі», М.Белбаева, 1988 – 193 с.

Д.С. Лебедева, А.И. Максимов

ДИАГНОСТИКА ФАЛЬСИФИКАЦИИ ФОНОГРАММ НА ОСНОВЕ СИАМСКИХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

Введение

Поскольку в настоящее время фонограммы активно используются как доказательство в судебных процессах, задача проверки аутентичности аудиозаписей в рамках криминалистической экспертизы является злободневной и актуальной. Под криминалистической экспертизой звукозаписи [1] понимается исследование магнитных или каких-либо других записей звука с целью установления фактов, имеющих доказательственное значение.

В данной работе исследуются возможности применения методов нейронных сетей и машинного обучения [2] для решения поставленной задачи при помощи сравнения фрагментов фоновых шумов аудиозаписей.

Фоновый шум [1] является частью общего шума, поступающего от подвижных или стационарно расположенных источников, при отключении известных источников.

В случае реальной диагностики цифровой фонограммы с использованием сравнения фрагментов фоновых шумов, эксперту необходимо выделить в анализируемой аудиозаписи фрагменты шума. В случае существенного различия метрик, характеристик, параметров взятых фрагментов шума, можно заключить, что в аудиозаписи присутствует вставка – ее части записаны в различных условиях. Для исследовательских целей упростим постановку задачи – пусть имеется пара фрагментов фонограмм фонового шума, необходимо установить, записаны ли эти фрагменты в одинаковых условиях.



Формирование датасета для исследования

Для данного исследования был самостоятельно создан тестовый датасет, представляющий из себя набор фрагментов фонограмм, полностью состоящих из фоновых шумов. Фоновые шумы были записаны в различных условиях – с использованием различных записывающих устройств, в различных помещениях и в различное время суток. Датасет состоит из 137 фонограмм, из которых образовано 9316 пар аудиозаписей. 1544 пары содержат записи, полученные в идентичных условиях, 7772 пары, соответственно, содержат записи, полученные в различных условиях. При сборе данного датасета было использовано 3 записывающих устройства, запись производилась в 2 различных помещениях в различное время суток.

Для выделения характеристик фрагментов фонограмм была использована мел-спектрограмма. Из аудиозаписей формировались мел-спектрограммы размером 128x128 для подачи на вход нейронной сети.

Поскольку мел-спектрограмма шумового сигнала является двумерным сигналом (изображением), было решено исследовать возможности синергии предназначенных для обработки изображений нейросетевых моделей и обработки звуковых сигналов.

Выбор архитектуры нейронной сети

Для решения выбранной задачи подходит архитектура сиамских нейронных сетей [3]. Сиамская нейронная сеть состоит из двух идентичных нейронных подсетей, которые принимают на вход различные данные. Сиамская сеть высчитывает отображение входных данных в вектора, считает расстояние между ними и функцию потерь, после чего оценивает различие между входными данными. Сиамские сети используются для так называемого one-shot распознавания, когда делается предсказание на основе одного экземпляра для каждого класса.

В данной работе нейросеть строилась на основе модели VGG16 [4]. Ее архитектура представлена на рисунке 1.

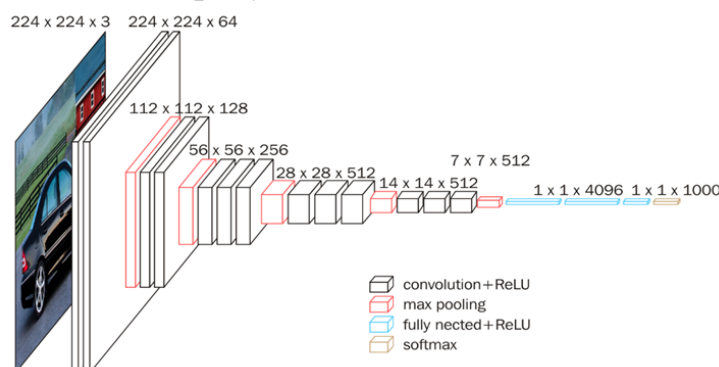


Рис.1. Архитектура сети VGG16

Данная модель содержит в себе 16 слоев, два последних слоя которой отвечают непосредственно за классификацию входных изображений.

Для подсетей сиамской сети были взяты две идентичные предобученные сети VGG16 без последних двух слоев. На выходе из подсети получается вектор-дескриптор исходных данных размерность 4096. Дополнительно была про-



изведена перенастройка подсетей с целью корректно подать на вход данные: был изменен входной тензор, чтобы нейросеть принимала на вход матрицу 128×128 .

Архитектура полученной сиамской нейронной сети представлена на рис. 2:

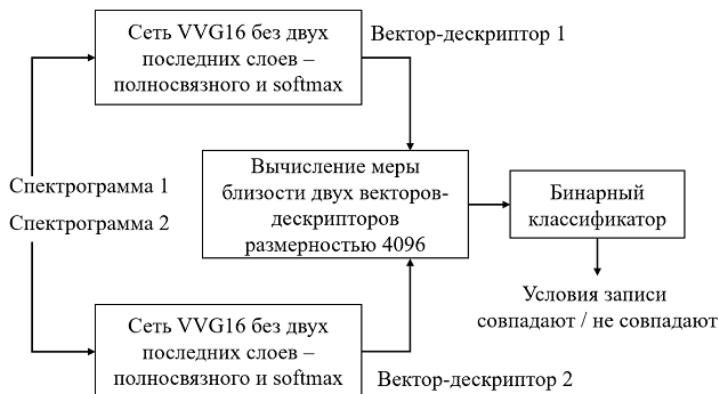


Рис. 2. Архитектура разработанной для исследования сиамской нейросети
Экспериментальное исследование методов классификации пар векторов-дескрипторов

Как видно из рисунка 1, после получения двух векторов-дескрипторов, следуют этапы вычисления меры близости векторов и классификация пары на два класса – «условия записи совпадают» либо «условия записи не совпадают». Данный этап работы модели может быть реализован при помощи разных методов. В ходе данной работы было проведено исследование таких методов.

Одним из наиболее простых вариантов сравнения дескрипторов является вычисление евклидова расстояния между ними. На основе евклидова расстояния был обучен бинарный классификатор [2]. В результате валидации модели были получены следующие значения:

1. Значение accuracy = 0,83,
2. Значение f1-score = 0,46.

Также сравнение пары векторов-дескрипторов с последующей ее классификацией на два класса можно реализовать при помощи многослойного перцептрона (Multilayer perceptron, MLP) [5]. В данном исследовании на вход перцептрона подавалась конкатенация двух векторов-дескрипторов. В ходе валидации полученной модели были получены следующие результаты:

1. Значение accuracy = 0,88,
2. Значение f1-score = 0,60.

Аналогичным образом было реализовано применение градиентного бустинга (Gradient boosting) [6]. В результате были получены следующие значения:

1. Значение accuracy = 0,86,
2. Значение f1-score = 0,40.



Также была исследована возможность применения случайного леса (Random forest) [7] к решению данной задачи. В результате тестирования такой модели были получены следующие результаты:

1. Значение accuracy = 0,87,
2. Значение f1-score = 0,47.

Заключение

В данной работе рассмотрена задача диагностики фальсификации фонограмм путем сравнения фрагментов их фоновых шумов. Для ее решения была предложена новая архитектура сиамской сети на основе модели VGG16.

В ходе работы проведено сравнительное исследование методов классификации пар векторов-дескрипторов, полученных из подсетей сиамской сети. Исследование проведено на собственном датасете фонограмм фоновых шумов.

Как видно из приведенных данных, лучшие результаты продемонстрировало использование MLP для сравнения векторов-дескрипторов.

Литература

1. Каганов А.Ш. Криминалистическая экспертиза звукозаписей / А.Ш. Каганов. – М.: Юрлитинформ, 2005. – 272 с.
2. Рашка С. Python и машинное обучение / Рашка С.; пер. Логунов А.В.; ред. Мовчан Д.А. – ДМК-Пресс, 2017. – 418с.
3. I. Melekhov. Siamese network features for image matching/ I. Melekhov, J. Kannala, E. Rahtu// XXIII International Conference on Pattern Recognition. -2016. - p. 378-383.
4. T. Srikanth. Transfer learning using VGG-16 with Deep Convolutional Neural Network for Classifying Images// International Journal of Scientific and Research Publications. – 2019. –Vol 9. –p. 143-150.
5. D.E. Rumelhart. Learning representations by back-propagating errors / D.E. Rumelhart, G.E. Hinton, R.J. Williams // Nature. –1986. – Vol.323. – p.533-536.
6. J.H. Friedman. Stochastic gradient boosting // Computational Statistics & Data Analysis. –2002. –Vol.38(4). – 367-378.
7. Т.К. Но. Random Decision Forests // Proceedings of the 3rd International Conference on Document Analysis and Recognition. –1995. – p. 278–282.



М.А. Лихачев, А.И. Уваров, Б.К. Тельных, А.А. Зенкин

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ВОЗДУШНОЙ РАЗВЕДКИ ПО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЭТАЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

(ВУНЦ ВВС «ВВА» г. Воронеж)

Современные оптико-электронные системы (ОЭС) размещаемые на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) повысили эффективность поиска и обнаружения объектов воздушной разведки, увеличили объем информации об объектах разведки, позволили непрерывно вести ее разное время суток и в различных условиях. Однако, в процессе эксплуатации данных систем появилась проблема оперативной и качественной обработки постоянно увеличивающегося потока информации.

Для решения проблемы корректной обработки объемного потока сведений следует автоматизировать ряд операций, таких как: поиск и выделение объекта разведки, сравнения имеющихся по нему данным с последующей оценкой, корреляции нескольких изображений одного и того же объекта, определение границ объекта, выделение его из фона и фильтрацию шумов, а также распознавание объекта разведки до вида, класса, типа. [1]

Для решения задачи поиска и классификации объектов применяются методы машинного обучения, однако необходимо ввести в алгоритм работы нейронной сети (НС) идентификационный признак, позволяющий классифицировать обнаруженные объекты по теплофизическим параметрам (ТФП) материалов. Необходимо добиться устойчивой классификации объектов разведки НС по их ТФП в грациях в ИК-диапазоне длин волн.

Нейросетевой подход к решению нестационарных теплофизических задач заключается в следующем [2]. Требуется в области Ω найти решение уравнения:

$$\frac{du}{dt} = A(u) + f(x), x \in \Omega \subset R^{\phi}, \quad (1)$$

удовлетворяющее условию на границе Γ :

$$B(U) = G(X), X \in \Gamma \quad (2)$$

Целью обучения НС является поиск оптимального набора весовых коэффициентов (экстремума функции) для минимизации ошибки сети.

В качестве алгоритма обучения определен метод обратного распространения ошибки на основе масштабированного метода сопряженных градиентов.

Исходными данными для обучения НС приняты одновременные изображения в видимом и ИК – диапазоне длин волн с заранее известным расположением эталонных материалов, полученные с ОЭС БПЛА в ходе натурального суточного эксперимента (рисунок 1).

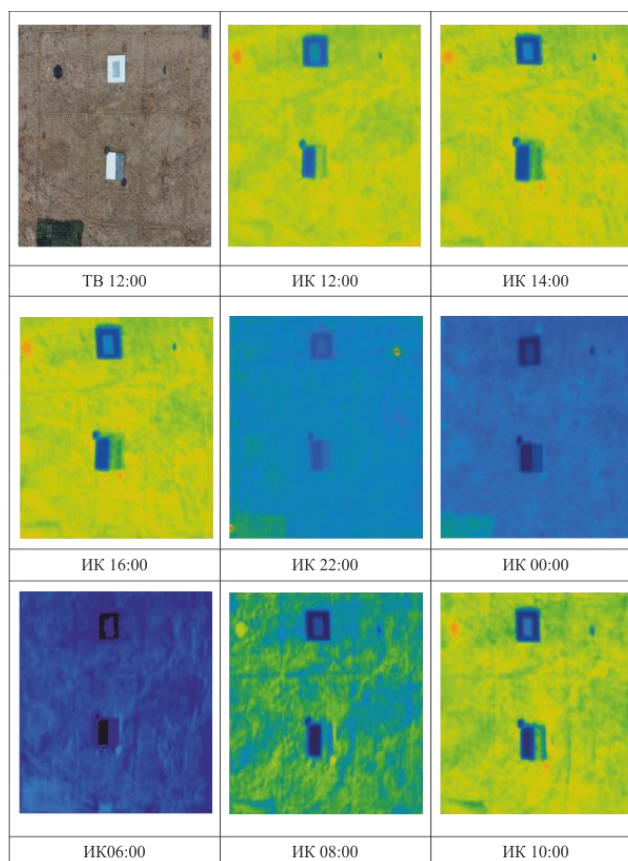


Рисунок 1 – Фотоснимки эталонных материалов в ИК и видимом диапазонах длин волн

Полученное множество входных параметров обучающей выборки представляет собой матрицу размерностью 15 x 500, строки которой соответствуют типу эталонного материала в каждом слое кубоида разновременных псевдоцветных ИК – изображений, а столбцы – градации яркости, которым соответствуют значения радиационных температур в выделенных областях изображений. Значения градации яркости приведены к логарифмическому масштабу для удобства выполнения численных расчетов. Графически обучающая выборка НС представлена на рисунке 2.

Алгоритм НС реализован в программной среде MATLAB R2014a с применением библиотеки формирования нейронных сетей Neural Network Toolbox.

На рисунке 3 графически представлен процесс обучения НС, время обучения составило 51 эпоху.

Сформирована матрица несоответствий классификатора, который был создан в результате обучения НС (рисунок 4). Стоит отметить, что на суммарной матрице доля ошибочной классификации объектов сведена к нулю.

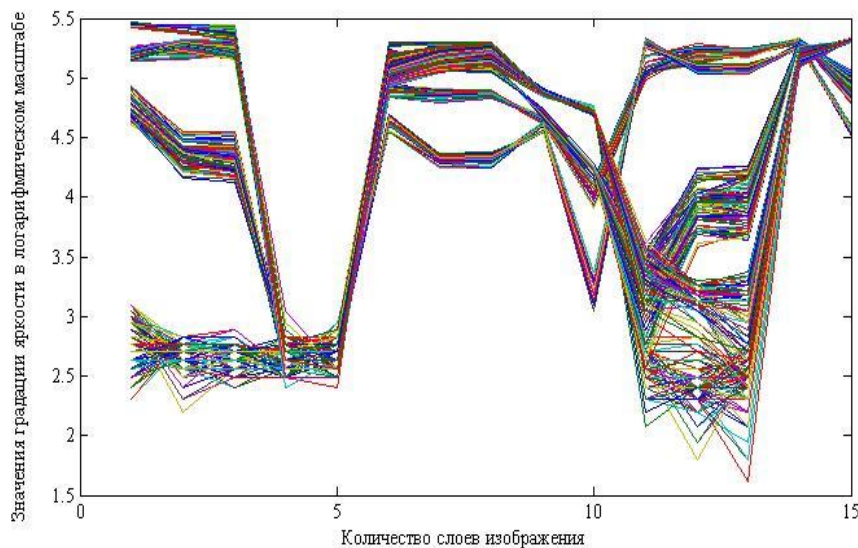


Рисунок 2 – График входных параметров обучающей выборки НС

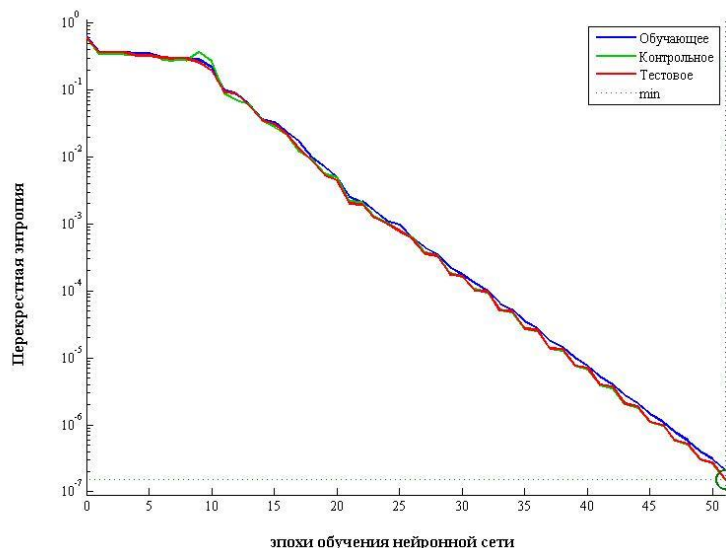


Рисунок 3 – График обучения нейронной сети

Для тестирования работы НС выбран кубоид 8 псевдоцветных ИК – изображений с заранее известным расположением эталонных материалов, полученных в результате суточного натурального эксперимента. Результат работы полученного нейросетевого алгоритма (рисунок 5), подтвердил возможность классификации объектов по ТФП материалов.

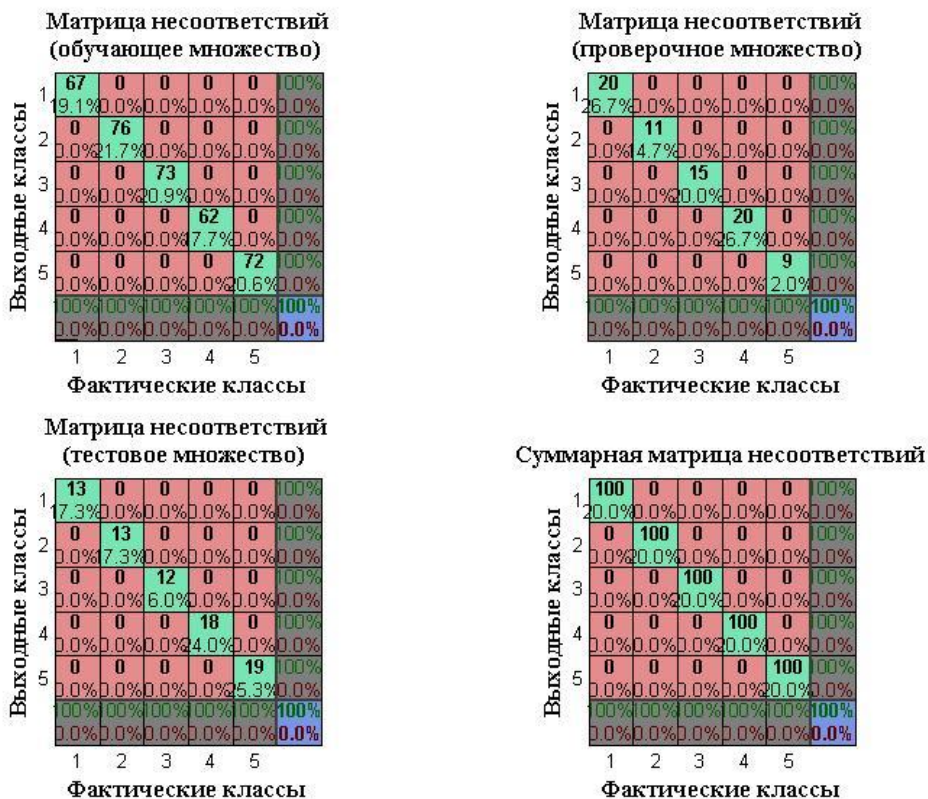


Рисунок 4 – Матрицы несоответствий классификатора НС

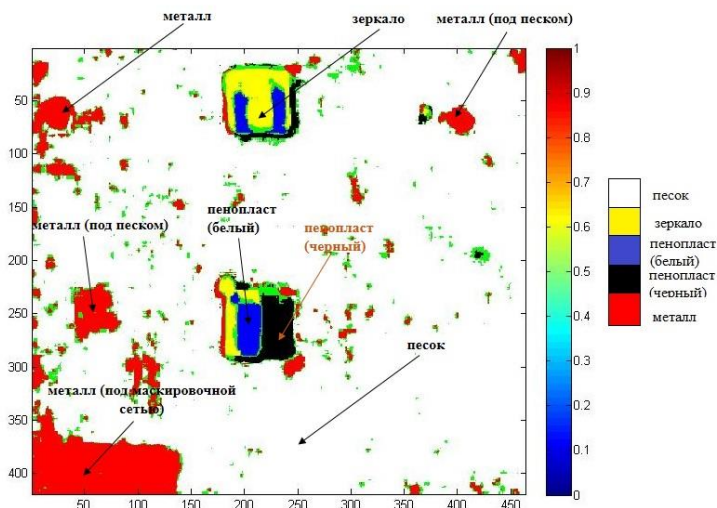


Рисунок 5 – Результат обработки нейронной сетью тестового изображения

На классифицированном изображении кроме эталонных объектов: эталон 1 – «песок», эталон 2 – «зеркало», эталон 3 – «пенопласт белый», эталон 4 – «пенопласт черный», эталон 5 – «металл», выявлены подповерхностные объекты – металлические диски под песком и под маскировочной сетью.



Таким образом, полученные результаты доказывают возможность практического применения нейронных сетей для автоматизированной обработки разновременных ИК – изображений получаемых с ОЭС БПЛА при ведении воздушной разведки с классификацией объектов по ТФП материалов.

Литература

1. Студитский А.С. Исследование и разработка многофункционального оптико-электронного средства наблюдения и разведки/ Студитский А.С. – М.: НИИ и МНПО «Спектр», 2013. – 112 с.
2. Ищук И.Н., Громов Ю.Ю., Постнов К.В., Степанов Е.А., Тяпкин В.Н. Корреляционная обработка кубоида инфракрасных изображений, получаемых с беспилотных летательных аппаратов. Часть 1. Моделирование и обработка инфракрасных сигнатур техногенных объектов в процессе суточного изменения температур // Техника и технологии, 2016. – № 9(3). С. 310–318.
3. Веселов, Ю. Г.; Островский, А. С.; Сельвесюк, Н. И. В сборнике: Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Техническое зрение и распознавание образов». Сборник научно-технической конференции, 2019. С. 173-175.
4. Ищук И.Н., Долгов А.А., Филимонов А.М., Дмитриев Д.Д. Методика оценки динамики изменения вероятностных характеристик распознавания объектов воздушной разведки // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии, 2019. – Т. 12. – №6.– С. 683-693.

А.Л. Мажаров, А.А. Столбова

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ СРЕДСТВАМИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

Одним из этапов проведения научно-технических конференций является контент-анализ и сбор научных публикаций, присылаемых авторами в адрес организаторов. Контент-анализ публикаций включает в себя их классификацию по тематическим секциям конференции. Как правило, секцию выбирает либо участник конференции, либо организаторы, что может вести к неточностям в составлении программы. В рамках данной работы предлагается автоматизировать процесс классификации научных публикаций.

Для решения поставленной задачи применялись три вида нейронных сетей, наиболее часто применяющихся при решении задачи классификации [1]:

- одномерная сверточная нейронная сеть CNN;
- рекуррентная нейронная сеть LSTM;
- рекуррентная нейронная сеть GRU.

Моделирование и обучение выбранных нейронных сетей осуществлялось с помощью библиотеки Keras, написанной на языке Python [2].



Набор данных для обучения и тестирования нейронных сетей составлен на основе сборников последних лет конференции «Перспективные информационные технологии», которые были подвергнуты предобработке: из исходного набора статей исключались все символы кроме кириллицы, затем в каждой статье выделялись ключевые слова с помощью библиотеки Ruterextract v. 0.3 [3]. В набор данных включены тексты, соответствующие следующим классам: автоматизированные системы научных исследований, информационная безопасность, интеллектуальные информационные системы, информационные технологии высокопроизводительных вычислений, информационные технологии в медицине, информационные технологии на транспорте, моделирование и анализ сложных технических систем, методика обучения и компьютерные обучающие программы, философия искусственного интеллекта и трансгуманизм, цифровизация и управление в социальных системах. Таким образом, полученный набор данных состоит из 873 научных публикаций, 200 из которых использовались для тестирования.

Сети обучались классификации в течении пяти эпох. После каждой эпохи проводилась оценка точности полученных результатов и измерялось время обучения сети. В качестве функции активации использовалась функция softmax [4]:

$$\sigma(z)_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}},$$

где K – размерность исходного и конечного векторов, σ – конечный вектор, z – исходный вектор.

В таблице 1 представлены значения полученной точности результатов для каждой исследуемой сети, в таблице 2 представлено время обучения нейронных сетей.

Таблица 1 – Точность классификации в зависимости от эпохи обучения

Нейронная сеть	Эпоха обучения				
	1	2	3	4	5
CNN	0,130	0,145	0,231	0,310	0,301
GRU	0,210	0,222	0,201	0,356	0,351
LSTM	0,180	0,156	0,242	0,373	0,360

Таблица 2 – Время обучения сетей

Сеть	CNN	GRU	LSTM
Время обучения	4,42 мс	5,26 мс	5,24 мс

На рисунке 1 показан график зависимости точности сетей от эпохи.

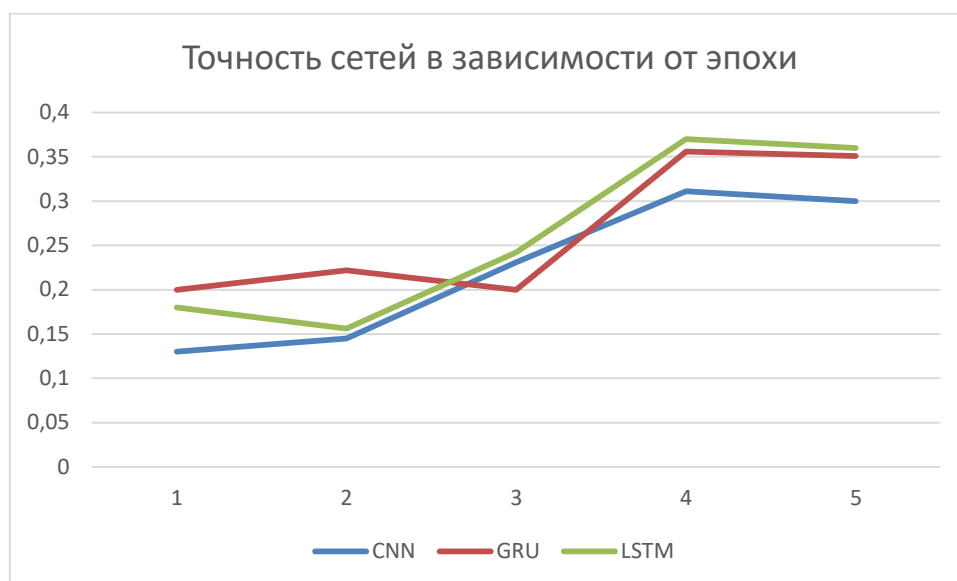


Рисунок 1 – Точность обученных сетей

Таким образом, в результате данной работы собран и размечен набор данных на основе статей конференции «Перспективные информационные технологии»; обучены и проанализированы три вида нейронных сетей, позволяющих решать задачу классификации научных публикаций. Наилучший результат по точности показала нейронная сеть LSTM с точностью 0,37, а по времени – CNN (4,42 мс). Столь невысокая точность классификации объясняется небольшим набором данных для обучения. Полученные результаты планируется использовать при разработке «Интегрированной автоматизированной системы интеллектуального анализа научных публикаций».

Литература

1. Архитектуры нейронных сетей для решения задач NLP [Электронные ресурсы] URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/7-arhitektur-nejronnyh-setej-nlp/>
2. Keras: The Python Deep Learning library [Электронный ресурс] // Keras Documentation. – URL: <http://keras.io/>.
3. Извлечение ключевых слов их текстов на русском языке [Электронный ресурс] URL: rupi.org/project/rutermextract/
4. Функция активации Softmax [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Softmax>



В.В. Матвеев, А.А. Столбова

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОЛУЧЕНИЯ АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ПОКУПАТЕЛЬСКИХ КОРЗИН

(Самарский университет)

Анализ содержимого покупательских корзин является важной частью ведения успешного бизнеса в области розничной торговли. За годы торговли в базах данных торговых сетей накоплены обширные массивы проведенных транзакций [1]. Каждая такая база может использоваться для увеличения прибыли при помощи анализа существующих транзакций, выделения правил зависимостей и применения их для предсказания новых покупок или распределения товаров по торговым точкам. Одним из способов анализа покупательской корзины является получение ассоциативных правил. Алгоритмы поиска ассоциативных правил активно разрабатываются и улучшаются, так что для реализации рекомендательной системы необходимо провести сравнение алгоритмов между собой по времени работы и количеству находимых правил [2].

В качестве исходных данных в исследовании используется файл Market-Basket-Optimisation.csv, содержащий в себе 7501 транзакцию и 119 различных товаров. На рисунке 1 изображена структура файла, открытого в табличном процессоре MS Excel. Данный файл является одним из эталонных образцов и пригоден для оценки эффективности работы алгоритмов [3].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	shrimp,almonds,avocado,vegetables mix,green grapes,whole weat flour,yams,cottage cheese,energy drink,tomato juice,low fat yogurt,green tea,													
2	burgers,meatballs,eggs													
3	chutney													
4	turkey,avocado													
5	mineral water,milk,energy bar,whole wheat rice,green tea													
6	low fat yogurt													
7	whole wheat pasta,french fries													
8	soup,light cream,shallot													
9	frozen vegetables,spaghetti,green tea													
10	french fries													
11	eggs,pet food													
12	cookies													
13	turkey,burgers,mineral water,eggs,cooking oil													
14	spaghetti,champagne,cookies													
15	mineral water,salmon													
16	mineral water													
17	shrimp,chocolate,chicken,honey,oil,cooking oil,low fat yogurt													
18	turkey,eggs													
19	turkey,fresh tuna,tomatoes,spaghetti,mineral water,black tea,salmon,eggs,chicken,extra dark chocolate													
20	meatballs,milk,honey,french fries,protein bar													
21	red wine,shrimp,pasta,pepper,eggs,chocolate,shampoo													
22	rice,sparkling water													
23	spaghetti,mineral water,ham,body spray,pancakes,green tea													
24	burgers,grated cheese,shrimp,pasta,avocado,honey,white wine,toothpaste													
25	eggs													
26	parmesan cheese,spaghetti,soup,avocado,milk,fresh bread													
27	ground beef,spaghetti,mineral water,milk,energy bar,black tea,salmon,frozen smoothie,escalope													
28	sparkling water													
29	mineral water,eggs,chicken,chocolate,french fries													
30	frozen vegetables,spaghetti,yams,mineral water													
31	herb & pepper,tomato sauce,light cream,magazines													
32	mineral water,chocolate,avocado,eggs													

Рисунок 1 – Структура файла исходных данных



Сравнение проводится для алгоритмов Apriori и Eclat. Являясь одними из старейших алгоритмов такого рода, они, тем не менее, по сей день активно применяются в отраслях получения данных [4].

Оценка производится путём замера времени обработки набора данных штатными средствами среды исполнения. Всего проведено 5 опытов для каждого алгоритма с предварительной эмпирической оценкой величины поддержки, при которой будет заметна задержка. Данные по результатам экспериментов занесены в таблицу 1, графическая интерпретация эксперимента приводится на рисунке 2. По оси абсцисс располагается значение поддержки, по оси ординат – значение времени в секундах.

Таблица 1 – Сравнение алгоритмов по значению поддержки

Поддержка	Время работы алгоритма Eclat, с	Время работы алгоритма Apriori, с
0,1	0,00	0,00
0,01	0,01	0,00
0,0001	3,15	5,06
0,00001	5,6	180,45
0,000001	7,2	460,6

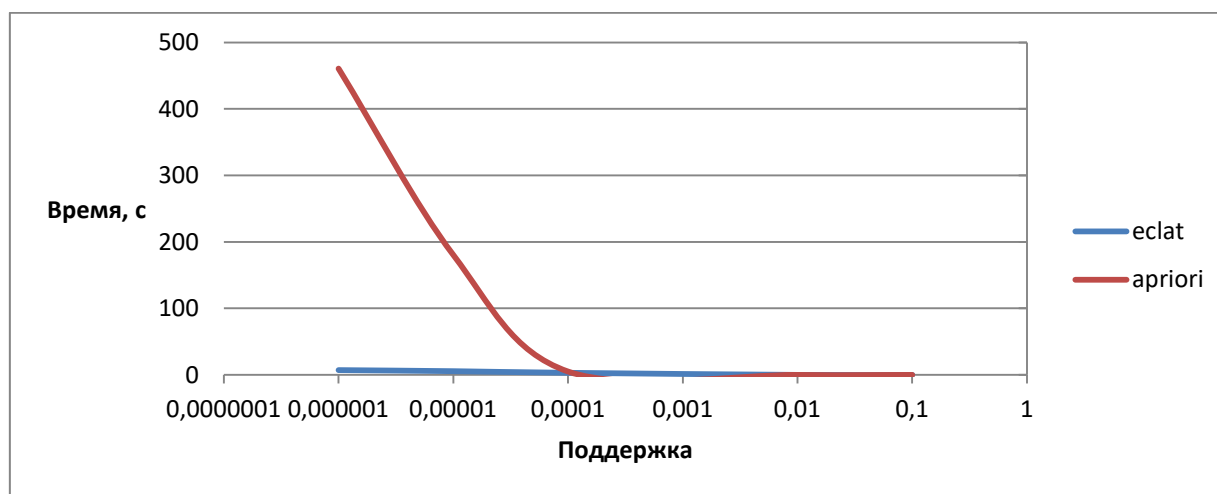


Рисунок 2 – График зависимости эффективности алгоритмов от значения поддержки

Кроме того, проводится оценка зависимости количества сгенерированных правил от размеров исходной выборки. Для этого значение поддержки остаётся фиксированным, а значения количества обрабатываемых транзакций меняется от 500 до 7500 с шагом в 1000. Значения результатов эксперимента приведены в таблице 2. На рисунке 3 приводится графический результат обработки эксперимента.



Таблица 2 – Сравнение алгоритмов по объёму данных

Объём данных	Алгоритм Eclat	Алгоритм Apriori
500	682674	5593919
1500	43654	256001
2500	10383	21057
3500	8786	15092
4500	8289	12974
5500	7883	11639
6500	7306	10265
7500	6778	8944

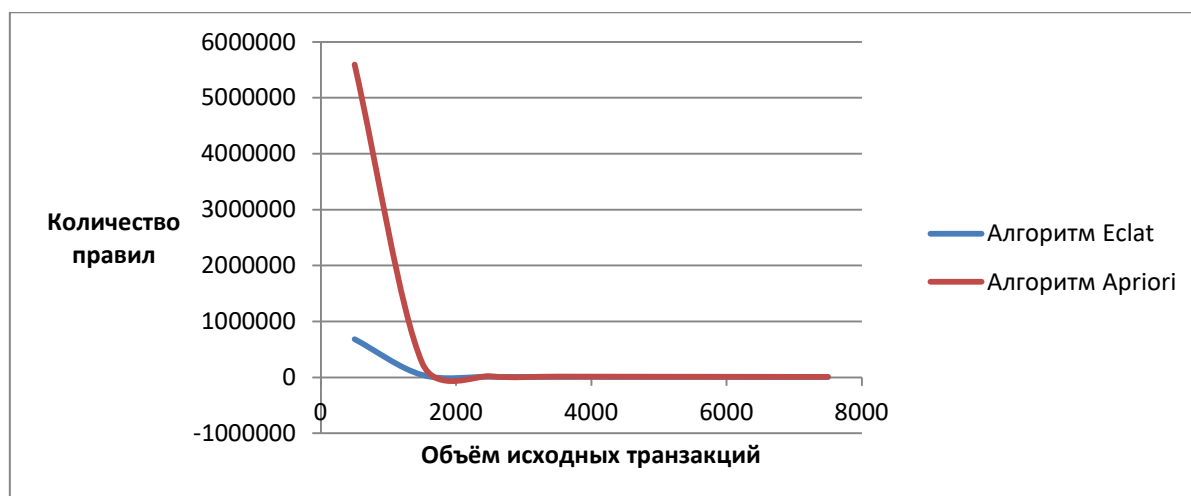


Рисунок 3 – График зависимости количества выводимых правил от общих размеров выборки

Исходя из полученных данных, следует вывод, что алгоритм Apriori эффективен при сравнительно больших значениях поддержки, после чего следует резкое снижение эффективности. Причиной эффективности алгоритма Eclat является обход в глубину, за счёт чего снижается количество обращений к исходной базе. Кроме того, заметна обратная зависимость между объёмами выборки и количеством выводимых правил, что свидетельствует о том, что большие объёмы позволяют предсказывать и обобщать точнее.

Общим выводом по результатам данных экспериментов может служить утверждение, что алгоритм Eclat в большей степени применим для решения задачи анализа покупательской корзины для больших объёмов исходных данных и при низких значениях поддержки, что позволяет ему находить более редкие правила. На высоких значениях поддержки алгоритмы Eclat и Apriori сравнимы.

Литература

1 Ivaschenko A., Stolbova A., Golovnin O. Data Market Implementation to Match Retail Customer Buying Versus Social Media Activity //Science and Information Conference. – Springer, Cham, 2020. – С. 363-372.



2 Ассоциативные правила, или пиво с подгузниками [Электронный ресурс] // Хабрахабр. – URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/353502/> (дата обращения: 18.04.2021).

3 Market Basket Optimization [Электронный ресурс] // Kaggle. – URL: <https://www.kaggle.com/gameilsaad/market-basket-optimisation> (дата обращения: 18.04.2021).

4 Алгоритм Apriori (Apriori algorithm) [Электронный ресурс] // Loginom. – URL: <https://wiki.loginom.ru/articles/apriori.html> (дата обращения: 18.04.2021).

А.В. Мельников, Л.А. Великанова, Е.С. Легостаева

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТЕРЕСАХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(Военный учебно-научный центр Военно-Воздушных сил
«Военно-Воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж)

В целях совершенствования информационного обеспечения организаций и учреждений Министерства обороны Российской Федерации в части развития и применения современных информационных технологий (ИТ) в интересах Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ), в настоящее время ведется разработка системы мониторинга и анализа информационных технологий (СМАИТ). Мониторинг ИТ является необходимым условием для устойчивого развития ВС РФ, так как на его основе возможно получить оперативную информацию о текущем состоянии ИТ, необходимых для развития вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ).

Согласно организационно-методическим указаниям по проведению работ на заключительном этапе научно-исследовательской работы (НИР) «Исследование вопросов развития и применения современных информационных технологий военного и двойного назначения в интересах ВС РФ», шифр «Дальновидец», при выполнении исследований по мониторингу и анализу ИТ должны учитываться [1, 2]:

- государственные приоритеты, определяющие направления и тенденции развития ИТ, их внедрения в автоматизированные системы военного назначения (АС ВН) (образцы ВВСТ);
- отечественный и зарубежный опыт, со сравнительным анализом существующих АС ВН (образцов ВВСТ) и ИТ, применяемых в них;
- анализ применения ИТ в различных АС ВН (образцах ВВСТ) видов и родов войск ВС РФ с учетом возможности их заменяемости;
- опыт применения ИТ при эксплуатации АС ВН (образцах ВВСТ) в различных условиях, в том числе в сложных (критических) условиях (высокие и



низкие температуры, динамические и статические нагрузки, др.) и качественная оценка ИТ по результатам опыта их применения;

- опыт применения ИТ в АС ВН (образцах ВВСТ) в современных вооруженных конфликтах.

Материалы анализа ИТ в АС ВН (образцах ВВСТ) должны включать:

- наименование и предназначение ИТ;
- объект применения ИТ (АС ВН, образец или часть образца ВВСТ);
- краткие сведения об объекте применения ИТ;
- характеристики ИТ, применяемой в АС ВН (образце ВВСТ) (состояние ИТ, сведения о разработчике ИТ);
- описание особенностей применения ИТ в АС ВН (образце ВВСТ); сведения о развитии и совершенствовании ИТ;
- сведения о результатах интеллектуальной собственности, полученных в ходе разработки ИТ;
- выявленные недостатки ИТ, ограничения и другие проблемные вопросы;
- сравнительный анализ ИТ с существующими аналогами;
- возможность использования ИТ в АС ВН (образцах ВВСТ), в случае их эксплуатации в различных, сложных (критических) условиях.

Для разработки СМАИТ необходимо определиться с организационно-штатной структурой, руководящим органом, количеством исполнителей, а также разделить функционал между участниками этой системы. Предложенная организационно-штатная структура СМАИТ представлена на рисунке 1.

Взаимодействие между Департамент информационных систем Министерства обороны Российской Федерации (ДИС МО РФ), головными исполнителями и исполнителями может осуществляться через телеграммы и официальные письма или непосредственно через СМАИТ, с указанием ИТ для анализа, мониторинга, и последующего обновления в базе данных СМАИТ.

ДИС МО РФ предназначен для формирования и проведения в Министерстве обороны единой военно-технической политики в сфере развития информационных систем, организации работ по снабжению, эксплуатации и ремонту систем, комплексов, средств по закреплённой номенклатуре, а также работ по развитию информационных систем [3].

Таким образом, исходя из своего предназначения на сотрудников ДИС МО РФ, в рамках реализации СМАИТ, целесообразно возложить задачи:

- формирование и утверждение списка актуальных ИТ для использования в ВС РФ, на основе анализа проведенных исследований в области применения современных ИТ (входными данными могут технологии включенные в Реестр ИТ, наполненный в результате выполнения 1 – 4 этапов НИР «Дальновидец»);
- распределение ИТ между исполнителями и головными исполнителями, в соответствии с их направлением деятельности;
- контроль за наполнением и своевременной актуализации сведений отслеживаемых ИТ в базе данных СМАИТ.



Рисунок 1 – Организационно-штатная структура СМАИТ

ДИС МО РФ составляет перечень актуальных ИТ и направляет сформированные списки головным исполнителям (27 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации (27 ЦНИИ МО РФ), 46 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации (46 ЦНИИ МО РФ), Главный вычислительный центр Министерства обороны Российской Федерации (ГВЦ МО РФ)), которые самостоятельно или с привлечением исполнителей производят мониторинг и анализ ИТ, соответствующих своему направлению деятельности.

27 ЦНИИ МО РФ предназначен для проведения комплексных исследований и выполнения оперативных заданий в области автоматизации и совершенствования автоматизированной системы управления (АСУ), топогеодезического и навигационного обеспечения ВС РФ, мониторинга перспективных информационных технологий, управления правами на результаты интеллектуальной деятельности [4].

46 ЦНИИ МО РФ является надвидовой научно-исследовательской организацией МО РФ по обоснованию перспектив развития системы вооружения ВС РФ и формированию методического аппарата для разработки Государственной программы вооружения, предложений МО РФ в государственный



оборонный заказ, а также военной стандартизации и каталогизации предметов снабжения ВС РФ [5].

ГВЦ МО РФ обеспечивает техническое сопровождение электронного цифрового образовательного ресурса (ЭЦОР), в частности обеспечивает работу электронной библиотеки МО РФ.

Головными исполнителями (27 ЦНИИ, 46 ЦНИИ, ГВЦ МО РФ) производится распределение ИТ между исполнителями, для их мониторинга, анализа и заполнения в базу АИС МАИТ, в соответствии с их направлением деятельности (например, сотрудники Военной академии связи могли бы заниматься мониторингом и анализом ИТ, необходимых для совершенствования систем связи, сотрудники Военно-медицинской академии – заниматься мониторингом и анализом ИТ, необходимых для совершенствования индивидуального медицинского оснащения военнослужащих).

В качестве исполнителей могут выступать военные образовательные учреждения, предприятия промышленности, научные институты и другие организации МО РФ.

Таким образом, предложенная организационная структура СМАИТ определяет порядок взаимодействия всех участников СМАИТ, а для ее эффективного функционирования в ходе дальнейших исследований необходимо описать потоки информации при обращении в СМАИТ пользователей, которые могут одновременно являться как потребителями, так и поставщиками ИТ.

Литература

1. Организационно-методические указания по проведению работ на заключительном этапе НИР «Исследование вопросов развития и применения современных информационных технологий военного и двойного назначения в интересах Вооруженных сил Российской Федерации» (шифр «Дальновидец»). Часть 1. г. Казань.: 27 ЦНИИ МО РФ. 2021 г. 21 с.

2. Организационно-методические указания по проведению работ на заключительном этапе НИР «Исследование вопросов развития и применения современных информационных технологий военного и двойного назначения в интересах Вооруженных сил Российской Федерации» (шифр «Дальновидец»). Часть 2. г. Казань.: 27 ЦНИИ МО РФ. 2021 г. 37 с.

3. Департамент информационных систем Министерства обороны Российской Федерации. - URL: https://structure.mil.ru/structure/ministry_of_defence/details.htm?id=11737@egOrganization (дата обращения: 21.03.2021).

4. 27-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации. – URL: <https://ens.mil.ru/science/SRI/information.htm?id=10992@morfOrgScience> (дата обращения: 21.03.2021).

5. 46-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации. – URL: <https://ens.mil.ru/science/SRI/information.htm?id=11391@morfOrgScience> (дата обращения: 21.03.2021).



А.А. Митина

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

(Финансовый университет при Правительстве РФ)

В эпоху информационных технологий очень сложно привести примеры сфер, где они (ИТ) не были бы задействованы, поэтому банковскую сферу данные перемены тоже не обошли стороной. Информационная эра, которая характеризуется глобальными изменениями, касающихся перехода от привычной и традиционной индустрии в оцифрованную и компьютеризованную, коснулась финансовой сферы. Сложно сказать, когда именно начались данные изменения, но, по моему мнению, активная деятельность внедрения ИТ в банковскую сферу мы можем наблюдать последние 5 лет. Например, появление интернет-банкинга, мобильного банкинга и «Клиент-банкинга». Стоит также заметить, что ИТ в банковском секторе позволяют не только упростить общение банка и его клиента, а еще они упрощают накопление и использование информации о клиентах и их потребностях в услугах. Именно поэтому в ходе своей работы, я хотела бы отразить преимущества и недостатки информационных технологий в банковском секторе.

Для того, чтобы преступить к выявлению плюсов и минусов такого явления, как ИТ в финансовой сфере, стоит разобраться в видах банкинга, появившихся весьма недавно. Интернет-банкинг – комплекс средств, позволяющий управлять и пользоваться банковскими счетами через Интернет. «Клиент-банкинг» представляет собой систему, при помощи которой, клиент банка может совершать банковские операции, не выходя из дома. То есть с появлением такой услуги, человеку больше не нужно искать банкомат, чтобы перевести деньги на счет, к примеру, своему знакомому. Безусловно, это одно из преимуществ. К сожалению, минусы у данного вида также присутствуют. Например, один из них: «Клиент-банкинг», как правило, привязан к персональному компьютеру, то есть доступ к нему через мобильный телефон закрыт. Можем сделать вывод, что данная система не обладает мобильностью, подвижностью.

Далее мобильный банкинг. Данный вид можно назвать одним из новых. Он позволяет удаленно управлять банковскими счетами при помощи мобильных сетей через планшет или же обычный телефон. Для передачи данных используется мобильная сеть или же интернет. Яркий пример мобильного банкинга-«СберБанк Онлайн». С появлением данного приложения, которое доступно для операционных систем IOS и Android, жизнь многих людей изменилась в лучшую сторону. Теперь людям не нужно стоять в очереди в банкомат или же искать в чужом городе отделение банка. Сейчас пользователь может открыть счет, заказать карту, купить ценную бумагу, узнать баланс или информацию по счету и многое другое, просто взяв в руки телефон и открыв приложение. Всего одно приложение и множество функций и возможностей. Мобильный банкинг удобен как для физических лиц, так и для юридических. Если



сравнивать данный вид банкинга с «Клиент-банкингом», можно выделить отличительное преимущество-мобильность. Теперь банк всегда у нас под рукой.

Сложно найти сейчас человека, который является клиентом банка и не имеет смартфона. Ну и расписав распространенные виды банкинга с ИТ в современном мире, хотелось бы отметить риски и ключевые преимущества. Интернет-банкинг активно входит в нашу повседневную жизнь и заменяет привычные нам вещи на более модернизированные, но в данном процессе есть немало нюансов и в тоже время немало преимуществ. Начнем с преимуществ:

- Экономия времени, так как теперь не требуется посещение отделения банка для совершения каких-либо действий с банковским счетом;
- Возможность получения информации о состоянии счета и о его балансе круглосуточно. С помощью нескольких кликов мы можем узнать какое количество средств у нас на счету, не поднимаясь с дивана;
- Возможность закрыть счет дистанционно в любое время и отправить заявку на выпуск новой карты. Например, в случае, если вы потеряли карту, вы можете в один тап заблокировать счет и не переживать о том, что кто-то может снять с нее деньги;
- Совершение покупок в интернет-магазинах;
- Отсутствие комиссии и др.

Выше я перечислила ключевые преимущества интернет-банкинга. Что касается рисков, то хочется выделить ключевой: проблема обеспечения безопасности системы. Конечно, в современном мире, банки делают все возможное для безопасности своих клиентов, но мошенники до сих пор находят лазейки. Тем более надо понимать, что сделать стопроцентную защиту невозможно. Ведь потоки операций в данной системе увеличиваются с каждым днем, повышая тем самым привлекательность для людей, которые совершают незаконные проникновения в такие системы.

Исключить риски невозможно, но снизить их вполне реально. Основные угрозы интернет-банкинга: кардинг и фишинг. Оба вида мошенничества представляют собой кражу личных данных клиентов банка, их реквизитов. Только фишинг имеет более хитрую систему, так как злоумышленники занимаются «ловлей» данных через сайты, похожие на официальные сайты банков. К сожалению, немало людей до сих пор ведутся на такие вещи. Поэтому стоит более внимательно относиться к информации по своей карте и к операциям, которые мы совершаем через интернет-банки.

В заключение хотелось бы отметить, что ИТ в банковской сфере безусловно прогресс, который упростил жизнь многих людей. Но очень важно не забывать о том, что данная система несовершенна и стоит быть более бдительными. По моему мнению, ИТ в банкинге еще не достигли своего максимального подъема, поэтому нас ждет еще много нового. Надеюсь, что плюсов будет становиться все больше, а минусы будут исключены из работы данной системы.



Литература

1. Информационная эра. Карта знаний. [Электронный ресурс] // Сайт Картаслов.ру. URL: <https://kartaslov.ru/карта-знаний/Информационная+эра> (дата обращения: 16.04.2021).
2. Что такое мобильный банкинг? [Электронный ресурс] // Сайт mytop-finance. URL: <https://mytopfinance.ru/chto-takoe-mobilnyj-banking/> (дата обращения: 16.04.2021).

А.А. Мухаммадиев

РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ХОККЕЙНЫХ КОМАНД

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

На сегодняшний день информационные технологии (ИТ) – это основной способ взаимодействия с информацией. ИТ не только позволяют создавать и хранить информационный ресурс, но и являются эффективным средством влияния и контроля сфер жизнедеятельности человека [1]. При компьютерной обработке информации структурированные данные предпочтительно хранить в базах данных – особых файлах, использование которых вместе со специальными программными средствами позволяет пользователю просматривать необходимую информацию и, по мере необходимости, манипулировать ею, например, добавлять, изменять, копировать, удалять, сортировать и т.д.

Целью данного исследования является разработка уникальной распределенной интеллектуальной системы информационной поддержки хоккейных команд.

Актуальность данного исследования заключается в том, что хоккейные команды разного уровня смогут использовать информационную систему для упрощения получения информации разного характера. Исходная гипотеза: хоккейной команде будет удобнее и быстрее получать необходимую информацию из разрабатываемой информационной системы, чем из других источников.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи: проведение анализа предметной области; разработка структуры программного продукта; программная реализация информационной системы.

Распределенной системы информационной поддержки хоккейных команд реализовано на базе СУБД SQL Server [2, 3]. Данная система управления базами данных отлично подходит для написания как небольших, так и крупных приложений и систем. SQL Server был презентован компанией Microsoft в 1987 году. Последняя версия была выпущена в 2019 году, однако в разработке информационной системы использована версия 2012 года.



Можно выделить следующие достоинства SQL Server, на основе которых и был сделан выбор остановиться именно на данной СУБД:

1. Производительность. SQL Server производит операции достаточно быстро.

2. Надежность и безопасность. SQL Server со своей стороны предоставляет пользователю надежное шифрование данных.

3. Простота. С данной системой управления базами данных достаточно легко работать даже без наличия большого опыта. Администрирование ведется в той же степени просто.

Для организации баз данных MS SQL Server использует реляционную модель, которая является стандартом организации баз данных.

При реализации проекта используется язык программирования C# [4, 5]. Язык C# является одним из самых популярных и востребованных языков в сфере информационных технологий. Данный язык программирования позволяет писать широкий спектр программ, начиная с небольших desktop-программ и заканчивая крупными информационными web-сайтами, которые ежедневно посещаются огромным потоком людей. Новейшая версия языка – C# 9.0, вышедшая осенью 2020 года вместе с релизом .NET 5.

Также следует отметить такую особенность языка C# и фреймворка .NET, как автоматическая сборка мусора. Это означает, что в большинстве случаев не придется, в отличие от C++, заботиться об освобождении памяти. Вышеупомянутая общезыковая среда CLR сама вызовет сборщик мусора и очистит память.

База данных была разработана с хранимыми процедурами и одним триггером. Средствами Microsoft Visual Studio был создан удобный пользовательский интерфейс, который легко позволяет решать все задачи, сформулированные в постановке задач. Исходная гипотеза подтвердилась, в качестве фокус-группы использовалась хоккейная команда «Ак Барс» континентальной хоккейной лиги. Ниже представлен интерфейс разработанной информационной системы (рис. 1-3).

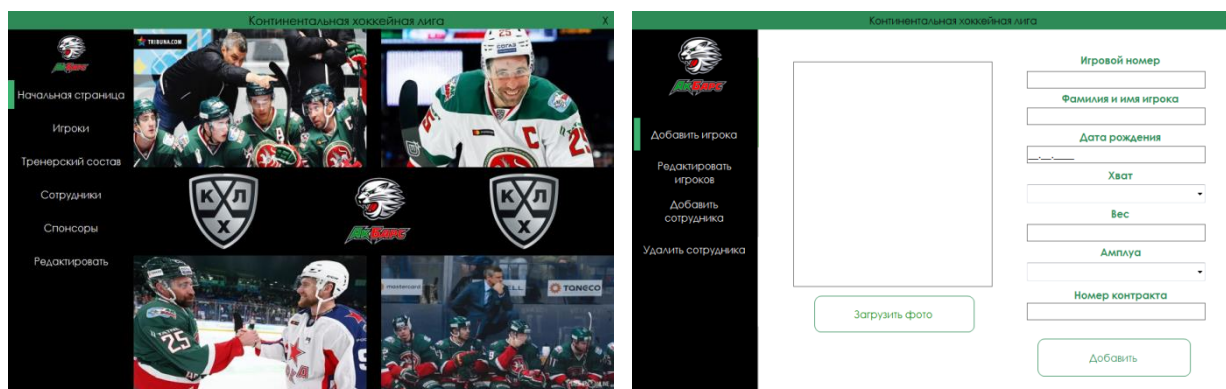


Рис. 1. Начальная страница информационной системы и вкладка «Добавить игрока» после авторизованного входа во вкладку «Редактировать»

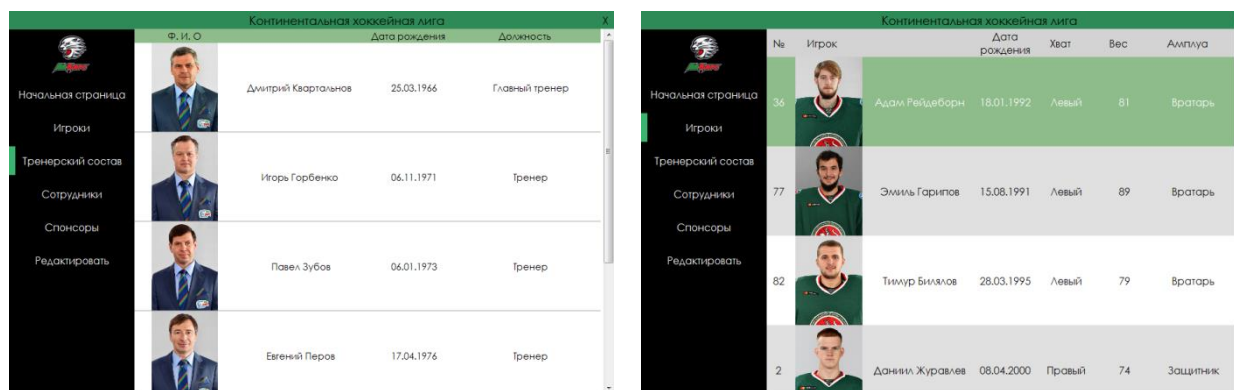


Рис. 2. Вкладка «Тренерский состав» и вкладка «Игроки»

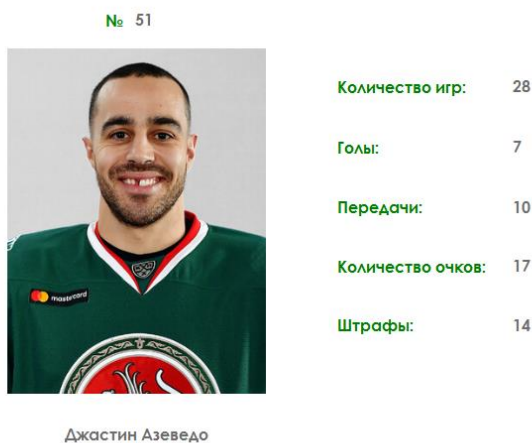


Рис. 3. Окно, всплывающее при нажатии на иконку игрока

Таим образом, результатом выполнения исследовательской работы стало разработанное приложение, которое позволяет автоматизировать операции учета статистики игроков и процесс добавления и добавления новых игроков, сотрудников. Программное обеспечение отвечает всем требованиям предметной области. Аналогичные информационные системы полезно использовать и для систематизации существующих и новых методов повышения помехоустойчивости электронных средств [6, 7].

Литература

1. Сексенбаев К. Информационные технологии в развитии современного информационного общества / К. Сексенбаев, Б.К. Султанова, М.К. Кисина // Молодой ученый. – 2015. – № 24 (104). – С. 191-194. – URL: <https://moluch.ru/archive/104/24209/> (дата обращения: 18.04.2021).
2. Бен-Ган И. Microsoft SQL Server 2012. Основы T-SQL. – М.: Эксмо, 2015. – 400 с.
3. Грофф Д.Р., Вайнберг П.Н., Оппель Э.Дж. SQL. Полное руководство. – М.: Вильямс, 2018. – 960 с.
4. Джекпикс Ф., Троелсен Э. Язык программирования C# 7 и платформы .NET и .NET Core. – М.: Вильямс, 2018. – 1328 с.



5. Албахари Б., Албахари Д. С# 7.0. Справочник. Полное описание языка. – М.: Вильямс, 2018. – 1024 с.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г., Назметдинов Ф.Р. Снижение электромагнитных помех и защита информации в вычислительной технике с помощью экранирующих стекол // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2017. – №3. – С. 46-57.

7. 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.

И.О. Нестеров, И.В. Лёзина

РАСПОЗНАВАНИЕ РИМСКИХ ЧИСЕЛ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ХОПФИЛДА

(Самарский университет)

На сегодняшний день, нейронные сети – это многогранный, эффективный и мощный инструмент для решения самых разнообразных задач, связанных с множеством областей научных знаний. Помимо исследований, они находят и широкое практическое применение в экономике, безопасности и других важных сферах жизни человечества. Можно сделать однозначный вывод, что их вклад в современный мир – неоспорим.

Одна из базовых задач, решаемых с помощью нейронных сетей – распознавание. Суть её – принятие решения о принадлежности объекта к одному из классов, характеризующих подобные объекты.

Для осуществления распознавания необходимо, чтобы нейронная сеть была обучена на множестве данных имеющих такую же структуру и набор признаков, как и те, для которых она будет впоследствии использована. Нейронная сеть «запоминает» то, на чём её обучали и на основе этого принимает в дальнейшем решение о принадлежности объекта к одному из классов, который характерен для данных этого типа.

Рассмотрим процесс распознавания на примере работы нейронной сети Хопфилда.

Нейронная сеть Хопфилда состоит из N искусственных нейронов. Нейрон в системе принимает одно из двух состояний (это сопоставимо с выходом нейрона с пороговой функцией активации) [1]:

$$x_i = \begin{cases} 1, \\ -1 \end{cases}$$

Их взаимодействие внутри сети описывает выражение:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^N w_{ij} x_i x_j$$



где w_{ij} элемент матрицы взаимодействий W , состоящей из набора весовых коэффициентов связей между нейронами [2].

Рассмотрим два метода обучения нейронной сети Хопфилда: обобщённое правило Хебба и метод, основанный на псевдоинверсии.

Правило Хебба обладает невысокой продуктивностью. Методы, основанные на псевдоинверсии, используются в качестве альтернативы и лишены некоторых недостатков.[3]

Для сравнения эффективности данных методов обучения было проведено исследование с использованием разработанной программы на языке Java, реализующей нейронную сеть Хопфилда и оба метода обучения.

В качестве обучающей выборки создадим бинарные матрицы соответствующие начертанию римских чисел I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X.

В качестве тестовых выборок создадим наборы данных сгенерированных путём «зашумления» эталонных образов, описанных выше. Их общие объёмы – 500, 1000, 2500, 3500, 5000.

В результате обучения и подачи вышеуказанных тестовых выборок были получены результаты – количество правильно распознанных цифр в процентах. Сравним полученные результаты (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнение результатов экспериментов

Алгоритм	Символ	% распознавания в выборке 1 (500)	% распознавания в выборке 2 (1000)	% распознавания в выборке 3 (2500)	% распознавания в выборке 4 (3500)	% распознавания в выборке 5 (5000)
Обобщённое правило Хебба	I	70%	73.1%	77.8%	74.5%	71.9%
	II	84.4%	83.6%	80.9%	83.1%	78.9%
	III	70%	70.8%	79.8%	73.8%	80.8%
	IV	79.1%	75.1%	70.1%	73.1%	79.1%
	V	80.4%	78.9%	81.9%	79.1%	84.9%
	VI	81.8%	81.3%	75.3%	81.7%	85.3%
	VII	74.9%	74.9%	79.9%	73.9%	70.9%
	VIII	78%	78.1%	70.5%	73.5%	78.1%
	IX	69.1%	73.1%	80.7%	78.8%	73.9%
	X	69.5%	67.5%	71.5%	69.1%	69.7%
Метод, основанный на псевдоинверсии	I	95.5%	94.5%	97.7%	98.5%	96.1%
	II	94.8%	97.8%	90.8%	94.1%	95.4%
	III	90.4%	90.8%	93.9%	91.1%	97.4%
	IV	99.1%	97.2%	97.7%	96.3%	98.1%
	V	93.5%	94.4%	94.5%	93.6%	97.8%
	VI	91.8%	95.8%	97.3%	98.8%	95.6%
	VII	94.9%	96.8%	98.4%	96.1%	97.9%
	VIII	98%	99.4%	94.7%	91.5%	91.8%



	IX	93.1%	95.9%	89.8%	95.1%	99.9%
	X	90.7%	98.5%	94.9%	95.5%	94.4%

Из результатов проведенного эксперимента можно сделать вывод, что нейронная сеть Хопфилда показывает более высокий процент распознавания после обучения методом, основанном на псевдоинверсии, чем после обучения с помощью обобщённого правила Хебба.

Литература

1. https://cybernetics.wikia.org/ru/wiki/Нейронная_сеть_Хопфилда [Электронный ресурс].
2. Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика [Текст]:Изд-во Мир, 1992 – 236 с.
3. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Осовский С.: Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.

А.Д. Панченко, Г.А. Саитова, Л.В. Соколов

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПОДСЧЕТА КОЛОНИЙ МИКРООРГАНИЗМОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Введение

На сегодняшний день, почти все микробиологические лаборатории проводят измерения концентрации микроорганизмов с помощью стандартной методики подсчета на чашках Петри – ручного метода, который должен выполняться обученным персоналом. Поскольку ручной анализ может привести к утомлению глаз и ошибкам, особенно когда ежедневно обрабатываются сотни образцов, были созданы и коммерчески доступны автоматические счетчики колоний. Эти приборы быстрые и надежные, но дорогие, поэтому были разработаны портативные счетчики колоний на базе смартфонов, которые имеют низкую стоимость, но имеют и низкую точность, по сравнению с коммерческими настольными приборами. Полностью автоматизированные роботизированные устройства для подсчета колоний микроорганизмов в основном импортные и очень дорогие.

В этой статье предлагается алгоритм управления с помощью интеллектуальной системы технического зрения, позволяющий автоматизировать подсчет колоний микроорганизмов на чашках Петри (до 12 чашек), опробованный и реализованный на учебном робототехническом комплексе (УРТК).



Структурная схема управления робототехническим комплексом

На рисунке 1 изображена структурная схема управления робототехническим комплексом.

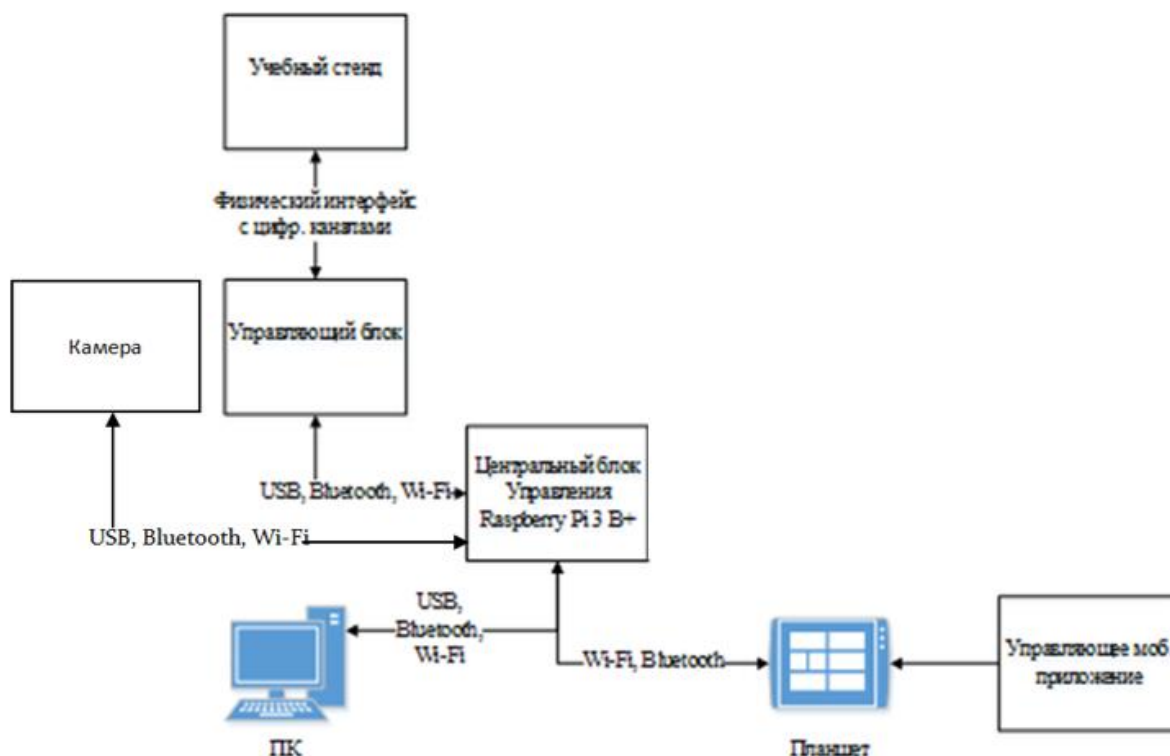


Рисунок 1 – Структурная схема управления робототехническим комплексом

Интеллектуальная система управления УРТК, оснащена современным блоком управления и шаговыми двигателями, для технического зрения используется камера (*LOGITECH C270 HD WEBCAM*). Данный стенд предназначен для обучения основам управления робототехническими системами и элементами гибких производственных систем [1]. В «УРТК» три оси перемещения (X , Y , Z) и поворотная ось (W) (рис.2), которые приводятся в движение четырьмя шаговыми двигателями *Nema 17 17HS8401* и захватное устройство с сервоприводом. Сигналы двигателям подаются от контроллера *Arduino Mega 2560* через плату ввода-вывода *RAMPS 1.4*. Сигнал с платы усиливается с помощью драйверов *DRV8825*. Питается это всё универсальным блоком питания мощностью 200 Ватт. На концах осей установлены концевики, подключенные к плате ввода-вывода *RAMPS 1.4*. В системе управления УРТК управляющие напряжения на плату управления подаются с *USB* порта ПК. Так же связь с блоком управления установлена посредством приемников *Bluetooth* или *Wi-fi* через *Raspberry Pi 3*.

Алгоритм интеллектуального управления «УРТК»

Управление учебным робототехническим комплексом осуществляется с помощью интеллектуальной системы технического зрения. В алгоритме реализованы следующие функции:

- управление двигателями всех осей «УРТК»;
- получение изображения с камеры;



- распознавание чашки Петри на изображении;
- передача изображения на ПК;
- подсчет колоний микроорганизмов на чашках Петри.

С учетом требуемых функций рассмотрим работу алгоритма управления «УРТК» с помощью интеллектуальной системы технического зрения.

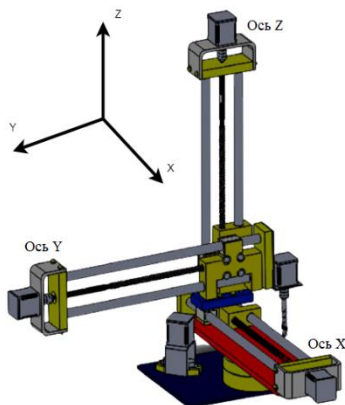


Рисунок 2 – УРТК

Камера установлена на Оси Y УРТК, с помощью оси Z устанавливается нужное расстояние до чашки Петри. Программное обеспечение для управления УРТК, сбора и анализа данных написано в среде разработки *Matlab*. Система управления УРТК запрограммирована на движение осей УРТК по заданной траектории, в процессе прохождения которой камера захватывает всю рабочую зону, и с помощью нейронной сети определяет расположение чашек Петри на всей рабочей поверхности, в нашем случае 12 чашек.

Траектория движения «УРТК» по осям Y и X с камерой представлена на рисунке 3. Далее камера опускается по оси Z над засеянной чашкой Петри, от системы поступает команда на захват и обработку изображения. Затем система сохраняет обработанное изображение с подсчитанным количеством колоний (рис.4) и движется к следующей чашке Петри. В заключении система считывает ответ с УРТК, если количество изображений совпадает с введенными параметрами количества чашек, то алгоритм работы завершается. А если не совпадает, то совершается дальнейшее передвижение по в поисках объекта.

Интерфейс пользователя реализован в среде разработки *Matlab* (рис. 4).

Полученные изображения обрабатывались по следующему алгоритму:

- Преобразование изображения RGB в изображение в HSV;
- Определить диапазон белого цвета в HSV;
- Формирования порога к изображению [2];
- Определение количество колоний через круговое преобразование Хафа.

Алгоритм преобразования Хафа удобен тем, что способен различать две перекрывающиеся колонии на изображении [3].



1. Чашка Петри
2. "УРТК"
3. Основная траектория передвижения
4. траектория передвижения в случае необнаружения Чашки Петри

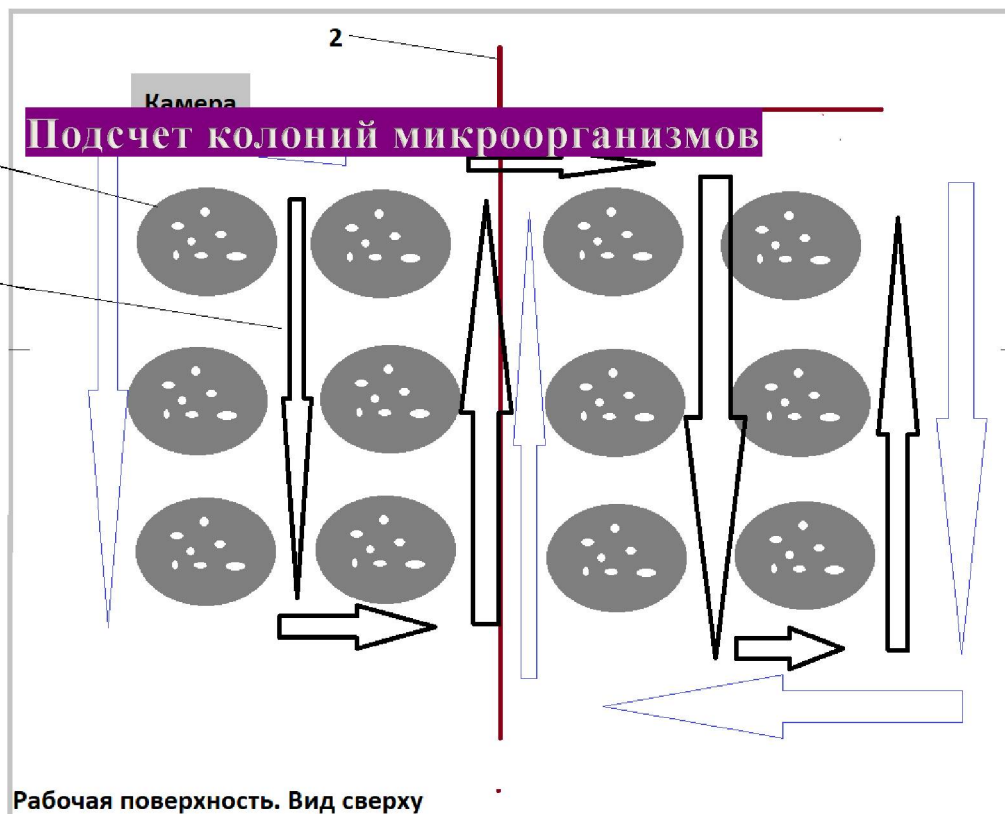


Рисунок 3 – Траектория движения оси Y и X «УРТК»

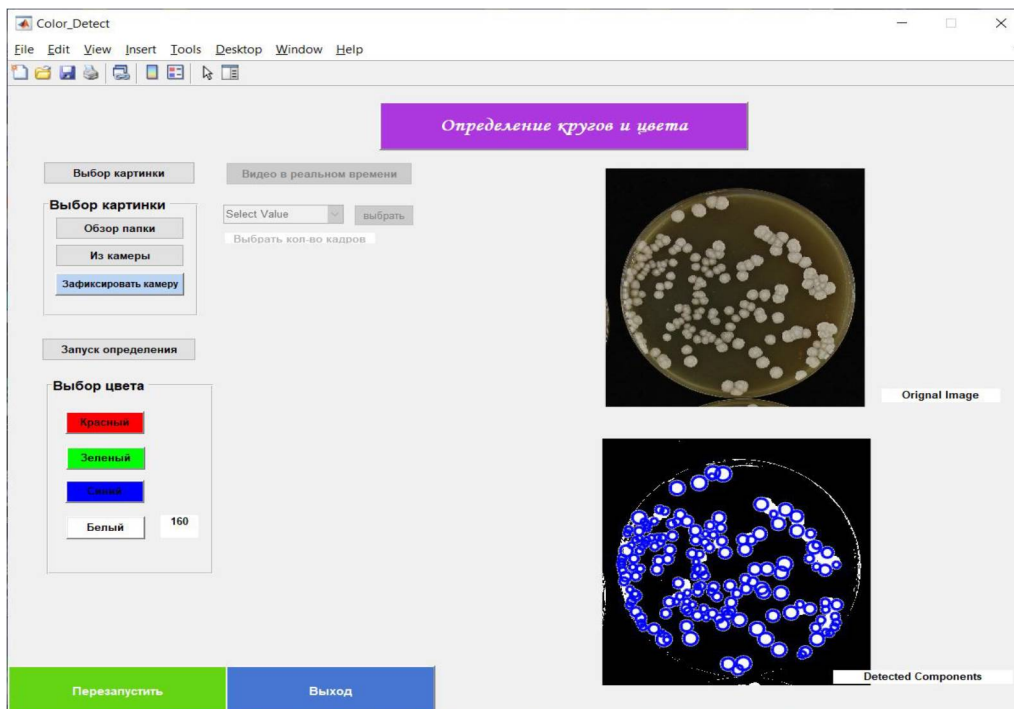


Рисунок 4 – Интерфейс пользователя



Вся система была построена с использованием недорогой электроники и управлялась следующими элементами:

- микроконтроллером, отвечающим за подачу сигналов к движениям шаговых двигателей и получение сигналов от концевиков;
- портативным компьютером, отвечающий за сбор и обработку данных с камеры и сохранение данных в накопитель.

Заключение

В статье представлена интеллектуальная система управления комплексом «УРТК» с использованием системы технического зрения для подсчета колоний микроорганизмов на чашках Петри. В работе для обработки изображения используется нейронная сеть и алгоритм кругового преобразования Хафа. Предложенный алгоритм позволяет автоматизировать и тем самым сократить время подсчета колоний микроорганизмов на чашках Петри.

Литература

- 1 Сайтова Г.А., Камильянов К.Н., Михайлов А.С. Программы управления учебным робототехническим комплексом [Текст]. В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2019) Труды Международной научно-технической конференции/Под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2019. – 406 с.
- 2 Ежова К.В. Моделирование и обработка изображений [Текст]: учеб. пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2011. – 93 с.
- 3 Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде *MATLAB* [Текст] – М., Техносфера, 2006. – 616 с.

А.А. Садовский, О.П. Солдатова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

(Самарский университет)

Анализ временных рядов сводится к решению задачи классификации или прогнозирования. Решение задачи прогнозирования используется во многих сферах деятельности, в финансовой для прогнозирования рыночного тренда, долгосрочных и среднесрочных прогнозов валютных курсов / акций.

Главная проблема в задаче анализа состоит в выборе и построении модели, адекватно отражающей динамику финансовых временных рядов. Модели временных рядов делятся на две группы: статистические и структурные. В статистических моделях зависимость будущего значения от прошлого задается в виде некоторого уравнения. К ним относятся:

- регрессионные модели (линейная регрессия, множественная регрессия, нелинейная регрессия);



- авторегрессионные модели (ARIMA, ARIMAX, GARCH, ARDLM);
- модели экспоненциального сглаживания;
- модель по выборке максимального подобия.

В структурных моделях зависимость будущего значения от прошлого задается в виде некоторой структуры и правил перехода по ней. К ним относятся:

- нейросетевые модели;
- модели на базе цепей Маркова;
- модели на базе классификационно-регрессионных деревьев.

Для анализа выбраны модель линейной регрессии, модель ARIMA и нейросетевая модель LSTM.

Линейная регрессия – модель линейной зависимости одной переменной от другой или от нескольких других переменных. Линейная регрессия некоторой зависимой переменной y на наборе независимых переменных $x = (x_1, \dots, x_r)$, где r – это число предсказателей, задаётся уравнением: $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_r x_r + \varepsilon$. $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_r$ – коэффициенты регрессии, и ε – случайная ошибка. Для каждого результата наблюдения $i = 1, \dots, n$, оценочный или предсказанный ответ $f(x_i)$ должен быть как можно ближе к соответствующему фактическому ответу y_i . Разницы $y_i - f(x_i)$ для всех результатов наблюдений называются остатками. Регрессия определяет лучшие прогнозируемые веса, которые соответствуют наименьшим остаткам. Для получения лучших весов, нужно минимизировать сумму остаточных квадратов (SSR) для всех результатов наблюдений: $SSR = \sum_i (y_i - f(x_i))^2$. Этот подход называется методом наименьших квадратов.

ARIMA (autoregressive integrated moving average) является обобщением модели авторегрессионного скользящего среднего [1]. Обычно модель упоминается, как ARIMA(p,d,q), где p,d и q — целые неотрицательные числа, характеризующие порядок для частей модели (соответственно авторегрессионной, интегрированной и скользящего среднего). Пусть задан временной ряд X_t , где t — целый индекс и X_t — вещественные числа. Тогда модель ARMA(p,q) задаётся следующим образом:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i\right) X_t = \left(1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i\right) \varepsilon_t,$$

где L — оператор задержки, ϕ_i — параметры авторегрессионной части модели, θ_i — параметры скользящего среднего, а ε_t — значения ошибки. Предполагают, что ошибки ε_t являются независимыми одинаково распределёнными случайными величинами с нормальным распределением с нулевым средним.

ARIMA(p,d,q) получается интегрированием ARMA(p,q).

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i\right) (1-L)^d X_t = \left(1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i\right) \varepsilon_t,$$

где d — положительное целое, задающее уровень дифференцирования (если $d=0$, эта модель эквивалентна модели ARMA(p,q)). И наоборот, применяя почленное дифференцирование d раз к модели ARMA(p,q), получим модель ARIMA(p,d,q).



Модель LSTM (long short-term memory) — тип рекуррентной нейронной сети, способный обучаться долгосрочным зависимостям. LSTM хорошо справляется со многими задачами и широко применяются. LSTM-сеть – это искусственная нейронная сеть, содержащая LSTM-модули вместо или в дополнение к другим сетевым модулям. LSTM-модуль — это рекуррентный модуль сети, способный запоминать значения как на короткие, так и на длинные промежутки времени [2]. LSTM-модуль не использует функцию активации внутри своих рекуррентных компонентов. Таким образом, хранимое значение не размывается во времени, и градиент или штраф не исчезает при использовании метода обратного распространения ошибки во времени при тренировке сети.

LSTM-блоки содержат три или четыре «вентилей», которые используются для контроля потоков информации на входах и на выходах памяти данных блоков. Эти вентили реализованы в виде логистической функции для вычисления значения в диапазоне $[0; 1]$. Умножение на это значение используется для частичного допуска или запрещения потока информации внутрь и наружу памяти. Например, «входной вентиль» контролирует меру вхождения нового значения в память, а «вентиль забывания» контролирует меру сохранения значения в памяти. «Выходной вентиль» контролирует меру того, в какой степени значение, находящееся в памяти, используется при расчёте выходной функции активации для блока. (в некоторых реализациях входной вентиль и вентиль забывания воплощаются в виде единого вентиля. Идея заключается в том, что старое значение следует забывать тогда, когда появится новое значение достойное запоминания).

Весы в LSTM-блоке (W и U) используются для задания направления оперирования вентилей. Эти веса определены для значений, которые подаются в блок (включая x_t и выход с предыдущего временного шага h_{t-1}) для каждого из вентилей. Таким образом, LSTM-блок определяет, как распоряжаться своей памятью как функцией этих значений, и тренировка весов позволяет LSTM-блоку выучить функцию, минимизирующую потери. LSTM-блоки обычно тренируют при помощи метода обратного распространения ошибки во времени. На рисунке 1 представлен простой LSTM блок с тремя вентилями.

Традиционная LSTM с вентилями забывания $c_0 = 0$ и $h_0 = 0$ (\circ обозначает произведение Адамара):

$$\begin{aligned}f_t &= \sigma_g(W_f x_t + U_f h_{t-1} + b_f), \\i_t &= \sigma_g(W_i x_t + U_i h_{t-1} + b_i), \\o_t &= \sigma_g(W_o x_t + U_o h_{t-1} + b_o), \\c_t &= f_t \circ c_{t-1} + i_t \circ \sigma_c(W_c x_t + U_c h_{t-1} + b_c), \\h_t &= o_t \circ \sigma_h(c_t),\end{aligned}$$

где x_t - входной вектор,

h_t - выходной вектор,

c_t - вектор состояний,

W , U и b - матрицы параметров и вектор,

f_t , i_t , o_t - векторы вентилей,



f_t - вектор вентиля забывания, вес запоминания старой информации,
 i_t - вектор входного вентиля, вес получения новой информации,
 o_t - вектор выходного вентиля, кандидат на выход,
 σ_g - на основе сигмоиды,
 σ_c - на основе гиперболического тангенса,
 σ_h - на основе гиперболического тангенса, но для LSTM предполагается, что $\sigma_h(x) = x$.

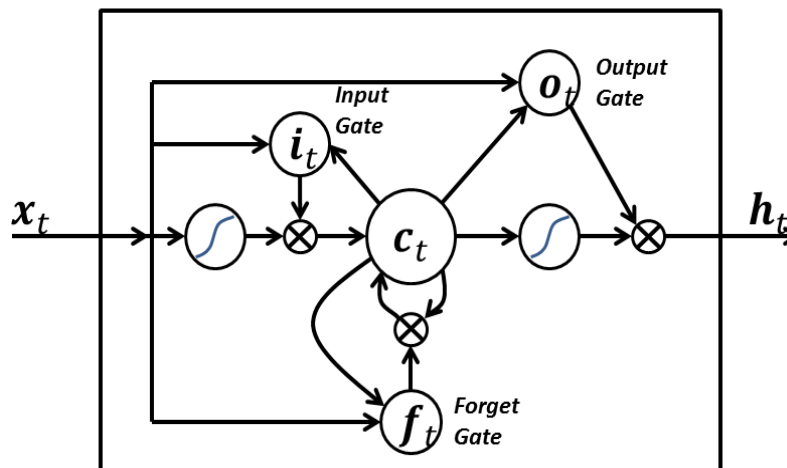


Рисунок 1 – Простой LSTM-блок с тремя вентилями: входным, выходным и забывания

Для тестирования моделей выбраны для использования данные об акциях биржи “NASDAQ”. Исходные данные представляют файл с расширением .csv с данными о цене открытия (цена, по которой ценные бумаги впервые торгуются после открытия биржи в торговый день), максимальной и минимальной цене акций за торговый день, скорректированной цене закрытия (величина, отражающая стоимость этой акции после учета любых корпоративных действий), цене закрытия (цена последней сделки, зарегистрированная при закрытии срочной биржи по окончании рабочего дня) и данные о количестве ценных бумаг, которые были проданы в течение рабочего дня. На рисунке 2 представлен график цен закрытия биржи NASDAQ за последние 5 лет.



Рисунок 2 – График цен закрытия биржи NASDAQ с 2016 года по настоящее время



Перед тем как приступить к тестированию моделей, нужно проверить исходный ряд на стационарность и, если потребуется провести нормализацию. Проверка на стационарность будет производиться с помощью теста Дики – Фуллера [3], а нормализация будет выполняться методом Мин-Макс. На рисунке 3 представлен результат предсказания с использованием линейной регрессии. На рисунке 4 изображен результат работы модели ARIMA с оценками производительности. На рисунке 5 представлен результат работы нейронной модели LSTM.

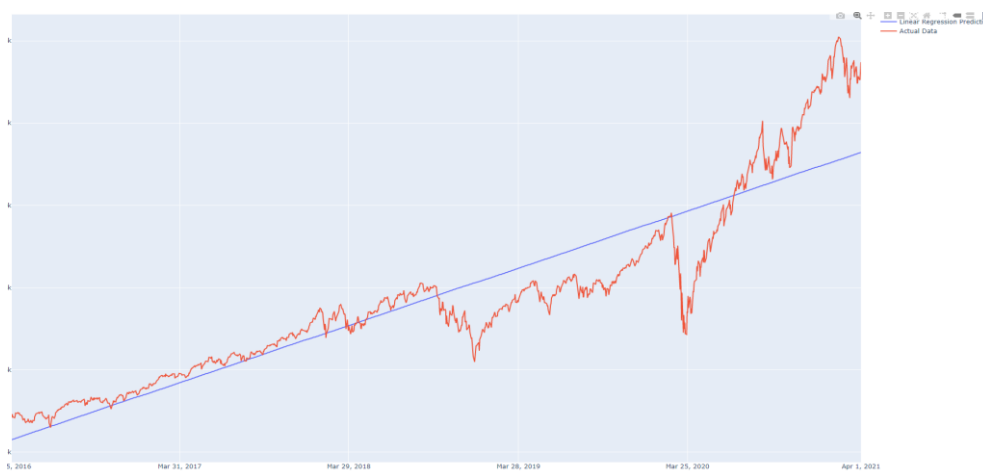


Рисунок 3 – График цен закрытия биржи NASDAQ с 2016 года по настоящее время

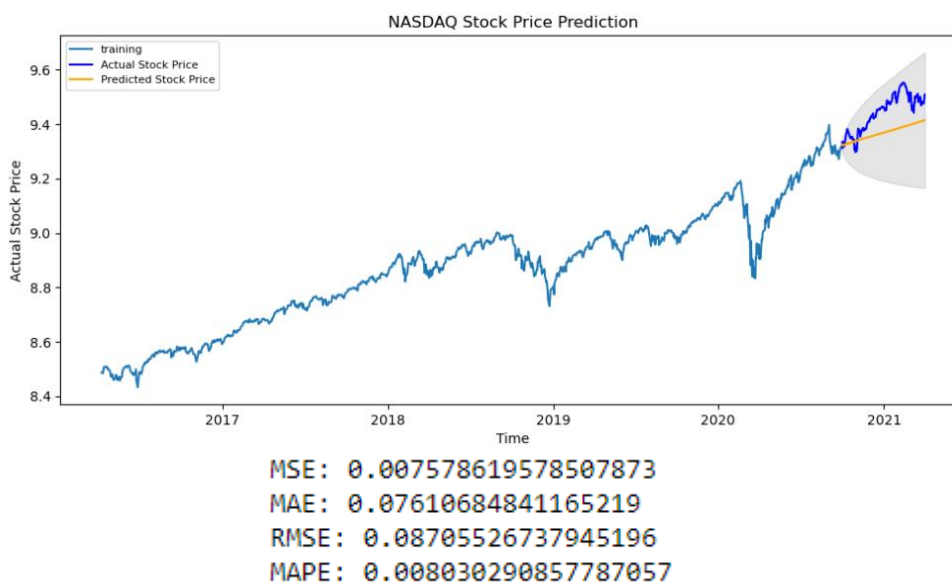


Рисунок 4 – Результат тестирования модели ARIMA



MSE: 37046.55091914236
MAE: 155.78831996600277
RMSE: 192.47480593351005
MAPE: 0.012366517663812646

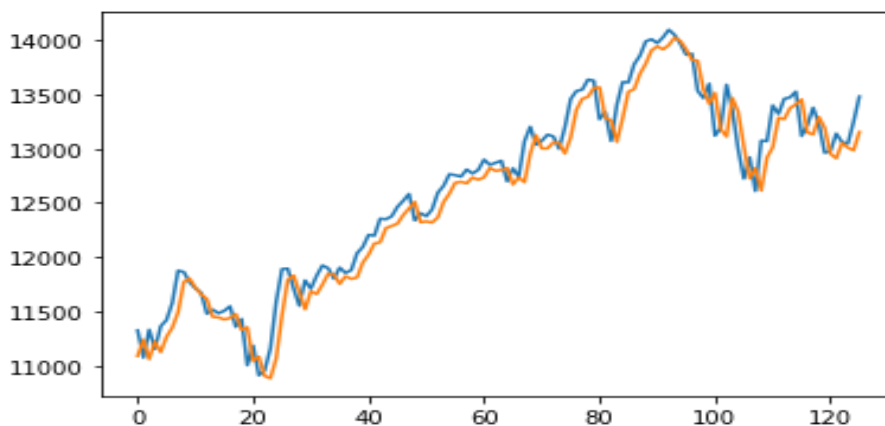


Рисунок 5 – Результат тестирования модели LSTM

Литература

1. Айвазян С.А. Прикладная статистика [Текст] // Основы эконометрики. Том 2. — М.: Юнити-Дана, 2001. — 432 с. — ISBN 5-238-00305-6.
2. Understanding LSTM Networks [Электронный ресурс]. — URL: <http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/> (дата обращения: 10.03.2021).
3. Dickey D. A. and Fuller W. A. [Текст] // Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root // Journal of the American Statistical Association. — 74. — 1979. — p. 427—431.

Г.А. Саитова, А.В. Елизарова

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗАРЯЖЕННОСТИ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аккумуляторные батареи имеют большое значение в современной жизни. Они широко применяются как источники питания в самых различных областях, например, для цифровой техники, гражданской/военной авиации, подводных лодок, устройств специального назначения, автономных объектов и т.д. Высокоэнергоемкие системы, к которым относятся литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) и батареи из них, являются системами повышенной пожароопасности. Для безопасной эксплуатации таких систем необходимо строго соблюдать режимы разряда и заряда батареи, для предотвращения необратимой деградации емкости, выхода из строя и даже возгорания батареи из-за неконтролируемого саморазогрева (теплового разгона).



Важнейшим параметром для конечного пользователя, будь то человек или автономная система, является текущая величина степени заряженности аккумулятора или батареи в текущий момент времени, учитывающая текущий режим эксплуатации, а также определение остаточной емкости прогноз времени, оставшегося до завершения текущего процесса.

Целью данной работы является разработка нейросетевой модели для систем контроля и управления литий-ионных аккумуляторных батарей, на примере аккумуляторов и батарей, используемых для автономных необитаемых объектов.

Выбор структуры нейросети. При проектировании нейросетей необходимо учитывать особенности моделируемого устройства, а также имеющихся для обучения данных. Так как аккумуляторная батарея – динамическая система, а для обучения имеются переходные процессы, полученные в ходе испытаний, выбран тип рекуррентный перцептрон.

Рекуррентный перцептрон – тот же многослойный перцептрон, но обратная связь позволяет использовать выходные значения нейросети вновь. Эта нейросеть в отличие от обычного перцептрона способна обучиться процессу, то есть важны не просто взаимосвязи между входной и выходной величиной, но и предыдущее состояние выходной величины (системы). Иногда применяют и обратные связи на отдельных слоях нейросети, образуя, таким образом, ячейку памяти предыдущего состояния отдельного слоя.

Реализация нейросети в Matlab. Для нейросетевого моделирования состояния заряда литий-ионного аккумулятора необходимо импортировать данные испытаний для обучения нейросети, сгенерировать нейросеть, и обучить ее по этим данным.

Выбран способ создания и обучения нейросети с помощью программного кода на языке Matlab, так как это позволит:

- Вводить данные из записанных заранее файлов;
- Вводить данные в автоматическом режиме, без ручной настройки;
- Автоматическое задание параметров нейросети, без ручной настройки;
- В программном коде наглядно представлены параметры нейросети.

Созданная нейросеть является перцептроном, с обратной связью, с двумя скрытыми слоями по 20 и 10 нейронов соответственно. На входе и выходе нейросети задаются следующие параметры: время, ток (I , А), напряжение (U , В), емкость (C , %), так как эти параметры наиболее тесно взаимосвязаны. Отображение нейронной сети представлено на рисунке 1.

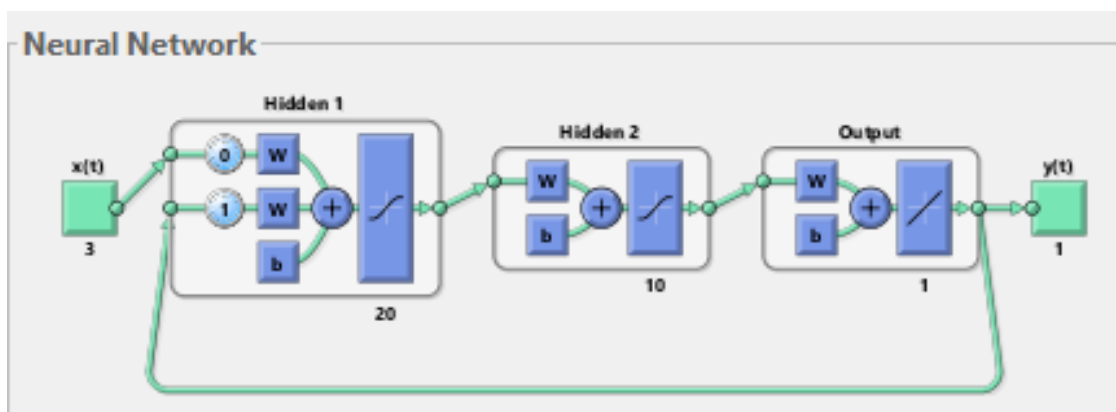


Рисунок 1 – Структура нейронной сети

Данная нейросеть обучается очень быстро, за 1000 циклов (эпох) ошибка обучения снижется до 0,00167. Изменение ошибки представлено на рисунке 2.

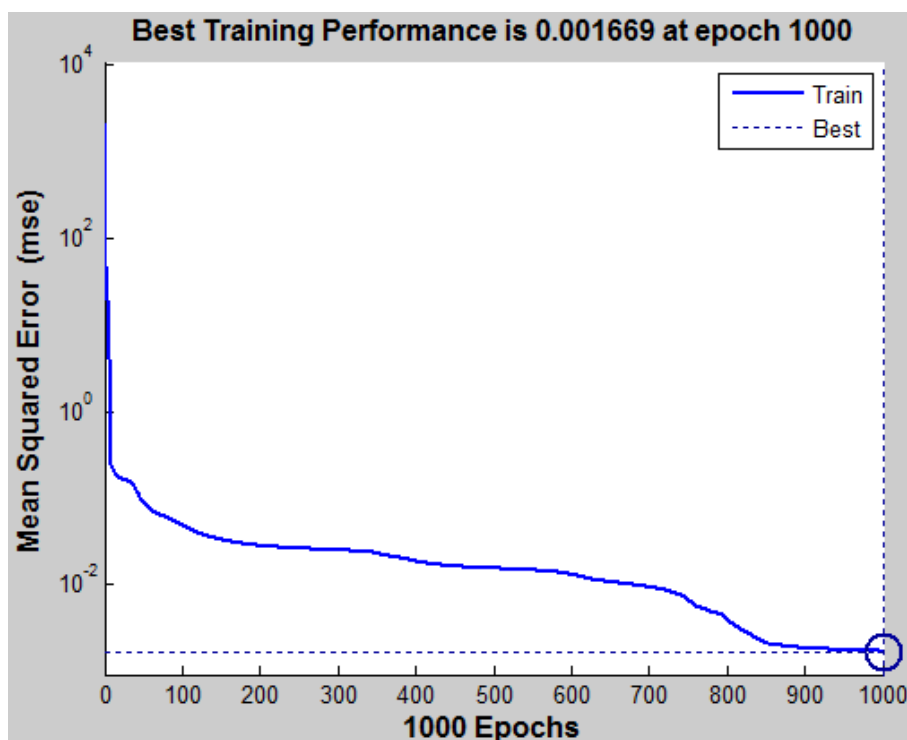


Рисунок 2 – Процесс уменьшения ошибки в ходе обучения нейросети

Для анализа работы нейросети с новыми данными построены графики исходных данных и данных нейросети по напряжению и емкости. Графики представлены на рисунках 3, 4.

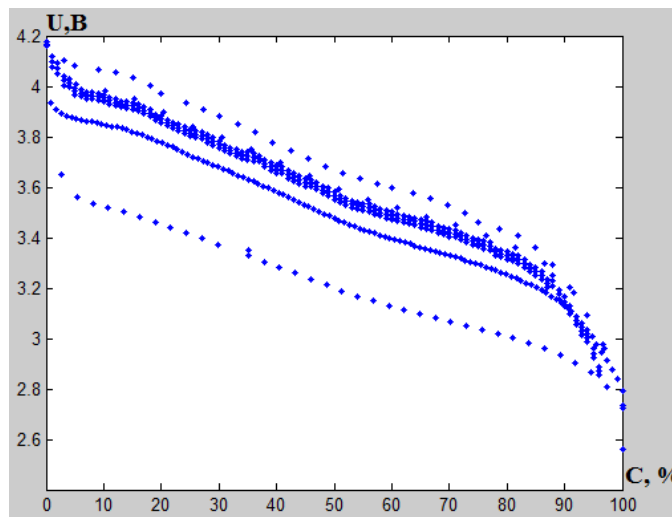


Рисунок 3 – Исходные данные

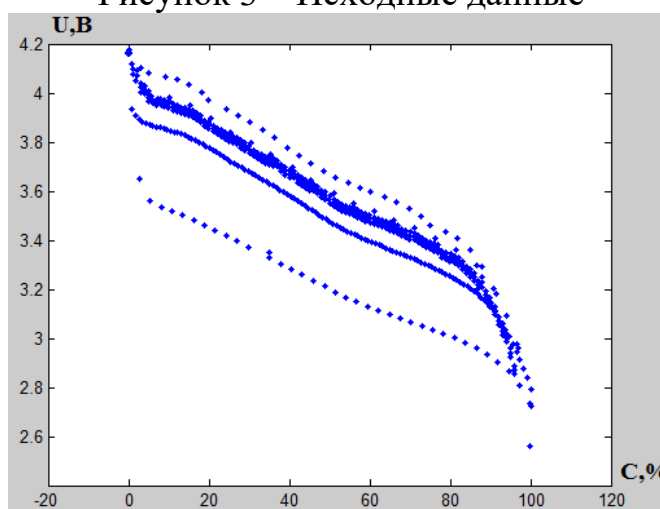


Рисунок 4 – Данные полученные от нейросети

Далее проведено обучение нейросети на тестовой выборке. Результат моделирования показан на рисунке 5.

Как видно из переходных процессов моделирования, качество модели очень высокое. Для улучшения достоверности модели необходимо дополнительно обработать данные для обучения, а также, возможно модифицировать структуру нейросети.

Проведем проверку соответствия результатов, полученных от нейросетевой модели с данными, полученными эмпирическим путем. Для получения данных о состоянии заряда аккумулятора в команду строку среды Matlab введен код с входными значениями I, U, t, на выходе получаем C(%):

```
>> x_test = [2.3;3.95;0.25]; Y_test = sim(net,x_test)
Y_test =
    11.4195.
```

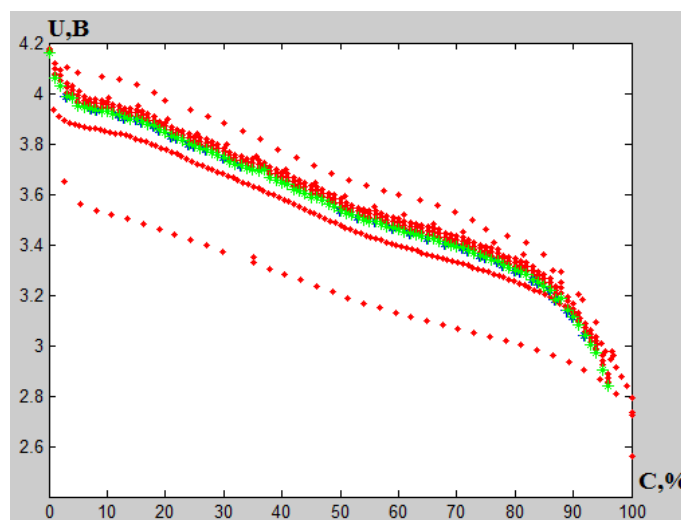



Рисунок 5 – Обучение нейросети на тестовой выборке

Результаты данных, полученных эмпирическим путем показаны на рисунке 6.

	J	K	L	M	N
					4,875
	testing				
I	U	tau	C,%	C	
	2,3	4,1637	0	0	0
	2,3	4,1196	0,021196	1	0,04875
	2,3	4,0898	0,042391	2	0,0975
	2,3	4,0387	0,063587	3	0,14625
	2,3	4,0309	0,084783	4	0,195
	2,3	3,9925	0,00106	5	0,002438
	2,3	3,9867	0,001272	6	0,002925
	2,3	3,9773	0,001484	7	0,003413
	2,3	3,9746	0,006783	8	0,0156
	2,3	3,9715	0,00763	9	0,01755
	2,3	3,9666	0,008478	10	0,0195
	2,3	3,9571	0,233152	11	0,53625
	2,3	3,9477	0,254348	12	0,585
	2,3	3,9413	0,275543	13	0,63375

Рисунок 6 – Данные, полученные эмпирическим путем

Таким образом, полученная нейросетевая модель способна полностью заменить математическую модель аккумуляторной батареи, или дополнить ее, например в диагностике. Применение такой нейросетевой модели ускорит процесс составления моделей для проведения полунатурных экспериментов.

Литература

1. Борисевич А.В. Моделирование литий-ионных аккумуляторов для систем управления батареями: обзор текущего состояния // Современная техника и технологии. 2014. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2014/05/3542> (дата обращения: 29.03.2021).
2. Карамзина А. Г., Сильнова С. В. Программа практик / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2015. – 52 с.



3. Tang X. et al. Li-ion battery parameter estimation for state of charge // American Control Conference (ACC), 2011. – IEEE, 2011. – С. 941-946.

А.В. Серебряков, Л.С. Зеленко, Д.С. Оплачко

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РУБРИЦИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ

(Самарский университет)

Обработка естественного языка (NLP, Natural language processing) – одно из направлений машинного обучения, целью которого является обработка и анализ больших массивов текстов на естественном языке. Это направление актуально, так как Интернет содержит огромное количество различных текстовых данных, с которыми человек уже давно перестал самостоятельно справляться.

Рубрицирование текстов – отнесение текста к одной из заранее известных тематических рубрик [1]. Такая задача решается, например, при отнесении новости или статьи к определенной рубрике (тематике) на информационных порталах, или для разделения заявок в системах технической поддержки по определенным проблемам.

Объемы неструктурированной текстовой информации, как и количество интернет-пользователей постоянно растут, следовательно, растет и актуальность разработки автоматизированного решения задачи рубрицирования, которое разделяло бы большие наборы текстов по определенным рубрикам, таким образом структурируя их и упрощая поиск нужной информации.

Выделяются два основных класса методов автоматического рубрицирования текстов – инженерные методы (методы, основанные на знаниях) и методы, основанные на машинном обучении. При применении инженерных методов, массив текстов разбивается по рубрикам с помощью формальных описаний каждой из рубрик, которые создаются лингвистами и экспертами в различных предметных областях. При применении методов, основанных на машинном обучении, производится статистический анализ коллекции документов, предварительно распределенных по рубрикам вручную, на основании которого образы рубрик строятся автоматически [2]. Под образами рубрик понимаются их формальные описания.

Правила рубрицирования текстов обычно основываются на наличии или отсутствии в текстах тех или иных лексических единиц. В простейшем случае правило отнесения текста к рубрике представляет собой дизъюнкцию наличия в тексте некоторых слов. В более сложном случае используются конъюнкции (требуется одновременное наличие двух или более слов) и отрицание (требуется отсутствие в тексте определенных слов) [2].

Задача рубрицирования является подвидом задачи классификации, так как относится только к массивам текстов и связана с разбиением их на рубрики



(тематики), в то время как под задачей классификации понимается отнесение *любых* объектов к *любым* заранее заданным категориям.

Преимущество методов решения задачи рубрицирования текста с помощью машинного обучения заключается в том, что они позволяют понизить трудоемкость разработки, так как не требуют работы лингвистов и экспертов в различных предметных областях над составлением образов рубрик [2]. При этом сложность использования таких методов заключается в том, что они требуют составления большой коллекции обучающих выборок, на основе которых алгоритм строит образы рубрик и «учится» относить текст к той или иной рубрике.

Рассмотрим формальную постановку задачи рубрицирования. Пусть X – множество текстовых документов, Y – конечное множество рубрик. Существует неизвестная целевая зависимость – отображение $y^*: X \rightarrow Y$, значения которой известны только на объектах конечной обучающей выборки $X^m = \{(x_1, y_2), \dots, (x_m, y_m)\}$. Требуется восстановить зависимость, т.е. построить функцию (алгоритм) $f: X \rightarrow Y$, предсказывающую $y \in Y: y = f(x)$, то есть позволяющую отнести произвольный объект $x \in X$ к той или иной рубрике $y \in Y$.

Документы из обучающей выборки разделяются на два независимых набора: обучающего и тестового. С помощью обучающего набора алгоритм строит образы рубрик, анализируя входные данные и ответы к ним, и выявляя общие закономерности, присущие текстам на естественном языке. Тестовый набор данных нужен для оценки точности построенных образов. Каждый документ из тестового набора подается на вход построенному алгоритму $f: X \rightarrow Y$, а затем результат сравнивается с соответствующим ответом из тестовой выборки. Оценка качества при этом определяется как процент ошибки ответов на всей тестовой выборке.

Для разработки системы автоматического рубрицирования текстов и исследования были выбраны метод опорных векторов и многослойный перцептрон, так как они считаются наиболее эффективными в задачах классификации текстов.

В качестве архитектуры для разрабатываемой системы была выбрана трехзвенная клиент-серверная архитектура «клиент – сервер приложений – БД». На сервере приложений будет развернута подсистема обучения, подсистема загрузки и предобработки обучающей выборки, подсистема работы с обученными моделями. Сервер приложений будет реализован с помощью языка Python, библиотек NLTK и Gensim. Интерфейс пользователя будет реализован в виде «тонкого» клиента на языке Typescript с использованием фреймворка Angular 11. Клиент с помощью веб-браузера будет взаимодействовать с сервером приложений. В БД будут храниться параметры для сохраненных обученных моделей.

На рисунке 1 приведена диаграмма вариантов использования системы со стороны пользователя.

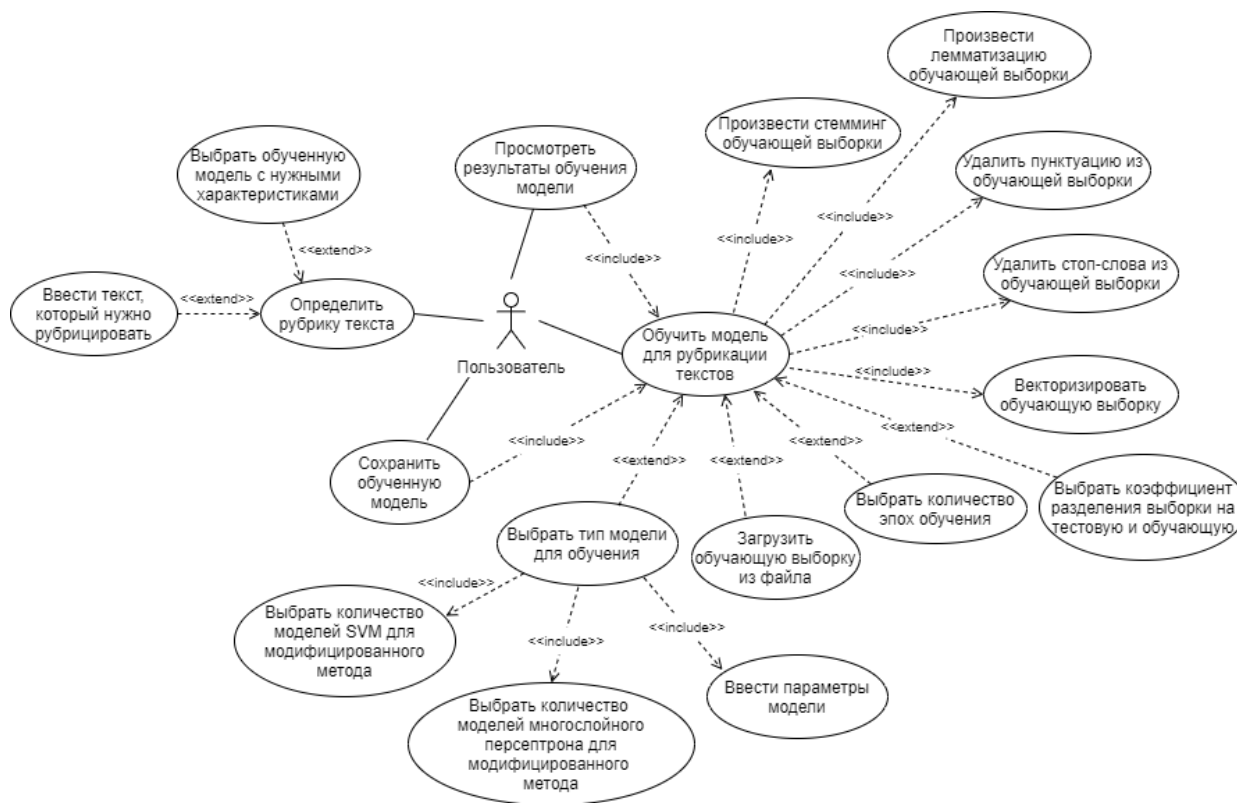


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования для пользователя системы

Пользователь сможет обучить новую модель или определить рубрику для введенного текста с помощью уже обученных моделей, которые будут храниться на сервере приложений.

При обучении новой модели пользователь должен будет выбрать тип модели (SVM, многослойный персептрон или модифицированный), загрузить из файла обучающую выборку, в которой каждому набору текста сопоставлена рубрика, выбрать количество эпох обучения и коэффициент разделения выборки на тестовую и обучающую. Также пользователь сможет произвести стемминг, лемматизацию, векторизацию, удаление стоп-слов и пунктуации из обучающей выборки. После обучения модели пользователь сможет просмотреть результаты обучения и сохранить их.

Кроме метода опорных векторов и многослойного персептрона, в системе будет реализован гибридный алгоритм по принципу ансамбля методов. Пользователь при обучении сможет выбрать количество моделей SVM и количество моделей многослойного персептрона, таким образом получая набор из моделей разных методов, определяющих рубрику по принципу голосования.

Кроме разработки системы автоматической рубрикации текстов в рамках работы будет произведено исследование методов SVM и многослойного персептрона. Планируется исследовать, какие комбинации предобработки обучающей выборки, на каких параметрах для каждого из методов машинного обучения и какие комбинации моделей для модифицированного алгоритма дадут наибольшую точность обучения.

На текущий момент система находится на этапе реализации.



Литература

1 Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных / Е.И. Большакова, К.В. Воронцов, Н.Э. Ефремова, Э.С. Клышинский. М.: НИУ ВШЭ, 2017. 269 с.

2 Добров А.В. Автоматическая рубрикация текстов средствами комплексного лингвистического анализа [Электронный ресурс]. <http://www.aiire.org/pubs.php> (дата обращения: 23.03.2021).

Д.А. Сорокин

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ДАТЧИКОВ УМНОГО ДОМА

(Самарский университет)

На сегодняшний день, благодаря стремлению человека к комфорту, явно можно видеть тренд к автоматизации жилых и производственных помещений – так называемые умные дома. Такие помещения и даже дворовые территории автоматически включают и выключают свет, следят за температурой, влажностью и обеспечивают безопасность. Для реализации этих функций используются различные сенсорные устройства (СУ), которые считывают информацию из окружающей среды. На основе данных этих устройств система выполняет те или иные действия. Для того чтобы СУ передавали достоверные данные важны их правильное размещение и, для некоторых типов датчиков, максимизация покрытия сканируемого пространства.

При наличии одинаковых сенсорных устройств (СУ) задача их размещения сводится к очевидному детерминированному решению, типа задачи упаковки шаров. Однако будем считать, что сенсорные устройства неоднородны, то есть имеют разный радиус действия, форму покрытия и функционально предназначены для сбора разной информации.

Задачу оптимального размещения сенсорных устройств в пространстве помещения можно свести к задаче, геометрического покрытия которая является частным случаем задачи оптимального проектирования и принадлежит к классу задач «раскрой и упаковки». Требуется расположить различные СУ, каждый из которых имеет свою зону покрытия, которая может отличаться как размером, так и формой, на покрываемой поверхности таким образом, чтобы вся или указанная часть поверхности была покрыта целиком. При этом в покрываемом пространстве могут находиться препятствия, которые ограничивают зону покрытия СУ. Критериями оптимальности такой задачи является наименьшая площадь перекрытий зон покрытия СУ, использование минимального количества СУ и максимально возможное покрытие заданной области зонами покрытия СУ.

На сегодняшний день существуют исследования алгоритмов позволяющих размещать некоторые геометрические фигуры с максимизацией покрытия



и минимизацией перекрытий, но они учитывают не все факторы важные для решения поставленной задачи.

Так, в работе [1] предложены алгоритмы нахождения оптимальных покрытий конгруэнтными кругами и указаны решения для покрытия квадрата n кругами при $n \leq 15$, а в [2] представлены оптимальные конфигурации покрытий единичных круга, квадрата и правильного треугольника для $n \leq 10$. В [3, 4] исследовались задачи покрытия окружностями равного радиуса квадрата и круга с помощью метода построения наилучших чебышёвских n -сетей. Но все эти решения в качестве покрывающей формы используют окружность, тогда как у некоторых СУ областью покрытия является сектор окружности.

В [6], приводится вариант решения задачи оптимизации геометрического покрытия с применением генетического алгоритма. В этом решении предполагается, что форма покрытия может быть любой и учитывается большинства из установленных критериев оптимальности поставленной задачи размещения СУ. Однако в приведённом решении не учитываются возможные препятствия, ограничивающие зону покрытия СУ.

Препятствия учтены в работе [7] где предлагается алгоритм размещения сенсоров на основе теории графов, но данный алгоритм работает только с покрывающими поверхностями в форме окружности.

В [5] проводилось исследование различных метаэвристических алгоритмов для решения задач оптимального геометрического покрытия. По результатам исследования можно видеть, что наивный алгоритм «Первый подходящий» плохо работает для сложных поверхностей, но его можно использовать для построения начального приближения в более сложных алгоритмах – например «эволюционном» так как его время работы сравнительно небольшое.

В [8] рассматривается похожая задача связанная с размещением СУ в пространстве с препятствиями. В данной работе так же рассматривается применение генетического алгоритма для решения этой задачи. Целью же данной задачи является «размещение сенсорных устройств в коммутационном поле интернета вещей», что предполагает перекрытие областей действия передатчиков СУ, а также устанавливает форму этой области действия как окружность. По перечисленным выше критериям алгоритм, реализованный в [8] не подходит для решения поставленной мной задачи. Но выводы, сделанные в данной работе, доказывают эффективность применения генетического алгоритма для решения задач данного типа.

Таким образом целью работы является исследование применимости и модификация генетического алгоритма, а так же его тонкая настройка для решения задачи автоматизированного размещения СУ, где входными данными будут являться технические характеристики СУ и размеченная карта области размещения.



Литература

1. Галиев Ш.И., Карпова М.А. Оптимизация многократного покрытия ограниченного множества кругами // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2010. Т. 50. № 4. С. 757–769.
2. Лебедев П.Д., Бухаров Д.С. Аппроксимация многоугольников наилучшими наборами кругов // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Математика. 2013. № 3. С. 72–87.
3. Лебедев П.Д., Успенский А.А., Ушаков В.Н. Алгоритмы наилучшей аппроксимации плоских множеств объединениями кругов // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2013. Вып. 4. С. 88–99.
4. Heppes A. Covering a planar domain with sets of small diameter // Periodica Mathematica Hungarica. 2006. Vol. 53. P. 157–168.
5. Забелин С.Л., Фроловский В.Д. Исследование метаэвристических алгоритмов для решения задач оптимального геометрического покрытия // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении. 2012. С. 127 – 136.
6. Забелин С.Л., Фроловский В.Д., Жеголко К. В. Разработка и исследование генетического алгоритма для автоматизации проектных процедур оптимизации геометрического покрытия // Вестник ТГТУ. 2015. Т. 21. №2. С. 257 – 265.
7. Кочкаров А.А., Яцкин Д.В. Алгоритм поиска оптимального расположения сенсоров для решения задачи мониторинга пространства // Программные продукты и системы. 2016. Т. 29. №3. С. 60 – 66.
8. Кутузов О. И., Татарникова Т. М. Решение одной задачи размещения сенсорных устройств в сетях интернета вещей // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» № 6/2018. С 15 – 20.

А. Н. Спиркин

СУБВОКАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫМ МЕХАНИЗМОМ

(Пензенский государственный университет)

В настоящее время автоматическое распознавание речи является динамично развивающимся направлением в области создания интерфейсов взаимодействия с техникой. За последние полвека в данной области достигнуты значительные успехи – имеется множество коммерческих приложений, которые делают вложения в данную область оправданными и выгодными. Следует отметить, по крайней мере, три основных преимущества использования речевого интерфейса:



1) для общения с компьютером человеку нужно пройти специальную подготовку. В то же время речь – это естественный интерфейс для любого, даже неподготовленного человека.

2) речь сама по себе никак механически не привязана к компьютеру и может быть связана с ним через системы коммуникаций, например, телефон, что дополнительно расширяет круг потенциальных пользователей компьютеров и делает речевой интерфейс идеальным средством для создания систем массового информационного обслуживания;

3) речевой интерфейс позволяет обращаться к компьютеру в полной темноте, с закрытыми глазами, в условиях занятости рук рычагами управления, с завязанными руками и в другой экстремальной обстановке. Это свойство даёт оперативность и мобильность общения, освобождение рук и разгрузку зрительного канала восприятия при получении информации. Это исключительно важно, например, для диспетчера большой энергетической системы или пилота самолёта и водителя автомобиля [1].

Как и любой человеко-машинный интерфейс, речевой интерфейс должен удовлетворять таким требованиям как естественность, интуитивность, дружелюбность, согласованность и адаптивность. Однако голосовое управление имеет определенную специфику, что предъявляет к речевому интерфейсу дополнительные требования [2]. Основные проблемы, которые стоят перед разработчиками систем речевых интерфейсов, заключаются в следующем:

- необходимость использования больших вычислительных ресурсов – речевой интерфейс, распознающий фразу слишком долго, может не только не повышать эффективность работы оператора, но и понижать производительность работа в целом;

- подавление внешнего шума – речевые интерфейсы очень чувствительны к шуму окружающей среды, любые внешние помехи препятствуют правильному распознаванию речи;

- проблемы распознавания слитной речи, так как система распознавания речи – это сложный процесс согласования данных, любая, даже незначительная ошибка может привести к получению неверного результата;

- чувствительность речевых интерфейсов к речевым оборотам самого диктора.

Речевой интерфейс может работать в двух режимах: дикторозависимом и дикторонезависимом. В дикторозависимом режиме производится настройка системы на определенного диктора, и предполагается, что будут распознаваться слова, произнесенные только этим диктором. В дикторонезависимом режиме такая настройка не требуется, и система должна в идеале «понимать» любого диктора [2]. Последний режим, очевидно, удобнее в использовании, но точность распознавания в нем всегда меньше, чем в первом.

Голосовое управление происходит по следующим этапам — сегментация, распознавание речи, отклик на требуемую задачу. Обработка речи начинается с определения уровня помех и искажений, полученного речевого сигнала. Далее в сигнале выделяются участки, которые содержат речь, и происходит оценка



информации о формах слов. Этот этап называется сегментацией. Далее параметры речи поступают в декодер, где сопоставляются входные речевые потоки информации с потоками, хранящимися в акустических и языковых моделях устройства. Там же определяется некоторая наиболее вероятная последовательность слов, которая в итоге будет являться результатом. Это этап распознавания речи. Последнее — отклик на требуемую задачу. На этом этапе процессор, встроенный в используемое устройство, обрабатывает полученную команду. И если команда совпадает с той, что хранится в его встроенной базе данных, то устройство выполняет требуемую задачу, если же команда отсутствует, то используемое оборудование оповестит о невозможности ее выполнения.

Особенно остро проблема распознавания речи стоит необходимости управлять роботизированными механизмами в условиях воздействия внешней среды, например, космосе, под водой, во время проведения боевых операций. Чтобы решить указанные проблемы речевого интерфейса, автором предлагается использовать субвокальное распознавание команды.

Субвокальное распознавание – процесс регистрации субвокализации посредством электромиографических (ЭМГ) электродов движения гортани и других мышц, участвующих в артикуляции речи, и преобразования результатов в цифровой выход, звуковой или текстовый. Данный метод похож на распознавание речи, за исключением того, что субвокализация регистрируется в процессе молчания.

Обобщенная структура речевого интерфейса приведена на рисунке 1. Речевой интерфейс представляет собой аппаратно-программный комплекс, в котором можно выделить три основных уровня:

- задающий уровень управления, включающий аппаратные средства получения речевого сигнала;
- логический уровень управления, содержащий алгоритмы распознавания речевой команды и формирования управляющих команд для исполнительного уровня;
- исполнительный уровень, включающий устройства управления отдельными звеньями промышленного робота.

Особый интерес имеет второй уровень управления – логический, который отвечает за распознавание и идентификацию речевой команды.

В настоящее время лучшим программным средством распознавания речи стали искусственные нейронные сети, что-то по типу ViLSTM [3], на которых построены все современные сервисы распознавания голоса. Искусственная нейронная сеть позволяет с высокой точностью понимать слова, а также предсказывать наиболее вероятное слово в рамках контекста, если оно не было распознано. Нейронная сеть выделяет в зарегистрированном сигнале отдельные фонемы (минимальные смысловозначительные единицы языка). Фонема не имеет самостоятельного лексического или грамматического значения, но служит для различения и отождествления значимых единиц языка (морфем и слов). Далее, после многократного анализа, нейронная сеть четко выделяет определенные фонемы, а их текстовая запись сравнивается с базой слов нейросети и



затем превращается в распознанное слово [4]. После чего результат работы нейронной сети можно перевести в управляющую команду для исполнительного уровня, который представляет собой роботизированный механизм.



Рисунок 1 – Обобщенная структура речевого интерфейса

Таким образом, использование субвокального управления роботизированными механизмами целесообразно применять там, где очень сложно или невозможно услышать речь, например, для астронавтов, подводного спецназа, лётчиков-истребителей и аварийных работ в шумной окружающей среде.

Литература

1. Потапова Р.К. Речевое управление роботом: лингвистика и современные автоматизированные системы. – М.: Радио и связь, 1989. – 248 с.
2. Бройнль Томас Встраиваемые робототехнические системы. Проектирование и применение мобильных роботов со встроенными системами управления / Томас Бройнль. – М.: Институт компьютерных исследований, 2012. – 520 с.
3. S. Hochreiter, J. Schmidhuber, Long short-term memory. Neural Comput. 1997, vol. 9, pp. 1735–1780.
4. Тампель И.Б., Карпов А.А. Автоматическое распознавание речи. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 138 с.



В.С. Субочева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КЛИЕНТСКИХ МЕНЕДЖЕРОВ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

(Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации)

В последние годы всё большая роль на банковском рынке отводится организации работы с клиентами, в том числе эффективному использованию больших объёмов данных, имеющихся в наличии у банков. Так, эксперты PwC в своём исследовании в качестве основных приоритетов для банков выделили развитие клиентоориентированной модели бизнеса, важность получения информационного преимущества и использование его для проактивного управления. По мнению авторов исследования ведущие игроки постараются развить возможности аналитики, на сегодняшний же момент только 17% банков считают, что они готовы к использованию данных для принятия решений [7].

Согласно исследованию Международной финансовой корпорации банки, успешно развивающие взаимоотношения с клиентами, как правило имеют большие значения ROE. Для достижения эффективной работы с клиентами очень важно развивать специализированную клиентскую отчётность, производить мониторинг ключевых показателей, анализировать данные [4].

Основным сотрудником, непосредственно взаимодействующим с клиентом, является клиентский менеджер. Для наиболее своевременного и правильного принятия решений ему необходимо иметь инструмент, позволяющий отслеживать основные показатели клиентов в различных разрезах: продукты, даты, валюты, сделки и прочее.

В качестве инструментов построения отчётов для клиентских менеджеров выделяют различные системы бизнес-аналитики, позволяющие создавать, редактировать и просматривать настраиваемые отчёты на основе баз данных. Основными результатами, ожидаемыми от BI-систем, являются повышение качества принимаемых решений, моментальное получение аналитических отчётов, повышение контроля над бизнес-процессами, увеличение скорости реагирования, увеличение прибыли и сокращение издержек, а также, конечно же, повышение качества работы с клиентами [1].

В условиях постоянно возрастающих объёмов данных, их динамического характера и учитывая необходимость принятия наиболее быстрого решения, всё большее значение уделяется визуализации данных, использованию дэшбордов. Так, эксперты KPMG отмечают, что изображение обрабатывается сознанием человека в 60 тысяч раз быстрее, нежели текст. Основными преимуществами дэшбордов в сферах использования управленческой отчётности являются:

- снижение количества операционных ошибок (на 67%);
- повышение скорости формирования и анализа отчётов (на 68%);
- повышение точности прогнозирования и планирования (на 76%);



- повышение качества принятия решения (на 82%) [6].

На рынке существуют различные BI-системы. В феврале 2021 года компания Gartner, исследовательская и консалтинговая компания, специализирующаяся на рынках информационных технологий, опубликовала последний актуальный на текущий момент магический квадрат для систем бизнес-аналитики. В нём представлены компании, представляющие решения в сфере BI, исходя из их положения на рынке.



Рисунок 1 – Магический квадрат Gartner для BI платформ [5]

Так, лидерами рынка, демонстрирующими стабильный прогресс по всем оцениваемым показателям (полнота видения и способность реализации), являются Microsoft, Tableau, Qlik. К числу наиболее известных дальновидных производителей, обеспечивающих наиболее скорое внедрение современных технологий, относятся SAP, SAS, Oracle. Такие компании-производители BI систем, как Google и MicroStrategy, являются, по оценки Gartner, претендентами на лидерство. Кроме того, в отрасли существует большое число нишевых игроков, ориентированных на небольшие сегменты рынка.

Используем модель FURPS+ для того, чтобы выделить основные требования к решению для клиентских менеджеров:



Таблица 1 – Требования к ИТ-решению по FURPS+ [3]

Функциональные
<p>Поддержка различных типов стандартизированных отчётов, их быстрое обновление на основе новых данных;</p> <p>Возможность редактирования структуры отчётов пользователем;</p> <p>Расчёт финансовых показателей по заданным формулам, возможность редактирования формул;</p> <p>Если данные представлены в разных валютах, перевод в локальную валюту (рубли) по текущему или заданному курсу (курсу отчётной даты);</p> <p>Выгрузка полученных отчётов в различных форматах (xls, pdf и т.д.);</p> <p>Создание отчётов на основе данных с серверов баз данных, в зависимости от конкретного отчёта такие данные, как данные о финансовых показателях активных и пассивных операций с клиентами (кредитный и депозитный портфели): балансы, доходы, ставки (внешняя и ставка фондирования), даты погашения и выдачи, валюты, имя и номер клиентского менеджера, сегмент, название и номер клиента.</p> <p>Возможность фильтрации по клиентскому менеджеру, группе клиентов, сегменту, продукту, дате, статусу, риск-классу;</p> <p>Возможность добавления рассчитываемых полей: маржа, EVA, ROAC, прочие финансовые показатели исходя из запросов клиентских менеджеров.</p>
Удобство использования
<p>Эстетика и интуитивная понятность пользовательского интерфейса, удобство обучения, справочная информация в системе. Также возможно проведение коротких обучающих вебинаров с сохранением их записей на общедоступных сотрудникам порталах (например, Confluence).</p> <p>Сообщения об ошибках должны объяснить, как исправить ошибку, или как минимум содержать код ошибки для сообщения сотруднику поддержки.</p> <p>Отмена должна быть доступна для большинства действий: например, если пользователь начал настраивать готовый отчёт, добавляя различные фильтры, у него должна быть возможность вернуться на шаг назад в этой настройке.</p> <p>Перед действием, которое нельзя отменить, должно запрашиваться подтверждение.</p>
Надёжность
<p>Точность вычислений: вплоть до тысяч единиц.</p> <p>Доступность системы: 24/7, обязательное заблаговременное предупреждение о возможных технических работах, во время которых система будет недоступна.</p> <p>Обеспечение целостности и сохранности данных: итоговые данные, представленные пользователям, должны соответствовать введённым изначально в системы, исключается возможность искажения данных из-за потери или нарушения связей в информационных потоках.</p>
Производительность
<p>Пропускная способность в зависимости от количества в банке сотрудников, работающих с отчётами;</p> <p>Время отклика на действие пользователя – не более 15 секунд в зависимости</p>



от мощности используемого устройства; Время запуска системы – не более 5 минут; Потребление оперативной памяти не более 4 ГБ.
Поддержка
Поддержка системы: оказание необходимых консультаций и решение возникающих в процессе эксплуатации проблем.
Ограничения
ИТ-решение должно быть совместимо с ОС Windows 10, установленной на рабочих местах пользователей.

Так же представим прототип форм отчётности для клиентских менеджеров, выполненный в информационно-аналитическом инструменте Qlik Sense:

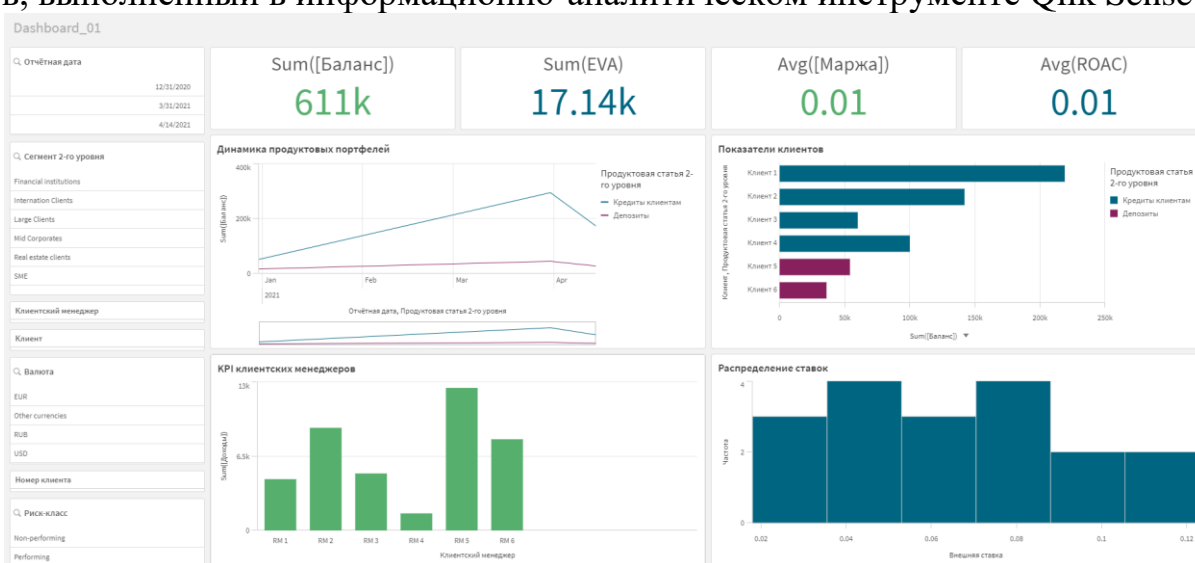


Рисунок 2 – Пример дэшборда для клиентского менеджера
Источник: составлено автором в Qlik Sense

Таким образом, типовая структура такого отчёта, определяющая в том числе необходимый пул данных, включает наличие:

- динамических величин (выбор и сравнение данных отчётных дат);
- балансовых данных, а также данных о прибылях и убытках (в разделении на типы дохода: процентный, комиссионный и т.д.);
- данных о ставках (внешняя ставка, ставка трансфертного ценообразования);
- фильтрации по клиенту, клиентскому менеджеру, а также, при необходимости, по группе клиентов;
- фильтрации по валюте сделки;
- возможности просмотра риск-класса и статуса активности клиента.

Отметим, что при составлении форм управленческой отчётности, в том числе дэшбордов, необходимо придерживаться следующих принципов составления отчётности:



- своевременность – оперативное предоставление необходимой информации;
- релевантность – полезность представленных данных для принятия решений;
- достаточность – информации должна полностью отвечать поставленным целям, но при этом не должна быть избыточной;
- аналитичность – возможность проведения дальнейшего более глубокого анализа данных без потребности в больших затратах труда и времени [2].

Использование систем бизнес-аналитики позволяет полностью охватить эти принципы, а также получить конкурентное преимущество на рынке за счёт работы в рамках клиентоориентированной модели бизнеса и уделению особого внимания эффективному применению данных.

Литература

1. Алиев О.М., Шамхалова Э.А., Аразова Э.С. Применение Business Intelligence-систем в банковской деятельности [Текст] / О.М. Алиев // Фундаментальные исследования. – 2017. – Вып. 4-1. – С. 104-108
2. Камилова Э.Р. Принципы формирования системы внутренней управленческой отчетности [Текст] / Э.Р. Камилова // Роль и место информационных технологий в современной науке: сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа: МЦИИ Омега Сайнс, 2017. - 98-99.
3. Таран В. Н., Савченко О.Ю., Максимова-Федорцова И. А. Анализ требований при проектировании информационной системы [Текст] / В.Н. Таран // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении: сборник трудов конференции. – 2018. – С. 398-403.
4. Customer Management in SME Banking [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://clck.ru/UHiUB>
5. Gartner. Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-1Y0XON7Q&ct=200330&st=sb>
6. KPMG. Дэшборды для CFO: КХД, варианты автоматизации, визуализация. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2020/07/ru-cfo-dashboards-presentation.pdf>
7. PwC. Retail banking 2020: Evolution or Revolution? [Электронный ресурс] // Режим доступа: www.pwc.com/banking



В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева

IT GURU КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Введение. Большинство из известных зарубежных программных продуктов для проектирования и моделирования сетей связи, включая семейства OMNET++, OPNET Modeler, RIVERBED Modeler в виде академических версий, реализованы на основе дискретно-событийного имитационного моделирования систем массового обслуживания (СМО). При этом их библиотеки включают множество генераторов псевдослучайных последовательностей для генерирования случайных интервалов для входного потока требований и времени их обслуживания по наиболее часто используемым на практике законам распределения вероятностей.

Авторами разработаны единственные в своем роде в России учебные пособия по проектированию и моделированию сетей связи для студентов в виде лабораторных практикумов [1,2] с использованием программных систем OPNET Modeler, RIVERBED Modeler IT GURU Academic Edition. Эти пособия затем переиздавались несколько раз в разных городах РФ. Причем академическая версия RIVERBED Modeler выпущена только в 2016 году. В этих учебных пособиях представлены постановки и решения наиболее часто встречающихся задач из области сетевых технологий, которые важны для понимания процессов функционирования сетей телекоммуникаций и в частности компьютерных сетей. Ниже в таблице перечислены задачи сетевых технологий, которые авторами реализованы в перечисленных программных системах. В самих лабораторных работах по каждой решаемой задаче дополнительно предусмотрено выполнение нескольких разных сценариев.

Основные решаемые задачи и их реализация в программных системах

№	Задачи	Цели
1	Проектирование небольших объединенных сетей.	Научиться создавать проекты сетей в редакторе проекта. Исследование показателей производительности объединенной сети после добавления к сети 1-го этажа сети 2-го этажа.
2	Проектирование и моделирование ЛВС многоэтажного здания.	Оценка производительности приложений для двух различных сетевых архитектур: последовательной сети и жесткой магистральной сети.
3	Проектирование и оптимизация сети.	Демонстрация особенностей проектирования сети, принимая во внимание пользователей, услуги и размещение узлов для повышения производительности сети.



4	Внедрение и использование коммутированных ЛВС.	Исследование степени влияния конфигурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускную способность сети.
5	Технология ETHERNET.	Исследование зависимости производительности сети ETHERNET от ее загрузки и размеров пакетов.
6	Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычислительной сети.	Оценка влияния внедрения политики защиты от несанкционированного доступа на производительность приложений и загрузку каналов связи.
7	Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи.	Применение технологии CSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi.
8	Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения.	Оценка влияния размера окна протокола TCP, содержащегося в поле Windows size сегмента TCP на производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев.
9	Моделирование протокола контроля передачи TCP.	Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, предоставляемые протоколом контроля передачи Transmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительности в различных сценариях.
10	Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений.	Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом.
11	Пакетно–коммутированная технология ATM.	Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети.
12	Оценка соединений INTERNET для небольшой сети.	Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи.
13	Оценка производительности WAN приложения.	Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP.
14	Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса.	Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей.
15	Проектирование кабельной системы.	Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных сетевых технологий.



Под технологией IT Guru подразумевают совокупность действий для создания модели сети и проведение на ней имитационных экспериментов. Для этого используется редактор проекта (Project Editor). С его помощью можно создавать модель сети, выбирать требуемую статистику, собираемую с каждого объекта сети или со всей сети в статистических счетчиках, запускать процесс моделирования и осуществлять просмотр результатов (рис. 1). Редактор проекта - это главный инструмент для создания имитационной модели сети. С его помощью с использованием стандартных моделей из базы ресурсов можно создавать модели сети, выбирать сетевые статистики: загрузки каналов передачи, задержки пакетов, длины очередей и т.п., проводить имитационный эксперимент и просматривать результаты. Разные области окна редактора проекта отвечают за создание и прогон модели [3,4].



Рис. 1–Технология IT Guru

Предлагаемая технология позволяет с помощью редактора создавать новые проекты сетей и исследовать их на предмет показателей их производительности, так и расширять, и модернизировать существующие сети (рис.2).

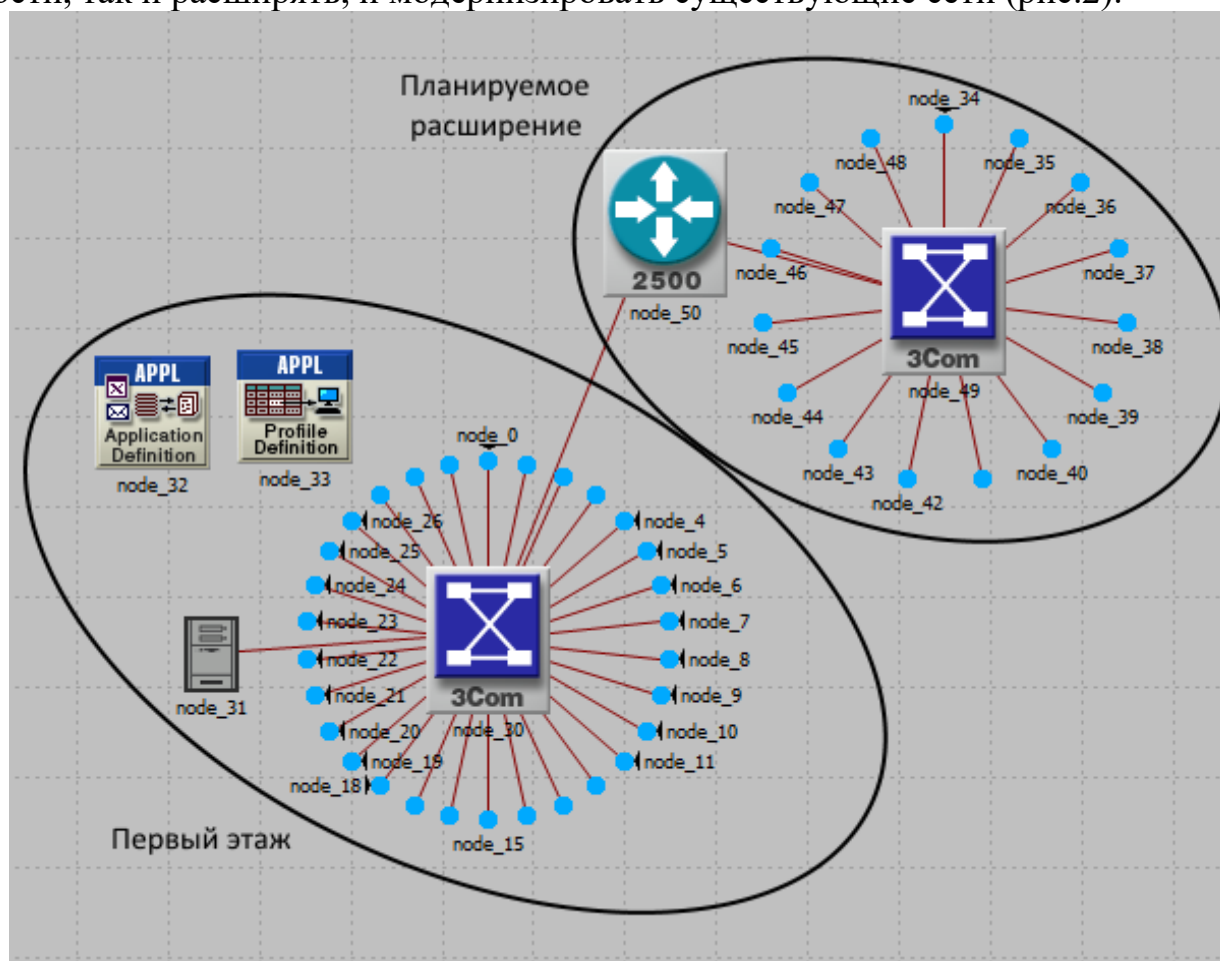


Рис. 2–Пример проекта для расширения существующей сети



Заключение. Имеющиеся в открытом доступе технологии имитационного моделирования для проектирования и моделирования компьютерных сетей и сетей связи необходимо широко рекламировать и использовать в учебном процессе для обучения студентов современным информационным технологиям. Приведенный выше перечень решенных в учебных пособиях задач из области сетевых технологий позволяет лучше понять внутренние процессы, протекающие в различных компьютерных сетях, как в сетях Вузов, так и в сетях предприятий. Этот перечень далеко не полный, технологии IT GURU позволяют решать также научные задачи, связанные с передачей данных как в проводных сетях, так и в беспроводных [5-7]. Последняя версия учебного пособия также доступна в ЭБС «Лань».

Возможно, после многолетнего успешного применения доступного зарубежного опыта, например, в виде технологии IT GURU и у нас появятся такие удобные сервисы для обучения студентов.

Литература

1. Тарасов В.Н. и др. Проектирование и моделирование сетей ЭВМ в системе OPNET MODELER. Лабораторный практикум / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, А.Л. Коннов, Ю.А. Ушаков – Самара: 2008. – 233 с.
2. Тарасов В.Н. и др. Проектирование и моделирование сетей связи в системе RIVERBED MODELER. Лабораторный практикум / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, С.В. Малахов, Ю.А. Ушаков – Самара: 2016. – 260 с.
3. Riverbed to Acquire OPNET Technologies, Inc. [Электронный ресурс] / 2015. - Режим доступа: www.riverbed.com/about/news-articles/press-releases/riverbed-to-acquire-opnet-technologies-inc.html, свободный. - Загл. с экрана.
4. J. Theunis, B. Van den Broeck, P. Leys, J. Potemans¹, E. Van Lil, A. Van de Capelle, “OPNET in Advanced Networking Education” [Электронный ресурс] / 2015. - Режим доступа: www.esat.kuleuven.ac.be/telemic/networking/opnetwork02_johan.pdf, свободный. - Загл. с экрана.
5. Тарасов В.Н., Коннов А.Л., Ушаков Ю.А. Анализ и оптимизация локальных сетей и сетей связи с помощью программной системы OPNET MODELER / Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 6-2 (56). – С.197-204.
6. Малахов С.В., Тарасов В.Н., Карташевский И.В. Теоретическое и экспериментальное исследование задержки в программно-конфигурируемых сетях / Инфокоммуникационные технологии. 2015. Т.13. №4. – С.409-413.
- [1] 7. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Компьютерное моделирование вычислительных систем. Теория, Алгоритмы, Программы. - Оренбург, 2005. - 183 с.



Б.И. Чертков, О.П. Солдатова

СУПЕРСЕМПЛИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛУЧШЕННОЙ ОСТАТОЧНОЙ ГЛУБОКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

В последнее время в мире машинного и, в частности, глубокого обучения прослеживается четкая тенденция увеличения спроса на программные продукты, выполняющие суперсемплирование графики. То есть программы, которые, получая на вход изображение небольшого разрешения, тем или иным образом увеличивают его размер и четкость. Данная технология уже активно применяется на практике. Так, суперсемплирование внедряется в игровую индустрию для улучшения качества выводимой на экран картинки. Другой пример использования – модернизация дестояния мирового кинематографа [1]. Для решения этой задачи видеопоток последовательно прогоняется через несколько нейронных сетей, одна из которых увеличивает разрешение каждого отдельного кадра, а другая – производит колоризацию (то есть, раскрашивание) кадра. В результате исходная монохромная кинолента посредственного разрешения преобразовывается в четкий цветной фильм [2]. Стоит отметить, что принципы суперсемплирования видеопотока базируются на идеях суперсемплирования изображений.

Основу остаточных нейронных сетей составляют остаточные блоки. Ключевую роль в этих блоках играют прямые соединения. На рисунке 1 представлена схема такого блока.

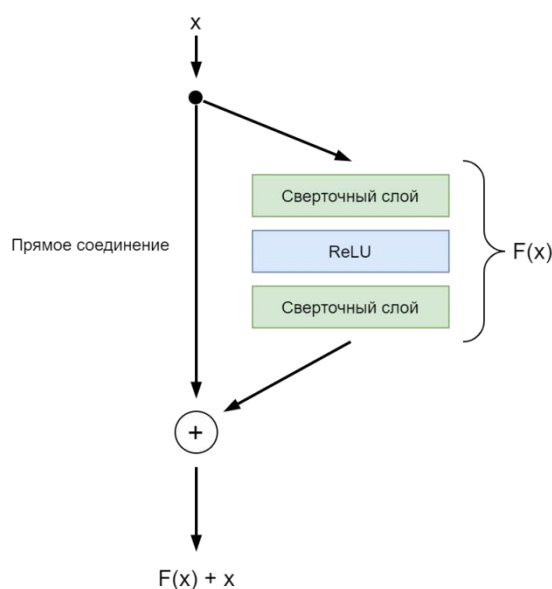


Рисунок 1 – Остаточный блок

Прямое соединение – это принцип при котором входное значение набора слоев суммируется с выходным значением (результатом работы) этого набора слоев [3]. Такой подход позволяет улучшать качество работы сети посредством



увеличения количества слоев. В то время, как качество работы сетей без прямых соединений начинает резко деградировать по достижению определенной глубины. Кроме того, с увеличением количества слоев их становится сложнее оптимизировать. Состав слоев, обозначенный на рисунке 1, как $F(x)$ может меняться от архитектуры к архитектуре. В данном случае для сети, именуемой EDSR он состоит из двух сверточных слоев и функции активации ReLU.

Предлагается два возможных варианта реализации сети: одномасштабная и мультимасштабная. В первом случае на выходе сети получается изображение, увеличенное в некоторое количество раз (чаще всего, в 4). Во втором же случае, имеем серию изображений, каждое из которых также увеличено до определенного размера. Соотношение разрешения выходного изображения к входному будем называть коэффициентом апскейлинга (коэффициентом мультисемплирования). Очевидно, что структуры для одномасштабной и мультимасштабной вариаций модели имеют некоторые различия.

Обучается такая сеть классическим алгоритмом обратного распространения ошибки с применением градиентных методов [4,5]. Для обучения EDSR с коэффициентом апскейлинга 4 в качестве начальных весов используется модель, обученная для мультисемплирования с коэффициентом 2. Такой подход в значительной степени ускоряет процесс обучения, а также улучшает объективное качество результирующей модели в сравнении со случайно инициализированными весами. Рисунок 3 демонстрирует зависимость значения метрики PSNR от количества эпох обучения для различных способов инициализации весов. Преимущество описанного способа очевидна и не нуждается в комментариях.

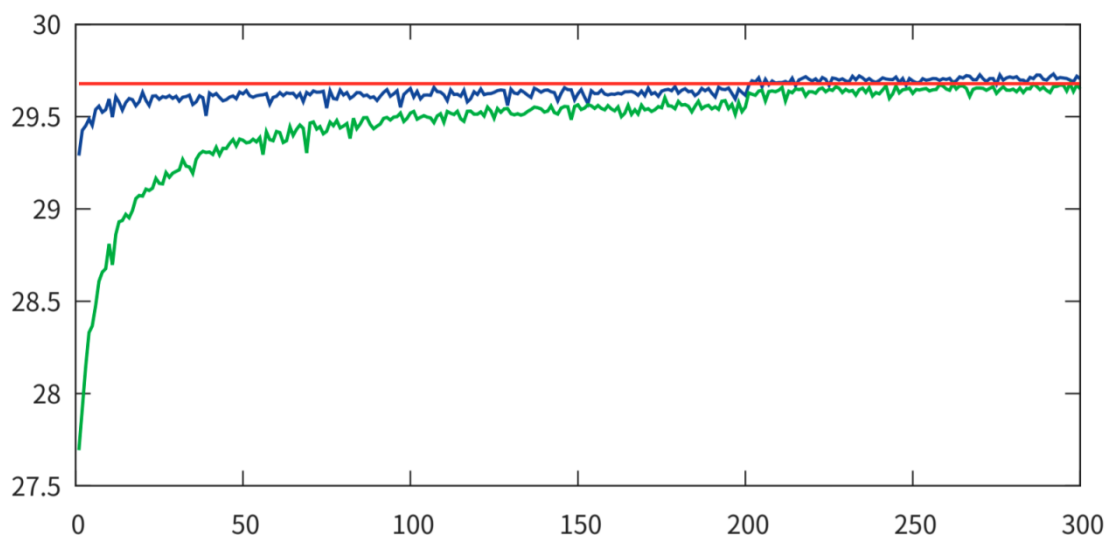


Рисунок 2 – Зависимость PSNR (дБ) от количества эпох. Зеленая линия – случайно инициализированные веса; красная линия – лучшее значение зеленого графика; синяя линия – веса сети, обученной для апскейлинга с коэффициентом 2



Результатом работы стала реализация остаточной нейронной сети, производящей одномасштабное суперсемплирование подаваемых ей на вход изображений с коэффициентом 4. Сеть разработана на языке программирования Python 3.7 с использованием библиотек машинного обучения Tensorflow 2.3 и Keras 2.4. Данный набор технологий уже стал стандартом де-факто в сфере машинного обучения. Он сочетает в себе удобство использования и высокую производительность, обеспеченную возможностями современных графических ускорителей.

Для обучения модели использовался датасет DIV2K, содержащий в общей сумме около тысячи изображений (800 – для обучения и по 100 – на проверку и тестирование) [6].

На рисунке 3 представлено сравнение изображений, полученных на выходе двух различных сетей. Изображение стороннее, то есть взято не из датасета DIV2K. Стоит заметить, что генеративно-сопоставительная сеть SRGAN (которая также выполняет четырехкратное суперсемплирование) в своей архитектуре тоже использует остаточные блоки [7].

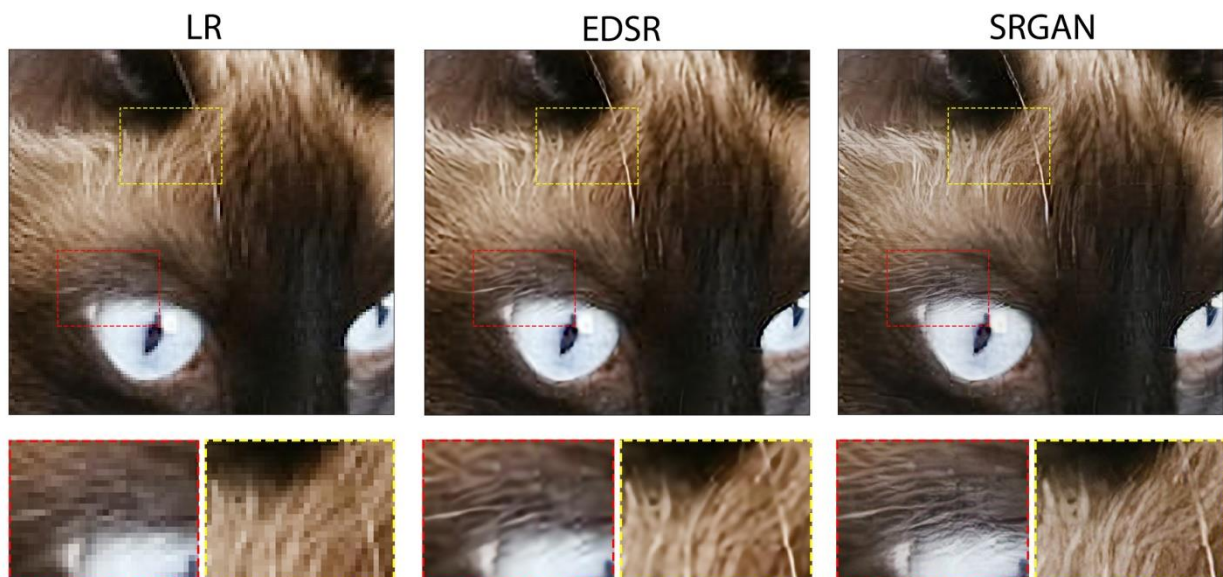


Рисунок 3 – Сравнение выходных изображений двух сетей. Слева – исходное изображение низкого качества; посередине – результат работы улучшенной остаточной сети EDSR; справа – результат работы генеративно-сопоставительной сети SRGAN

В целом можно заметить, что SRGAN предоставляет лучшее качество суперсемплирования, чем EDSR, однако вместе с тем является более комплексной и вычислительно более затратной, а также чаще приводит к возникновению артефактов. Решение о выборе конкретной модели для практического использования необходимо принимать на основании заданных требований к качеству выполнения поставленной задачи и уровня имеющихся вычислительных мощностей.



Литература

1. Classic 1896 short film gets upscaled to 4K using neural networks [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theverge.com/tldr/2020/2/5/21124838/classic-1896-short-film-upscaled-4k-neural-networks-arrival-la-ciotat-station> (дата обращения: 18.04.2021).
2. Using AI to Colorize and Upscale a 109-Year-Old Video of New York City to 4K and 60fps [Электронный ресурс]. URL: <https://petapixel.com/2020/02/24/using-ai-to-colorize-and-upscale-a-109-year-old-video-of-new-york-city-to-4k-and-60fps/> (дата обращения: 18.04.2021).
3. Deep Residual Learning for Image Recognition [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/1512.03385.pdf> (дата обращения: 18.04.2021).
4. Learning representations by back-propagating errors Recognition [Электронный ресурс]. URL: https://www.iro.umontreal.ca/~vincentp/ift3395/lectures/backprop_old.pdf (дата обращения: 18.04.2021).
5. Gradient descent [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Gradient_descent (дата обращения: 18.04.2021).
6. DIV2K dataset [Электронный ресурс]. URL: <https://data.vision.ee.ethz.ch/cvl/DIV2K> (дата обращения: 18.04.2021).
7. Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/1609.04802.pdf> (дата обращения: 18.04.2021).

С.В. Чурилин

ВЫЯВЛЕНИЕ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КОНФЛИКТОВ ИНТЕРЕСОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

(Акционерное общество «Ракетно-космический центр «Прогресс»)

Интенсивное развитие информационных технологий привело к тому, что наличие современных информационных технологий и систем на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) изделия является необходимым условием конкурентоспособности предприятия.

Необходимо отметить, что, в соответствии со «Стратегией цифровой трансформации ракетно-космической отрасли РФ на период до 2025 г. и перспективу до 2030 г.», одним из ключевых отраслевых направлений является цифровизация производства и ЖЦ изделия.

Цифровизация должна обеспечить переход инженерного, технологического и производственного направления на полноценное использование технологий 3D моделирования и виртуализации при разработке, создании, испытании и эксплуатации изделий и систем, а также предполагает создание единого информационного пространства для конструкторских, технологических, произ-



водственных и эксплуатирующих подразделений с постепенным отказом от документации на бумажных носителях [1].

Научные исследования показывают, что обеспечение надежности изделия, сокращение сроков и затрат на его изготовление, достигается, во-первых, за счет согласования интересов между сотрудниками предприятия в процессе организации производства изделия; во-вторых, за счет внедрения современных информационных систем и технологий на этапах конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) предприятия. Внедрение информационных систем и технологий на предприятии, как и любой производственный процесс, предполагает взаимодействие сотрудников предприятия, между которыми могут возникать конфликты интересов. Соответственно, актуальность настоящего научного исследования определена необходимостью выявления данных конфликтов и проведению мер по их устранению. [2]

Анализ вопроса согласования интересов участников процесса КТПП при внедрении информационных технологий (ИТ) в производственные процессы, выполнение которых входит в их обязанности, позволил разработать двухуровневую матричную структуру взаимодействия этих участников (рисунок 1).

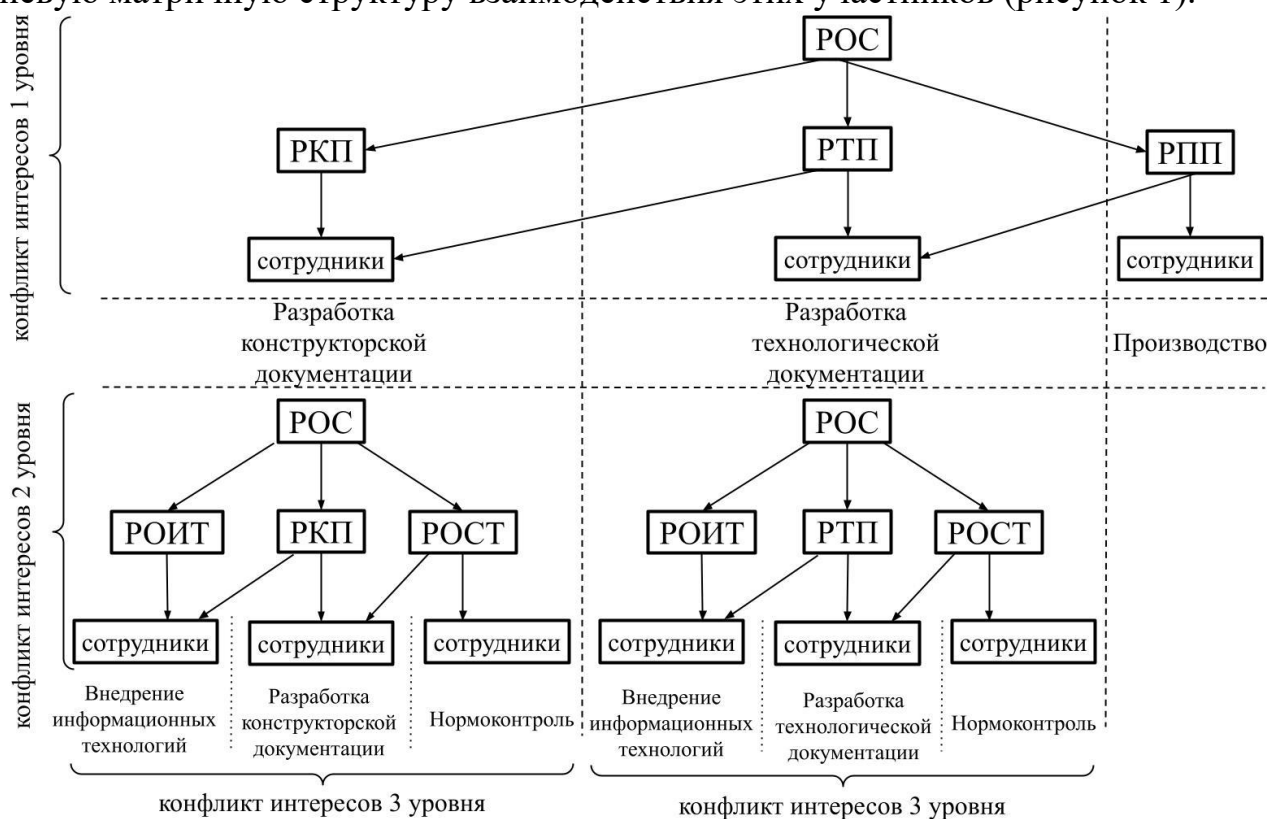


Рис. 1.– Двухуровневая матричная структура взаимодействия:
РОС – руководитель организационной системы (предприятия);
РКП – руководитель конструкторского подразделения;
РТП – руководитель технологического подразделения;
РПП – руководитель производственного подразделения;
РОИТ – руководитель отдела внедрения ИТ;
РОСТ – руководитель отдела стандартизации



Двухуровневая матричная структура взаимодействия участников внедрения ИТ в производственные процессы ИТ демонстрирует, что обеспечение надежности изделия, сокращение сроков и затрат на его изготовление, достигается за счет предотвращения конфликтов интересов при внедрении ИТ в процессы КТПП. Соответственно, целью настоящего исследования являлась разработка механизмов выявления и предотвращения данных конфликтов интересов.

Разработанные в ходе научного исследования механизмы выявления конфликта интересов через трудоемкость внедрения информационных технологий и через систему отчетности дают однозначное понимание того, что участие отдела стандартизации (управления качеством) в приемке внедряемых ИТ позволяет исключить проведения дополнительных работ по настройке ИТ в соответствии с действующими требованиями НД, которые не были настроены до момента ввода ИТ в промышленную эксплуатацию. Как следствие, позволяет предотвратить возникновение конфликта интересов между:

- отделом внедрения ИТ, конструкторским подразделением и отделом стандартизации при разработке конструкторской документации (КД) после внедрения ИТ;
- отделом внедрения ИТ, технологическим подразделением и отделом стандартизации при разработке технологической документации (ТД) после внедрения ИТ.

Анализ результатов, полученных в ходе апробации механизмов выявления конфликта интересов, позволил разработать механизм предотвращения конфликта интересов при внедрении ИТ в процессы КТПП через систему контроля процесса внедрения ИТ отделом стандартизации. Механизм демонстрирует, что элементарное выполнение требований пунктов 7.5 ГОСТ 2.111 и А.18 ГОСТ 3.1116 позволяет исключить проведения дополнительных работ по настройке ИТ в соответствии с действующими требованиями НД, которые не были настроены до момента ввода ИТ в промышленную эксплуатацию. Суть разработанного механизма заключается в проведении организационных мероприятий, в соответствии с которыми отдел стандартизации (нормоконтроль) будет включен в процесс отработки и приемки ИТ [3, 4]. В результате:

- будет исключен или снижен процент ошибок при настройке ИТ в соответствии с действующей на предприятии нормативной документацией, применяемой при разработке КД и ТД;
- будут исключены ошибки в разрабатываемой КД и ТД из-за настроек ИТ на этапе промышленной эксплуатации.

Таким, образом участие отдела стандартизации в процессе отработки и приемки внедряемых ИТ позволяет улучшить базовую структуру внедрения ИТ, организовав тесные взаимосвязи и взаимодействие на горизонтальном уровне между структурными подразделениями в линейно-функциональной структуре управления предприятием при внедрении ИТ в производственные процессы. Как следствие, позволяет предотвратить возникновение конфликтов интересов при внедрении ИТ в процессы КТПП.



Литература

1. Ахметов Р.Н. Цифровизации производства и жизненного цикла изделий в рамках стратегии цифровой трансформации ракетно-космической отрасли на основе единого виртуального электронного паспорта РКН «Союз-2» / Р.Н. Ахметов, М.Ю. Охтилев, А.Ю. Россиев // Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космической техники» (VI Козловские чтения). – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2019 Т.1. – С. 26-28.
2. Чурилин С.В., Хаймович И.Н. Конфликт интересов при внедрении информационных технологий в конструкторско-технологическую подготовку производства // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2020. Т. 22. № 5 (97). С. 36-40.
3. ГОСТ 2.111-2013. Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль. [Текст]. – Введ. 2014–06–01. – М.: Стандартинформ, 2018.
4. ГОСТ 3.1116-2011. Единая система технологической документации. Нормоконтроль. [Текст]. – Введ. 2012–01–01. – М.: Стандартинформ, 2019.

М.М. Хрусталёв, А.М. Ольшанский

К ВОПРОСУ ОБ УПРАВЛЕНИИ СТАЯМИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

(НИУ «Московский Авиационный Институт (МАИ)», АО «НИИАС»)

В настоящее время значительный интерес в связи со все большим распространением вызывают беспилотные летательные аппараты, позволяющие решить различные задачи. Соответственно, становится актуальным вопрос синтеза стратегий оптимального управления ими в различных условиях. В [1] проблема формулируется следующим образом: рассматривается плоское движение N объектов в соответствии с заданными уравнениями, условия и ограничения формулируются в виде функции потенциала, слагаемые которой отвечают за достижение цели, за несоударение друг с другом и за полет над разрешенными зонами, избегая запретных. Необходимо выработать решение, позволяющее управлять такой стаей при ограничении на максимальную скорость полета.

Цель настоящей работы – исследовать возможные пути решения данной задачи. Заметим, что сама формулировка в [1] имеет потенциал для развития, связанный с необходимостью дополнительного учета ускорения движения летательных аппаратов. Так, в работе [2] в процессе поиска управления вторая производная все же учитывается, хотя ограничения по скорости также присутствуют. Полученные аналитические решения для управления с обратной связью и для программного управления реализованы в виде скрипта в MatLAB.

Сейчас все большую популярность завоевывает роевой подход в силу своей удобной реализации во многих языках программирования [5], а также возможности отказаться от необходимости применять принцип максимума при



решении задачи автоматического управления в условиях, когда функционал качества управления сложный.

В развитие упомянутого в [1, 5] роевого подхода можно отметить работу [3], в которой управление синтезировано на основе гибрида ИНС глубокого обучения и роевого интеллекта. В предложенном решении ИНС глубокого обучения используются, чтобы обучиться взаимодействию между БПЛА и ориентируются при этом лишь на положения соседних дронов и их скорости. Метод хорошо обобщается и сходится для различного количества соседних аппаратов, вычислительно эффективен и может работать для стаи размером больше, чем 2. На вход ИНС подаются координаты и скорости соседних дронов, а выходом являются силы остаточные взаимодействия между аппаратами, традиционно не учитываемые в обычных моделях аэродинамики. Используемая для этого ИНС должна удовлетворять условию непрерывности Липшица, в этом случае траектория поведения ИНС как системы не покинет заданного множества и обеспечит нам определенную сходимость.

Указанный подход можно назвать одним из наиболее новых с точки зрения построения принципиальной архитектуры модели системы управления. Рои аппаратов упоминаются в работе [4] как одна из форм применения такой техники. Описание же использования функцией потенциалов в [4] следующее: «главными достоинствами являются невысокая вычислительная сложность и простота реализации, а также возможность строгого математического анализа системы в целом»[4, с.34].

Недостатки метода связываются с возможностью попадания в локальные минимумы потенциалов, при которых БПЛА не сможет сдвинуться с места, попав в локальный минимум. Поэтому в [1] для простоты используется функция потенциалов с глобальным минимумом.

В [4] упоминаются также поведенческие подходы, метод виртуальных структур, подход на основе консенсуса, служащий примером мультиагентного взаимодействия и др. Вычислительно они сложнее потенциального подхода, так как требуют процедур обмена информацией о состоянии соседних дронов стаи.

С учетом вышеизложенного в качестве основного подхода выбирается потенциальный метод с возможностью учета, в дальнейшем, второй производной от координат БПЛА. Для реализации этого метода создана принципиальная конструкция на языке программирования R:

```
library("deSolve")
```

Данная строка подключает пакет deSolve (если он не установлен, его требуется установить из хранилища CRAN).

```
eq3 <- function(t, y, param) {
```

```
  expres <- expression(t^2) # в данный операнд подставляется любой вид функции потенциала. Очевидно, что его необходимо доопределить в зависимости от условий конкретной задачи.
```

```
  return(list(c(
```



eval(D(express,"t")) # эта строчка берет производную (первую) и вычисляет ее в точке *t*

```
))  
}
```

Далее задаются начальные условия в форме Коши:

```
y0 <- 1
```

устанавливается время интегрирования системы в виде последовательности с заданным шагом *by*:

```
t <- seq(0, 10, by = 0.1)
```

Ищется решение системы:

```
sol <- ode(y = y0, times = t, func = eq3)
```

Таким образом, создан инструмент для реализации функций потенциала в задаче синтеза управления беспилотными летательными аппаратами в потенциальном поле.

Литература

1. Хрусталёв М.М., Ольшанский А.М. Синтез гибких стратегий управления стаями подвижных беспилотных роботов при наличии ограничения на скорость движения// Материалы XIII Международной конференции по прикладной математике и механике в аэрокосмической отрасли (АММАИ'2020), 6–13 сентября 2020 г., Алушта. — М.: Изд-во МАИ, 2020. — 784 с.: ил. ISBN 978-5-4316-0699-1, с.724-725.
2. Гусаров, А.А. Автономное управление движением БПЛА на расчетной траектории. ВКР ...01.03.00 – Фундаментальная информатика и информационные технологии. – СПб., СПбГУ, 2017. – 40 с.
3. Guanya Shi, Wolfgang Hönig, Yisong Yue, Soon-Jo Chung. Neural-swarm: decentralized close-proximity multirotor control using learned interactions//arXiv:2003.02992v1 [cs.RO] 6 Mar 2020
4. Муслимов, Т.З. Методы и алгоритмы группового управления беспилотными летательными аппаратами самолетного типа//дис...к.т.н. ..05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации (информационные и технические системы)//Уфа, УГАТУ, 2020. – 164 с.
5. Пичужкина, А.В. Метод роя частиц в задачах оптимальной ориентации спутников...ВКР... 03.04.01 Прикладные математика и физика//М. ФУПМ МФТИ, 2017. – 35 с.



Е.Е. Ярославкина, В.Ф. Дурманова, А.О. Крылов

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗАГАЗОВАННОСТИ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

(Самарский государственный технический университет)

В Российской Федерации сегодня известны и применяются как отечественные, так и зарубежные системы мониторинга состояния шахтной среды [1-6].

Несовершенство действующих систем аэрогазового контроля предлагается устранить при помощи дополнительного использования интеллектуальной системы контроля загазованности воздуха в шахтах, базирующейся на применении:

- подвижного автономного робота на программируемом микроконтроллере, с установленными на нем датчиками газа и пыли, передвигающегося внутри перфорированного трубопровода [7];
- многофункциональной системы передачи данных (МСПД), с системой поддержки и принятия решений (СППР).

Общий вид предлагаемой системы мониторинга шахтной среды представлен на рис. 1.

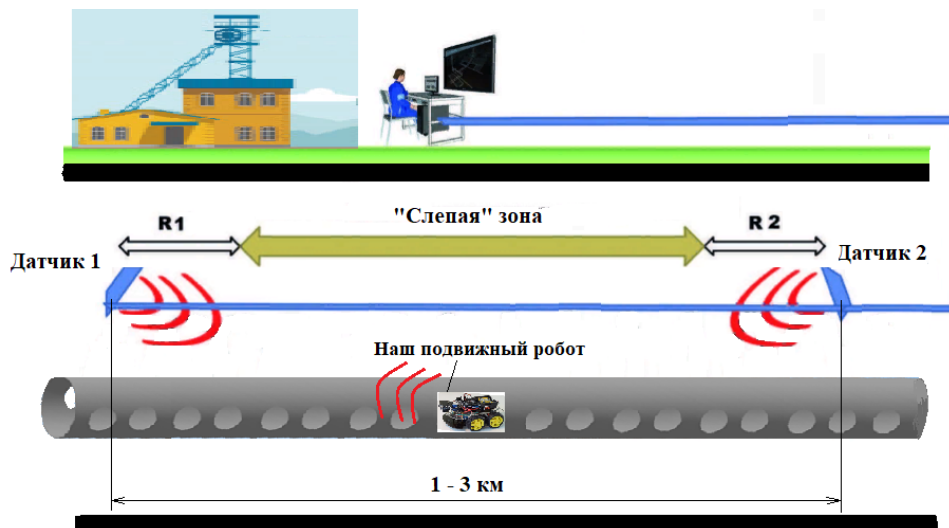


Рис.1. Общий вид предлагаемой системы мониторинга шахтной среды

Подвижный автономный робот осуществляет постоянный мониторинг газовой среды в забое (содержание CH_4 , CO , угольной пыли) в промежутках между установленными стационарными датчиками контроля, в так называемых «слепых» зонах (рис. 1). Это дает возможность получать информацию о распределении концентрации метана по всему объекту контроля и позволяет обеспечить более высокий уровень взрывобезопасности.



Применение многофункциональной системы передачи данных (МСПД) с системой поддержки и принятия решений (СППР) дает возможность создавать базы данных осуществляемых измерений, прогнозировать и принимать оперативные и оптимальные решения по предупреждению аварийных ситуаций в шахтах, тем самым обеспечивать комплексную защиту.

Алгоритм работы МСПД представлен на рис.2.



Рис. 2. Алгоритм работы МСПД

Многофункциональность системы передачи данных связана с тем, что причины большинства аварий складываются из одновременного воздействия комплекса факторов, каждый из которых по отдельности может и не достигнуть аварийных значений. Поэтому и необходимо контролировать весь комплекс опасных параметров (содержание CH_4 , CO , угольной пыли) и учитывать их взаимодействие.

СППР применяется с целью помощи операторам, которые принимают решения в достаточно сложных информационных условиях (возникает несколько параметров наблюдения и несколько критериев оценки параметров, рассматриваемых одновременно) для полного и объективного анализа газогазовой обстановки. СППР построены на принципах сетевого взаимодействия различных вычислительных блоков и устройств, позволяют до минимума сократить скорость принятия решений в предотвращении и предупреждении аварийных ситуаций.

Две основные задачи, которые решает СППР:



- выбор наилучшего решения из огромного множества возможных вариантов (оптимизация),
- упорядочение возможных предлагаемых решений по степени предпочтительности (ранжирование).

В обеих задачах первым и наиболее принципиальным моментом является выбор совокупности критериев, на основе которых далее будут сопоставляться и оцениваться различные возможные решения (альтернативные). Система СППР помогает оператору сделать такой не простой выбор.

Информационная сложность определяется прежде всего необходимостью учета большого объема данных, обработка которых без помощи современной вычислительной техники практически невозможна. Система выдаёт информацию на экране монитора или звуком на основании входных контрольных данных, помогает быстро и точно оценить возникшую ситуацию и принять необходимое решение.

Для выполнения анализа и выработки предложений в СППР используются разные методы:

- информационный поиск,
- интеллектуальный анализ данных,
- поиск в базах данных,
- решение на основе прецедентов,
- имитационное моделирование,
- эволюционные вычисления и алгоритмы,
- ситуационный анализ,
- когнитивное моделирование и др.

Некоторые из этих методов были разработаны в рамках создания искусственного интеллекта. Использование интеллектуальной СППР позволяет называть нашу систему мониторинга интеллектуальной.

Заключение

Применение предлагаемой интеллектуальной системы контроля загазованности воздуха в угольных шахтах, базирующейся на использовании подвижного автономного робота и многофункциональной системы передачи данных (МСПД) с системой поддержки и принятия решений (СППР), позволяет до минимума сократить скорость принятия решений в предотвращении аварийных и летальных ситуаций в угольной индустрии и обеспечить необходимый высокий современный уровень взрывобезопасности в соответствии с [8].

Особенную актуальность данная тема приобретает в связи с реализацией подпрограммы «Обеспечение промышленной и экологической безопасности, охраны труда в угольной промышленности», которая предусматривает к 2030 г. достижения уровня развитых стран по данному вопросу [9].



Литература

1. Червяков А.Е. Мониторинг и оперативное прогнозирование аэрогазового режима на очистных участках угольных шахт / Червяков А.Е.- СибГИУ.- Новокузнецк, 2008.
2. Айруни А.Т. Теория и практика борьбы с рудничными газами на больших глубинах / А.Т. Айруни. – М.: Недра, 1981. – 335 с.
3. Бабенко А.Г. Анализ основ построения многофункциональных систем безопасности угольных шахт / А.Г. Бабенко // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 3.
4. Гражданкин А.И. Анализ опасностей и оценка риска крупных аварий в нефтегазовой и угольной промышленности: Дис. ... докт. техн. наук: 05.26.03 / Гражданкин А. И. – М., 2016. – 340 с.
5. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Инструкция по контролю состава рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану и/или диоксиду углерода": Приказ Ростехнадзора от 06 декабря 2012 г. № 704 (с изм. На 08 августа 2017 г.) [Электронный ресурс] / Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/>_(дата обращения 27.01.2021).
6. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в угольных шахтах": Приказ Ростехнадзора от 19 ноября 2013 г. № 550 (с изм. на 08 августа 2017 г.) [Электронный ресурс] / Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/>_(дата обращения 27.01.2021).
7. Дурманова В.Ф., Крылов А.О. Информационно-измерительная система контроля загазованности в угольных шахтах // Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации («Шляндинские чтения – 2020»): материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. с элементами науч. шк. и конкурсом науч.-исслед. работ для студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Пенза, 16–18 марта 2020 г.) / под ред. д-ра техн. наук Е. А. Печерской. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2020. – С. 46-52
8. ГОСТ Р 58652-2019 Оборудование горно-шахтное. Многофункциональные системы безопасности угольных шахт. Принципы обеспечения промышленной безопасности. / 2019. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200169347> (дата обращения 27.01.2021).
9. Samarina V., Skufina T., Samarin A., Baranov S. Some System Problems of Russian Mining Enterprises of Ferrous Metallurgy // International Review of Management and Marketing. Special Issue for «Socio-Economic and Humanity-Philosophical Problems of Modern Sciences» 2016, 6(S1) 90-94. URL: <http://econjournals.com/index.php/irmm/article/view/1882/pdf> (дата обращения 27.01.2021).



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

А.В. Баландин

УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПОРАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ В ПРИЛОЖЕНИЯХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

(Самарский университет)

Введение

Особый класс программных систем составляют приложения, входящие в состав систем промышленной автоматизации, систем автоматизации экспериментов, технических устройств с встроенным программным управлением и т.п. – *приложения реального времени* (ПРВ). Базовым функционалом ПРВ является обмен данными с физической средой сложной структуры (физическим объектом) с целью анализа параметров состояния и управления физическим объектом в реальном времени. Как следствие, в структуре данных ПРВ особую роль играют данные, значения которых формируются посредством аппаратных устройств, позволяющих транспонировать текущие значения физических параметров объекта в структуру данных ПРВ, и наоборот, вычисленные приложением результаты транспонируются в физические параметры управления объектом. При этом полагают, что значения в структуре данных ПРВ с необходимой точностью соответствуют изменяющимся во времени значениям параметров физического объекта. Использование приложением таких данных в вычислениях, и получаемые результаты вычислений, ограничено интервалами времени, по истечении которых текущие значения данных теряют актуальность, и они должны своевременно обновиться. Такие данные составляют в структуре данных ПРВ особую категорию так называемых *темпоральных данных* [1].

ПРВ - это сложная структура взаимодействующих параллельных процессов, разделяющих темпоральные данные в качестве "писателей" и/или "читателей" этих данных. Если процесс использует темпоральные данные в качестве исходных данных, то в момент его активизации данные должны быть *темпорально целостными* (валидными), т.е. иметь согласованные с реальным временем значения. Обычно для согласования темпоральных данных применяется метод циклической активизации процессов в соответствии с разработанной циклограммой - управляющим алгоритмом, циклически реализующим функционально согласованный порядок активизации процессов, разделяющих темпоральные данные [2]. Режим реального времени ограничивает длительность цикла циклограммы. Если возникает событие, когда некоторый активизированный процесс не успевает обновить свои выходные данные до завершения времени



цикла, это свидетельствует о потере такими данными валидности и фатальном нарушении работы ПРВ. В результате требуется либо модификация циклограммы, либо вычислительной системы. И то и другое не является тривиальной задачей, особенно для распределённых ПРВ [3].

Предлагается альтернативный циклограммам метод, основанный на оперативном хронометрировании валидности темпоральных данных в реальном времени часов ПРВ и асинхронной активизации процессов для их обновления.

Часы реального времени

Операционные системы реального времени (ОСРВ) предоставляют часы реального времени со шкалой астрономического времени с тиком (по умолчанию), равным $1_t = 10\text{мс}$, которые могут быть использованы для хронометрирования темпоральных данных [6]. Все процессы ПРВ, которые активизировались и завершили вычисление в течение текущего t_i -ого тика системных часов, считаются выполнившимися "одномоментно". Однако тик часов ОСРВ может оказаться для ПРВ слишком "узким", чтобы все активизированные в t_i -ом тике процессы смогли успеть в нём завершиться, что приводит к нарушению целостности темпоральных данных. Так как обычно не допустимо изменять системный тик часов ОСРВ, то предлагаемый метод использует собственные часы ПРВ – функция $CLOCK_{1_t}()$, где 1_t – величина тика часов ПРВ, заданная по часам ОСРВ и являющаяся характеристикой режима реального времени ПРВ. Запуск часов ПРВ – это сигнал старта приложения. В момент старта часы имеют нулевое показание.

Модель базы темпоральных данных

Выделим множество темпоральных данных ПРВ в отдельный объект и логически представим его как оперативную базу темпоральных данных, разделяемых процессами: $TDB = \{d_1(t), d_2(t), \dots, d_M(t)\}$, $d(t) = \langle \dot{z}, \dot{t}, \dot{v} \rangle_v$, где \dot{z} – значение абстрактного типа, полученное в момент $\dot{t} = CLOCK_{1_t}()$ – показание часов ПРВ в момент очередного обновления темпорального данного; \dot{t} – величина интервала времени по шкале часов ПРВ – интервал репрезентативности обновлённого значения \dot{z} ; $[\dot{t}, \dot{t} + \dot{t}]$ – период репрезентативности значения \dot{z} ; $v \in [0, 1]$ – индекс валидности значения \dot{z} . При $t \in [\dot{t}, \dot{t} + \dot{t}]$, $v = 1$ – данное содержит валидное значение, иначе – $v < 1$, не валидное. По истечении периода репрезентативности текущее значение \dot{z} перестаёт быть валидным – $v < 1$, и должно обновиться.

В TDB могут быть данные трёх темпоральных типов: *датум*, *импульс*, *мода* [4]. Тип темпорального данного определяет хронологию обновления и способ формирования периода репрезентативности при обновлении темпорального данного $d(t)$ процессом, для которого оно является выходным.

Управление базой темпоральных данных



Управление *TDB* выражается в модификации темпоральных данных параллельными процессами: $P_{TDB} = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$; $p_i = p_i(V_{in}^i, V_{out}^i)$, V_{in}^i и V_{out}^i - вектора ссылок на входные/выходные данные процесса p_i в *TDB*, $V_{in}^i \cap V_{out}^i \neq \emptyset$ [5]. P_{TDB} делится на четыре класса - $P_{TDB} = G \cup D \cup R \cup C$: $G = \{g_1, g_2, \dots, g_{N_G}\}$ - генераторы, $D = \{d_1, d_2, \dots, d_{N_D}\}$ - терминаторы, $H = \{h_1, h_2, \dots, h_{N_H}\}$ - преобразователи, $C = \{c_1, c_2, \dots, c_{N_C}\}$ - коммутаторы.

Генератор $g_i(\emptyset, V_{out}^i) \in G$ транспонирует параметры физического объекта в данные *TDB*, вектор входных данных является пустым.

Терминатор $d_i(V_{in}^i, \emptyset) \in D$ транспонирует данные *TDB* в параметры физического объекта, вектор выходных данных является пустым.

Преобразователь $h_i(V_{in}^i, V_{out}^i) \in H$ осуществляет преобразование данных, на которые ссылается вектор V_{in}^i , в данные, на которые ссылается вектор V_{out}^i .

Коммутатор $c_i(V_{in}^i, V_{out}^i) \in C$ - осуществляет локальную репликацию изменяющихся входных данных - V_{in}^i , в выходные - V_{out}^i .

Для глобальной репликации данных в распределённой *TDB* в класс коммутаторов каждого распределённого фрагмента ПРВ входят два подмножества: $S, R \subset C$, $s_j(V_{in}^j, \emptyset) \in S$ - *s-репликаторы*, $r_k(\emptyset, V_{out}^k) \in R$ - *r-репликаторы*; обеспечивающие глобальную репликацию разделяемых распределёнными процессами общих данных в распределённых по узлам сети фрагментах *TDB*.

Темпоральные прецеденты доступа к данным

По истечении периода репрезентативности, темпоральные данные типа *datum* или *мода* автоматически теряют валидность и должны одномоментно обновиться. Однако для ПРВ "мягкого" реального времени можно допускать кратковременное появление и использование процессами темпоральных данных с индексом валидности $v > v_{min}$, рассматривая это как программно контролируемый темпоральный прецедент доступа к данным с неопределённой погрешностью.

Темпоральные прецеденты обновления данных

При завершении в момент времени $\ddot{t} = \dot{t} + \dot{\tau}$ периода репрезентативности датума $d_{datum}(t) = \langle \dot{z}, \dot{t}, \dot{\tau} \rangle_v$ или спорадического возникновения в момент времени \ddot{t} события обновления моды $d_{mode}(t) = \langle \dot{z}, \dot{t}, \infty \rangle_v$, активизируется процесс, заменяющий значение \dot{z} на новое - \ddot{z} . При этом некоторый другой процесс, одновременно активный с этим процессом, может заблокировать в каче-



стве своего входного данного, темпоральное данное со значением \dot{z} , требующее обновления. Это означает, что в течение тика времени \dot{t} значение темпорального данного может быть получено другим процессом либо как \dot{z} - "устаревшее", либо обновлённое - \ddot{z} . В течение тика \dot{t} как старое, так и новое значение темпорального данного репрезентативны, так как принадлежат одному моменту времени часов ПРВ - $CLOCK_{1t}()$. Такая коллизия является темпоральным прецедентом обновления данных, обусловленная точностью часов и асинхронной активизацией процессов. Уменьшая тик часов ПРВ или динамически повышая приоритет активизируемых для обновления данных процессов, можно снижать вероятность таких темпоральных прецедентов. При использовании циклограмм темпоральные прецеденты момента обновления теоретически не возможны.

Заключение

Предложенный метод управления темпоральными данными использует событийную (асинхронную) активизацию процессов и, в отличие от циклограмм, не требует априори составления расписания согласованной активизации процессов для обеспечения темпоральной целостности данных. Метод позволяет контролировать темпоральные прецеденты нарушения валидности данных. Качественное отличие от циклограмм в том, что метод допускает в системах с "мягким" реальным временем контролируемую в заданных пределах кратковременную "деградацию" результатов вычислений над темпоральными данными, возможно приводящую к кратковременному нарушению работы системы, без её фатального завершения. Метод инвариантен для использования как в локальных, так и распределённых ПРВ.

Системный API современных POSIX-ориентированных ОСРВ содержит достаточный набор программных средств, позволяющих реализовать в ПРВ собственные часы реального времени и оперативную базу темпоральных данных, разделяемую параллельными процессами, а также реализовать предложенный метод как в централизованных, так и распределённых ПРВ в локальных сетях [6].

Библиографический список

1. Баландин А.В. Поточные диаграммы асинхронных темпоральных вычислений для моделирования и РВ-верификации приложений реального времени [Текст] // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2016). – Сб. трудов международной конференции. – Самара: Изд-во СГАУ. 2016. – С.919-926.
2. Святный В. А., Иванов Ю. А. Управление циклом реального времени встроенных систем при моделировании. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Проблеми моделювання та автоматизації проектування» (МАП-2010). Випуск: 8 (168) - Донецьк: ДонНТУ. - 2010. – стор. 5-15



3. Скородумов Ю.М. Назначение и планирование заданий в распределённых системах реального времени: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.11 / Скородумов Юрий Михайлович – СПб., 2016. - 124

4. Баландин А.В., Кавков Р.А. Эволюционное прототипирование распределённых приложений реального времени в ОСРВ QNX Neutrino. // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Электрон. текстовые и граф. дан. (34,4 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2018. – С. 929-933.

5. Баландин А.В., Николаев А.В. Метод структуризации и РВ-верификации приложений реального времени для систем промышленной автоматизации // Надёжность и качество. - Труды международного симпозиума. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та. 2003. – С.378-380.

6. Кёртен Р. Введение в QNX Neutrino 2. Руководство для разработчиков приложений реального времени. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.: ил.

И.Ю. Выгодчикова, В.Н. Туренко

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА В ЛЕКЦИОННОЙ АУДИТОРИИ НА ОСНОВЕ ДРЕВОВИДНОЙ СТРУКТУРЫ МИНИМАЛЬНОГО ВЕСА

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

Авторами статьи разработана модель оптимального распределения пространства в лекционной аудитории на основе построения минимального покрывающего дерева между студенческими партами и технологии мерчендайзинга. В основу модели заложен принцип максимального отдаления между студентами (партами), а также сбалансированность в компоновке пространства между лектором и каждым студенческим столом. Для этого применён математический критерий минимакса и «шахматное» деление лекционного кабинета для расстановки парт. Выполнены вычислительные эксперименты для студентов 351 группы СГУ (механико-математический факультет, март 2021 г.). В результате получена точная схема расстановки мебели и учебного инвентаря. Данный подход актуален в связи с эпидемией COVID-19 в России, 2019-2021 гг.

Введение. С приходом новых технологий компьютерной визуализации данных и цифрового дизайна, актуальным направлением исследования является применение математического аппарата теории графов² и программных средств для оптимизации лекционной аудитории путём физического перемещения столов, по примеру технологий мерчендайзинга.

² Минимальное покрывающее дерево [Электронный ресурс]. URL: <https://graphonline.ru/> (дата обращения 01.04.2021).



В основу данного подхода, ввиду эпидемии COVID-19 в России 2019-2021 гг., должен быть заложен принцип максимального отдаления между студенческими партами, а также сбалансированность в компоновке пространства между лектором и каждой партией (равенство рёбер связного графа).

Целью работы является разработка программно-ориентированного инструментария оптимального размещения лекционного оборудования и инвентаря на основе интеллектуального анализа данных.

Объект – лекционный класс 400, 9 корпус СГУ (Саратов).

Метод иерархического анализа. В основу метода заложен математический аппарат сбалансированности данных. Учитывая весовые параметры по ролевым категориям «студент, преподаватель», для средней лекционной аудитории (аудитории 407, 409, 400, в 9 корпусе СГУ), содержащей 3 ряда парт по 2 студента на каждой парте.

Для построения алгоритма приняты следующие допущения: в группе не более 36 студентов, то есть не более 6 рядов парт, с учётом специфики посещения и размера групп необходимо рассредоточить парты в оптимальном режиме, чтобы снизить возможность заражения при контакте студентов. «Лишние» парты сдвигаются в свободную зону.

Исходное количество парт 19 (18 парт для студентов и одна для преподавателя), стульев 37 (36 стульев для студентов и 1 для преподавателя).

Действия по оптимизации размещения оборудования в лекционной аудитории выполняется следующему алгоритму:

Шаг 1. Выполняется анализ:

1) если количество студентов в группе кратно шести, выделяются n зон, по формуле $n=N/6+1$,

2) если количество студентов в группе не кратно шести, выделяются n зон, по формуле $n=[N/6]+2$ ($[]$ – целая часть числа).

Шаг 2. Насколько позволяет пространство, выполняется «раздвижение» парт по рядам (между слоями 1.1-1.3 и 1.2, 2.1-2.3 и 2.2 и т.д.) (рис. 1).

Шаг 3. «Лишние» парты убираются в свободную зону по краям аудитории в противоположной стороне от доски. Оптимальным является последний ряд, возможно только сторона от двери (не к окну). Обустройство зоны «оборудование» зависит от размера группы.

Обоснование. В качестве веса ребра выбирается длина пути между партами (парта рассматривается как точка с центром на пересечении диагонали прямоугольной поверхности парты). Ввиду того что выполняется диагональное распределение парт и преподавателя, вес данного дерева будет минимальным (с учётом равенства рёбер) (рис. 2).

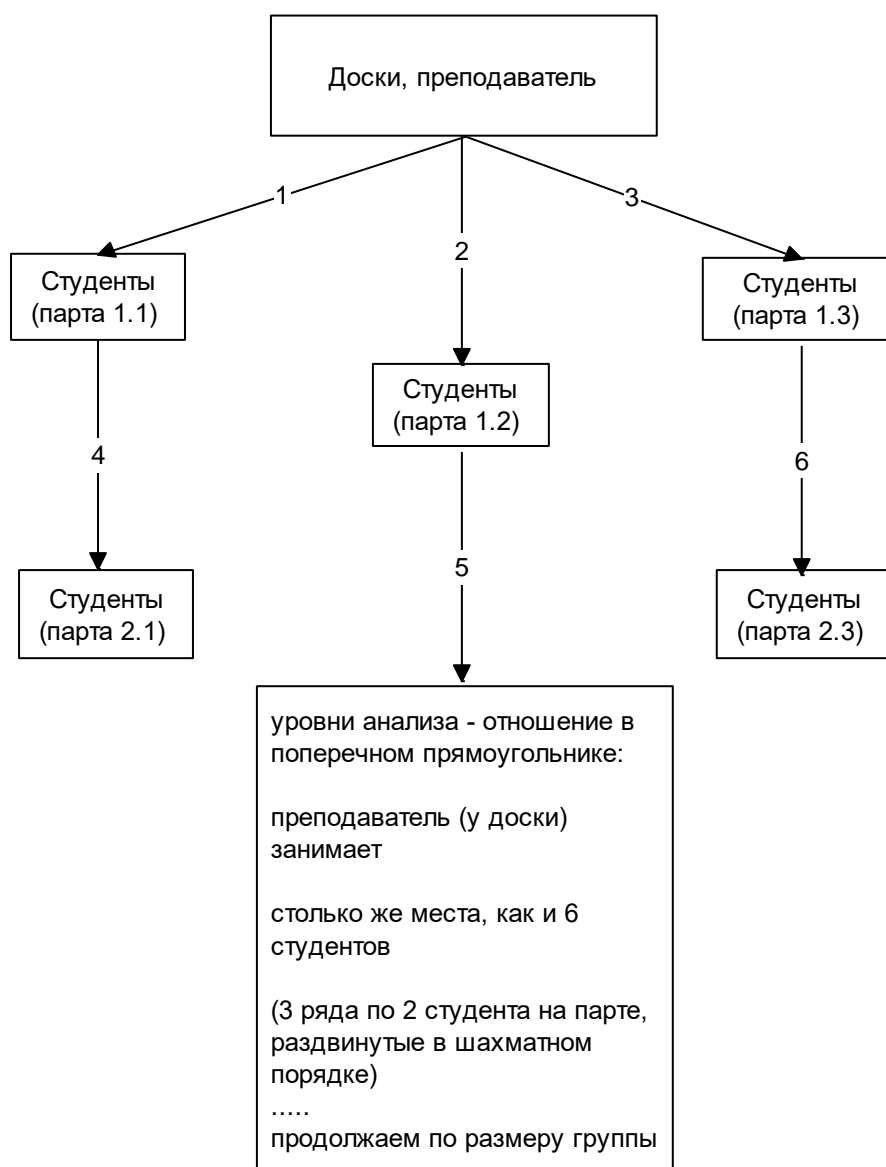


Рис. 1. Алгоритмическая схема

Экспериментальные результаты. В исследовании участвует преподаватель (роль А) и 23 студента (роль В) 351 группы СГУ (механико-математический факультет, март 2021 г.), регулярно посещающие лекции, аудитория 400. Оптимальное распределение оборудования представлено на рис.3.

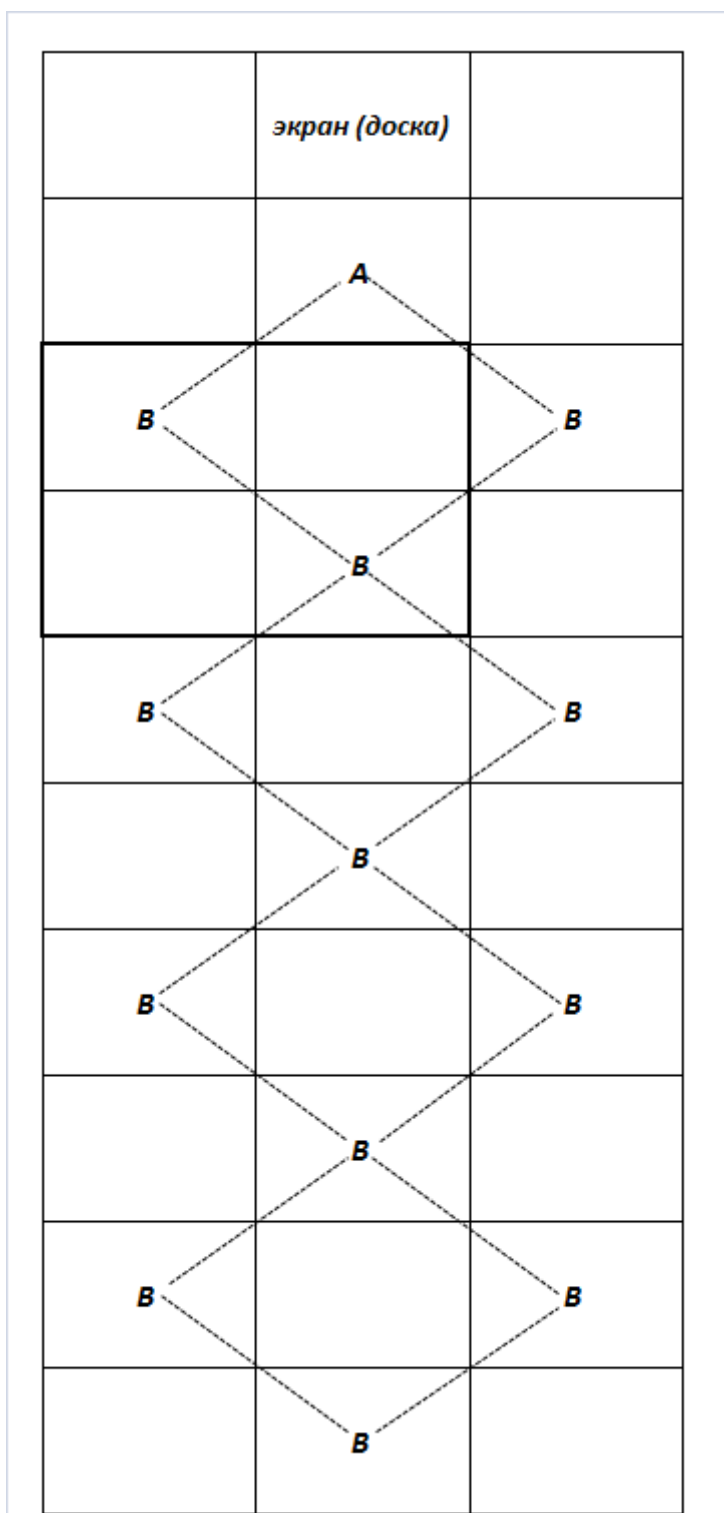


Рис. 2. Обоснование метода (А-преподаватель, В-парта студентов)



**351 группа, 23 студента, 23 марта 2021, 400 аудитория
СГУ (Саратов), механико-математический факультет**

инвентарь (мел, губка)	<i>экран (доска)</i>	инвентарь (фломастеры, ноутбук)
свободное пространство	<i>преподаватель (роль А)</i>	свободное пространство
<i>парта (2 студента, роль В)</i>	свободное пространство	<i>парта (2 студента, роль В)</i>
свободное пространство	<i>парта (2 студента, роль В)</i>	кондиционер
<i>парта (2 студента, роль В)</i>	свободное пространство	<i>парта (2 студента, роль В)</i>
кондиционер	<i>парта (2 студента, роль В)</i>	свободное пространство
<i>парта (2 студента, роль В)</i>	свободное пространство	<i>парта (2 студента, роль В)</i>
свободное пространство	<i>парта (2 студента, роль В)</i>	регулятор температуры
<i>парта (2 студента, роль В)</i>	свободное пространство	<i>парта (2 студента, роль В)</i>
хозяйственные средства	<i>парта (1 студент, роль В)</i>	оборудование для безопасности

Рис. 3. Оптимальное размещение пространства в лекционной аудитории 400

Заключение. Разработана и протестирована модели зонирования лекционной аудитории. Модель целесообразно использовать на практике для улучшения восприятия лекции и максимальной дистанционной безопасности между участниками процесса.

Литература

1. Выгодчикова И.Ю., Кротова Ю.И., Тараканов И.Ю. Инструментарий мерчандайзингового решения для интернет-витрины молочной продукции на основе минимаксного критерия // «Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками»: сборник материалов VIII Междунар. молодежной науч.-практ. конф. Саратов: ООО Изд-во «Научная книга», 2019. С. 27-31.



И.Ю. Выгодчикова, А.А. Гурьянова

ТЕХНОЛОГИЯ ПОРТФЕЛЬНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДРЕВОВИДНОЙ СТРУКТУРЫ И МИНИМАКСНОГО КРИТЕРИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ

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

Авторами статьи разработан метод распределения капитала между инвестиционными проектами для крупнейших компаний – лидеров высокотехнологичных отраслей России. В основу заложен разработанный авторами метод интегрального ранжирования и коррекции решения с учётом отраслевого признака. Построена иерархическая система анализа данных, основанная на применении двухэтапного перераспределения долей инвестирования с учётом адаптации к требованиям доходности портфеля и минимаксного критерия оптимальности, позволяющего стабилизировать риск за счёт целенаправленного перераспределения между активами. Составлен алгоритм программной реализации модели. Важной особенностью разработанного метода является использование авторского математического аппарата, включающего иерархический анализ ранжированных показателей финансово-хозяйственной деятельности компаний с учётом их приоритетности и применение минимаксного подхода для получения рейтинговой оценки компаний с учётом отраслевого признака. Предложенный подход целесообразно применять для целевого финансирования крупных отраслевых компаний, занимающихся внедрением высокотехнологичных проектов.

Введение. Развитие информационных технологий в сфере телекоммуникаций и высокопроизводительных вычислений компаний позволяет усовершенствовать подход к рейтинговой оценке бизнеса. Такой показатель должен служить основой рейтинга компаний на международной арене перспективного и взаимовыгодного сотрудничества с целью инвестирования капитала. Если предполагается долгосрочное сотрудничество, необходимо стабилизировать инвестиции. Существуют высоко рисковые проекты, сулящие достойные доводы инвестору. Но для воплощения в жизнь таких проектов требуются дополнительные инвестиционные ресурсы, привлечь которые может новаторский подход к иерархической классификации компаний по их рейтингу. Именно такой инструментарий предложен в работе. Действительно, выбор компании ведущих отраслей не является однозначным до тех пор, пока не будет принят интегральный рейтинг компаний, оптимизированный к выбранной группе показателей. Развитие высоких технологий требует принятия быстрых и качественных решений о долевой структуре инвестиционного капитала, направляемого для поддержки наукоёмких проектов [1]. Параметры модели должны чётко характеризовать структуру финансовых ресурсов на предприятии и позволять инвестору иметь веские основания полагать, что вложенные средства будут грамот-



но освоены и приведут к росту прибыли [2, 3]. Ряд сложностей возникает с применением традиционных моделей портфельного инвестирования. Так, для применения классической задачи Г.М. Марковица [4] необходимо определить ковариационную матрицу доходности активов, что не представляется возможным при осуществлении инвестирования с использованием инвестиционного кредитования или целевого финансирования наукоёмких проектов. Получение приближённых данных на основании анализа рядов динамики финансовых показателей за несколько лет существенно замедляет процесс принятия решений и, кроме того, приводит к искажению результата оптимизации. Поэтому актуальным направлением исследования является усовершенствование технологии портфельного инвестирования.

Целью исследования является разработка технологии портфельного инвестирования на основе оптимизационной модели минимакса и иерархического анализа данных в режиме древовидной структуры.

Минимаксный подход применяется для долевого распределения инвестиций. При этом важны показатели рейтингов отраслей.

Для построения математической модели вводятся следующие обозначения. Пусть для целей инвестирования рассматриваются m отраслей, и в каждой отрасли выбрано некоторое количество компаний, всего в анализе участвуют n компаний, распределённых по m отраслям.

Интегральные ранги компаний обозначим через $V_1 > 0, \dots, V_n > 0$ («1» – лучший, « n » – худший), соответственно, ранги компаний по отраслевому признаку обозначим через $W_1 > 0, \dots, W_n > 0$ («1» – лучший, « n » – худший). Нужно определить доли инвестирования компаний в каждой отрасли $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$. Обязательным условием построения модели является учёт приоритета отраслей для улучшения рейтинга компаний с использованием корректировки по отраслевому признаку.

На основе иерархического анализа статистических данных выполняется построение интегрального рейтинга компаний V , индексированного согласно номеру компании в списке (для i -ой компании рейтинг V_i). В целях получения рекомендуемых долей инвестирования применяется математическая задача с негладким функционалом и линейным ограничением вида:

$$\max_{i=1, n} V_i \tilde{\theta}_i \rightarrow \min_{\tilde{\theta} \in D} D = \{ \tilde{\theta} = (\tilde{\theta}_1, \dots, \tilde{\theta}_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \tilde{\theta}_i = 1 \}, \quad (1)$$

решение задачи (1) определяется по формулам (2):

$$\tilde{\theta}_i = 1 / \left(V_i \sum_{k=1}^n (V_k)^{-1} \right), \quad i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

По результатам анализа ранга компаний, который строится на основе иерархического анализа данных об их финансово-хозяйственной деятельности, отрасли ранжируются по следующему принципу:

ранг 1 присваивается отрасли, компания которой имеет лучший рейтинг, далее отрасли следуют в порядке убывания рейтингов лидирующих в рейтинге ком-



паний, и им присваивается самостоятельный рейтинг (ранг), от первого (1) до последнего (численно равного количеству анализируемых отраслей). Обозначим W_k ранг k -ой отрасли согласно номеру отрасли в списке (по приоритету). Аналогично задаче (1), для отраслей ставится задача:

$$\max_{i=1,n} W_i \hat{\theta}_i \rightarrow \min_{\hat{\theta} \in D} D = \{\hat{\theta} = (\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \hat{\theta}_i = 1\}, \quad (3)$$

решение задачи (3) определяется по формулам (4):

$$\hat{\theta}_i = 1 / \left(W_i \sum_{k=1}^n (W_k)^{-1} \right), \quad i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Итоговый показатель для компаний получается путём корректировки решения задачи (1) за счёт решения задачи (3). Пусть $\sum_{i=1}^n \hat{\theta}_i \cdot \tilde{\theta}_i = z$. Доли инвестирования i -ой компании получаются по формулам (5):

$$\theta_i = \hat{\theta}_i \tilde{\theta}_i / z, \quad i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Вычислительный эксперимент. В вычислительном эксперименте учувствуют десять крупнейших по объёму реализации компаний за 2015. Для анализа рассматривается три года³: 2015, 2016, 2017. Анализируя методику, заложенную в основу построения рейтингового документа «Рейтинг крупнейших компаний России по объёму реализации продукции» за 2015 г. агентства «Эксперт РА»⁴ можно сделать вывод, что в 2015 г. показатели А, В и С положительно влияют на развитие бизнеса и их рост желателен для любой крупной компании. Коэффициенты корреляции между показателями АВ, ВС и АС находятся в диапазоне от 0.55 до 0.9. Такой же вывод можно сделать о данных за 2016 и 2017 гг. Следовательно, выполняются все допущения, принятые при построении модели рейтинга. Далее применяется метод интегрального ранжирования из [2] и метод инвестиционного анализа на основе интегрального рейтинга из [3], табл. 1, табл. 2.

Табл. 1. Рейтинг (2015-2017, десять лидеров по объёму выпуска)

Компания	Рейтинг 2015	Рейтинг 2016	Рейтинг 2017
Газпром	1	2	1
Лукойл	3	3	2
Роснефть	2	4	3
Сбербанк	4	1	4
Банк ВТБ	6	6	9
Магнит	9	7	10
X5 RetailGroup	10	9	6
Сургутнфтегаз	5	10	5
Татнефть	7	8	8

³ Рейтинг крупнейших компаний RAEX-600 (рейтингового агентства «Эксперт РА»). URL (за 2015, 2016, 2017 гг., соответственно): <https://raex-a.ru/ratings/expert400/2016>, <https://raex-a.ru/ratings/expert400/2017>, <https://raex-a.ru/ratings/expert400/2018> (дата обращения 01.04.2021)

⁴ Рейтинг крупнейших компаний России по объёму реализации продукции за 2015 г. рейтингового агентства «Эксперт РА». URL: https://raex-a.ru/rankingtable/top_companies/2017/main (дата обращения 01.04.2021)



Новатэк	8	5	7
---------	---	---	---

Табл. 2. Промежуточные вычисления (2015-2017, лидеры по объёму)

Компания	Отрасль	2015	2016	2017	Рейтинг отраслей
Газпром	нефтяная и газовая промышленность	34,14%	17,07%	34,14%	1
ЛУКОЙЛ	нефтяная и газовая промышленность	11,38%	11,38%	17,07%	1
Роснефть	нефтяная и газовая промышленность	17,07%	8,54%	11,38%	1
Сбербанк	банки	8,54%	34,14%	8,54%	2
Банк ВТБ	банки	5,69%	5,69%	3,79%	2
Магнит	розничная торговля	3,79%	4,88%	3,41%	3
X5 RetailGroup	розничная торговля	3,41%	3,79%	5,69%	3
Сургутнфтегаз	нефтяная и газовая промышленность	6,83%	3,41%	6,83%	1
Татнефть	нефтяная и газовая промышленность	4,88%	4,27%	4,27%	1
Новатэк	нефтяная и газовая промышленность	4,27%	6,83%	4,88%	1
		100,00%	100,00%	100,00%	

Табл. 3. Итоговые рейтинги компаний (2015-2017, лидеры по объёму)

Компания	Отрасль	Итоговый рейтинг 2015	Итоговый рейтинг 2016	Итоговый рейтинг 2017	Рейтинг отраслей
Газпром	нефтяная и газовая промышленность	38,76%	22,97%	38,90%	1
ЛУКОЙЛ	нефтяная и газовая промышленность	12,92%	15,32%	19,45%	1
Роснефть	нефтяная и газовая промышленность	19,38%	11,49%	12,97%	1
Сбербанк	банки	4,85%	22,97%	4,86%	2
Банк ВТБ	банки	3,23%	3,83%	2,16%	2
Магнит	розничная торговля	1,44%	2,19%	1,30%	3
X5 RetailGroup	розничная торговля	1,29%	1,70%	2,16%	3
Сургутнфтегаз	нефтяная и газовая промышленность	7,75%	4,59%	7,78%	1
Татнефть	нефтяная и газовая промышленность	5,54%	5,74%	4,86%	1
Новатэк	нефтяная и газовая промышленность	4,85%	9,19%	5,56%	1

Заключение. Практическое использование разработанного метода интегрального ранжирования компаний позволяет оптимизировать процесс распределения инвестиционных ресурсов и способствует поддержанию расширения производства высокотехнологичной продукции, производимой ведущими компаниями важнейших отраслей экономики России. Предложенный метод целесообразно использовать при разработке инвестиционной стратегии развития высокотехнологичной проектов.

Литература

1. Выгодчикова И.Ю., Селиванова А.А. Оценивание риска портфельного инвестирования на базе иерархической модели // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2016. Т.16. Выпуск 1. С. 80-85.
2. Выгодчикова И.Ю. Построение рейтинга инвестиционной привлекательности крупнейших российских компаний с использованием минимаксного подхода // Статистика и экономика. 2020. Том 17, № 2. С. 82-93, <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2020-2-82-93>.



3. Выгодчикова И.Ю. Инструментарий принятия решений об инвестировании крупных российских компаний с использованием иерархической процедуры ранжирования и минимаксного подхода // Прикладная информатика. 2019. Том 14. № 6 (84). С. 123-137.

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

Э.С. Кодиров, А.В. Махкамов, Ш.Ш. Абдувахобов

ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ: НЕЧЕТКИЕ ЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

(ГУИТ им. Мухаммада Аль-Хоразмий, Фергана, Узбекистан)

В последние годы нейронные сети, модели нечеткой логики и опорные векторные машины используются во многих различных областях. В этом разделе в первую очередь обсуждаются модели NN и FL. Однако из-за очень высокой степени сходства между NN и SVM почти все комментарии о репрезентативных свойствах NN также могут быть применены к SVM. Модели NN и FL являются инструментами моделирования. Они действуют таким же образом после завершения этапа обучения НС или внедрения человеческих знаний о какой-то конкретной задаче ПЛ. Это две стороны одной медали. Будет ли более подходящим инструментом для решения данной проблемы модель NN или FL, зависит от наличия предшествующих знаний о моделируемой системе и количества измеренных данных процесса. На полюсе НЕТ есть проектная ситуация черного ящика, в которой процесс полностью неизвестен, но есть примеры (измерения, записи, наблюдения, образцы, пары данных). На другом полюсе (модель FL) решение проблемы известно, то есть существует структурированное человеческое знание (опыт, знания, эвристика) о процессе. Тогда есть ситуация белого ящика. Короче говоря, чем меньше предшествующих знаний, тем больше вероятность того, что для попытки решения будет использован подход NN, а не FL. Чем больше знаний доступно, тем больше подходит проблема для применения моделирования нечеткой логики. В целом оба инструмента ориентированы на решение задач распознавания (классификации) и регрессии (приближение многомерной функции). Например, когда они применяются в области управления системой или в области обработки цифровых сигналов, нейронные сети можно рассматривать как инструмент нелинейной идентификации. Это наиболее тесная связь со стандартной и хорошо развитой областью оценки или идентификации линейных систем управления. Базовые зависимости (если они есть) обычно далеки от линейности, и линейные допущения больше не могут иметь места. Придется добавить новый скрытый слой нейронов. Таким образом, сеть может моделировать нелинейные функции. Этот этап проектирования приводит к огромному увеличению возможностей моделирования, но за это приходится платить: придется выполнять нелинейное обучение, а это, как пра-



вило, непростая задача. Однако именно здесь начинается мир нейронных сетей и опорных векторных машин.[1]

Основы нечеткого логического моделирования

Нечеткая логика находится на противоположном полюсе системного моделирования по сравнению с методами NN и SVM. Это подход белого ящика в том смысле, что предполагается, что человечество уже знает о решении. Следовательно, смоделированная система известна (т.е. белая). На уровне приложений FL можно рассматривать как эффективный инструмент для встраивания структурированных человеческих знаний в полезные алгоритмы. Это ценный инженерный инструмент, разработанный для того, чтобы хорошо сочетать точность и значимость. В этом отношении модели FL делают то, что люди делали очень давно. Как и в человеческих рассуждениях и умозаключениях, истинность любого утверждения, измерения или наблюдения зависит от степени. Эта степень выражается через функции принадлежности, которые количественно определяют (измеряют) степень принадлежности некоторых (четких) входных данных заданным нечетким подмножествам. Область нечеткой логики очень широка и охватывает множество математических и логических концепций, лежащих в основе приложений в различных областях. Основы этих концептуальных основ описаны в главе 6. В частности, в этой главе представлены фундаментальные концепции четких и нечетких множеств, вводятся основные логические операторы соединения (AND), дизъюнкции (OR) и импликации (IF-THEN) в области нечеткой логики (а именно, F-норм и F-конорм) и обсуждает эквивалентность NN и FL моделей. Кроме того, вводятся нечеткие аддитивные модели (FAM), которые являются универсальными приближениями в том смысле, что они могут аппроксимировать любую многомерную нелинейную функцию на компактной области с любой степенью точности. Это означает, что FAM плотны в пространстве непрерывных функций, и они разделяют это очень мощное свойство с NN и SVM.

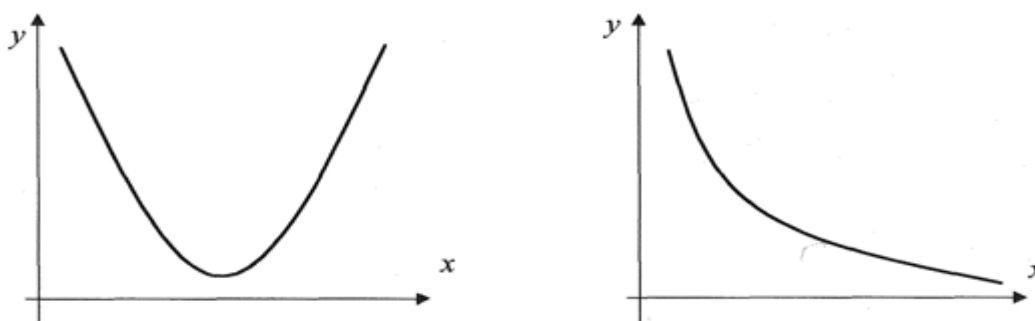


Рис. 1. Две разные нелинейные функции (отображения) $Y = f(x)$, моделируемые нечеткой аддитивной моделью.



В этом разделе обсуждается, как FAM аппроксимируют любую (не аналитически, а вербально или лингвистически) известную функциональную зависимость. FAM состоит из набора правил в форме операторов IF-THEN, которые выражают человеческие знания о функциональном поведении. Предположим, мы хотим смоделировать две функции, показанные на рисунке 1. Легко смоделировать вербально функциональные зависимости, показанные на рисунке 1. Обе модели будут содержать как минимум три правила IF-THEN. Использование меньшего количества правил снизит точность аппроксимации, а использование большего количества правил увеличит точность за счет большего требуемого времени вычислений. Это классическая дилемма мягких вычислений - компромисс между неточностью и неопределенностью, с одной стороны, и низкой стоимостью решения, управляемостью и надежностью, с другой. Соответствующие правила для функций на рисунке 1 следующие:

Левый график

IF x низкий, THEN y высокий.
IF x средний, THEN y низкий
IF x высокий, THEN y высокий

Правый график

IF x низкий, THEN y высокий.
IF x средний, THEN y средний.
IF x высокий, THEN y низкий.

Эти правила определяют три больших прямоугольных участка, закрывающих функции. Они показаны на рисунке 1 вместе с двумя возможными приближениями для каждой функции. Обратите внимание, что люди не думают (или очень редко) в терминах нелинейных функций. Мы не пытаемся «нарисовать эти функции в уме» или «увидеть» их как геометрические артефакты. Как правило, мы не обрабатываем геометрические фигуры, кривые, поверхности или гиперповерхности во время выполнения задач или выражения наших знаний.[2]

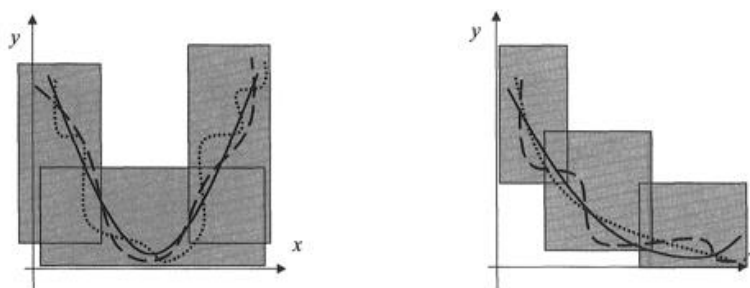


Рис.2. Две разные функции (сплошные линии на обоих графиках) покрыты тремя патчами, созданными по правилам IF-THEN и смоделированными двумя возможными приближениями (пунктирные и пунктирные кривые).

Кроме того, наш опыт или понимание некоторых функциональных зависимостей очень часто вообще не является структурированной частью знаний. Обычно мы выполняем очень сложные задачи, не имея возможности объяснить, как мы их выполняем. Любопытный читатель должен попытаться, например, объяснить коллеге в виде правил IF-THEN, как он ездит на велосипеде, распознает числа или занимается серфингом. Между знаниями или опытом и оконча-



тельной нечеткой моделью есть много шагов, как эвристических, так и математических. После завершения всех этапов проектирования и вычислений эта окончательная модель представляет собой очень точно определенную нелинейную функцию. Выбирая сложность основы правил, можно управлять точностью нечеткой модели и получать компромисс с затратами на решение. Таким образом, сначала определяются наиболее важные входные и выходные переменные для проблемы. В терминах нечеткой логики необходимо определить вселенные дискурса, то есть области и диапазоны соответствующих переменных. Затем указывается, что является низким, средним, высоким, положительным, нулевым, горячим, холодным и т. Д. В данной задаче. В терминах нечеткой логики можно определить нечеткие функции принадлежности (нечеткие подмножества или атрибуты) для выбранных входных и выходных переменных. Затем структурируют знания в виде правил IF-THEN, то есть нечетких правил (устанавливаются основы правил). Заключительный этап - выполнить числовую часть - применить некоторый алгоритм вывода (например, SUM-PROD, MAX-MIN, SUM-MIN) - и дефаззифицировать результирующие (обычно ненормальные) нечеткие подмножества. Последние два шага представляют собой четкие и точные математические операции. Мягкой частью этих вычислений является выбор функций принадлежности, а также соответствующих механизмов вывода и дефаззификации.[3] Опять же, существует компромисс между простыми и быстрыми алгоритмами, имеющими низкие вычислительные затраты и желаемую точность. Проектные решения включают количество, формы и размещение входных и выходных функций принадлежности, применяемый механизм вывода и используемый метод дефаззификации. Продемонстрируем нечеткое моделирование простого одномерного отображения $y = x^2$, $-3 < x < 0$. Выберите четыре нечеткие функции принадлежности (нечеткие подмножества или атрибуты) для входных и выходных переменных следующим образом:

Входные переменные	Выходные переменные
For $-3 < x < -2$, x очень отрицательный	For $4 < x < 10$, y большой
For $-3 < x < -1$, x немного отрицательный	For $-3 < x < -1$, y средний
For $-2 < x < 0$, x почти равен нулю	For $-2 < x < 0$, y маленький

Если кто-то не удовлетворен достигнутой точностью, следует определить больше правил. Это будет достигнуто за счет более тонкой грануляции (применения меньших патчей), которая может быть реализована путем определения большего количества функций принадлежности. Нечеткое приближение, которое следует из модели с семью правилами, показано на рисунке 3. Семь нечетких функций принадлежности (нечетких подмножеств или атрибутов) для входных и выходных данных, а также соответствующая основа правил определены следующим образом:[4]



Входные переменные
For $-3.0 < x < -2.5$ x чрезвычайно далеко от нуля

Выходные переменные
For $6.25 < x < 9$, y довольно большой

For $-3.0 < x < -2.0$, x очень далеко от нуля

For $4 < x < 9$, y средний

For $-2.0 < x < 1.0$, x далеко от нуля

For $0 < x < 2.25$, y маленький

Нечеткая аппроксимирующая функция, полученная в результате нечеткой аддитивной модели с семью правилами, неотличима от исходной и известной функциональной зависимости. Напомним, однако, что структурированное человеческое знание обычно находится в форме (лингвистически выраженной) основы правил, а не в форме какого-либо математического выражения. Если бы кто-то знал математическое выражение, не было бы необходимости в разработке нечеткой модели.

Литература

1. Современные Цифровые Технологии В Образовании// Гончарова А.И., Ожерельева М.В. Брянский государственный технический университет, 26-27 ноября, 2020
2. Fuzzy Logic, Soft Computing & Computational Intelligence: Eleventh International Fuzzy Systems Association World Congress//Ed. Y. Liu, G. Chen, M. Ying, ISBN 7-302-11377-7/TP-7494, Springer, 2005.
3. Theoretical Advances and Applications of Fuzzy Logic and Soft Computing // Eds O. Castillo, P. Melin, O. Montiel Ross, R. Cruz, W. Pedrycz, J. Kasprzyk, Advances in Soft Computing 42, Springer, 2007.
4. Zadeh, Lotfi A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control 8, 378-53.

Д.В. Майков

ОСТРОВНОЙ КВАНТОВЫЙ АЛГОРИТМ ПРЕСНОВОДНЫХ ГИДР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ

(Ижевский торгово-экономический техникум)

В некоторых задачах науки и техники необходимо выполнять поиск точки глобального экстремума функции многих переменных. В качестве примера подобных задач можно привести обучение нейронных сетей [1], построение оптимального управления для систем дифференциальных уравнений [2], оптимизация параметров технических систем и др.

При решении задачи условной многомерной оптимизации необходимо найти точку глобального экстремума (например, точку минимума) заданной целевой функции $f(\mathbf{x})$ внутри n -мерной области D :



$$\mathbf{x}^{opt} = \arg \min_{\mathbf{x} \in D} f(\mathbf{x}).$$

Функция $f(\mathbf{x})$ может иметь множество локальных экстремумов и не выражаться в явном виде. Для решения оптимизационных задач часто применяются популяционные алгоритмы (например, генетический алгоритм, алгоритм роя частиц и др. [3]), являющиеся примером мультиагентных технологий. На протяжении одной итерации они работают с множеством особей (частиц, агентов) – допустимых векторов из области D . Множество этих векторов образует популяцию.

Другим примером популяционного алгоритма является квантовый алгоритм пресноводных гидр [4]. В этом алгоритме особь гидры может перемещаться к средней лучшей позиции всех особей популяции, к особи с наилучшим значением целевой функции за все время поиска и в случайном направлении. При этом выбор направления выполняется по-разному. В первом варианте алгоритма (QH-АНР-алгоритм) для этого применяется метод анализа иерархий (АНР), а во втором (QH-В-алгоритм) – байесовский подход. Непосредственное перемещение особей осуществляется с помощью метода для нахождения некоторых решений уравнения Шредингера. Понятие скорости особи при этом не используется, а ее координаты с некоторой вероятностью могут существенно изменяться. Это позволяет увеличить охват пространства поиска и преодолевать особям области притяжения локальных экстремумов.

Одним из способов повышения скорости работы алгоритма является применение островной модели, реализующей коэволюционный подход [3]. При этом популяция делится на несколько изолированных субпопуляций (островов), эволюция которых протекает параллельно. Через заданное количество итераций выполняется миграция лучших особей между субпопуляциями. Часто применяются свободная миграция (когда особь может быть перенесена из одной субпопуляции в любую другую) и циклическая миграция (при этом особь одной субпопуляции переносится в другую согласно очереди) [5, 6].

Увеличение скорости сходимости достигается за счет следующих факторов [3, 5, 6]:

1. Особи каждой субпопуляции группируются в окрестности своего локального экстремума, исследуя свою часть пространства поиска. Обмен особями между субпопуляциями (миграция) позволяет преодолеть области притяжения локальных экстремумов и увеличить обзор пространства поиска.

2. Вычислительный процесс может быть распараллелен.

3. Существенное влияние на скорость работы популяционных алгоритмов оказывают заранее неизвестные значения их параметров. Эти значения для каждой субпопуляции можно задавать различными. При этом численность менее эффективной субпопуляции уменьшается, а более эффективной, соответственно, увеличивается на одну и ту же величину в процессе поиска.

Работа островного алгоритма напоминает процессы, протекающие в живой природе, когда происходит перенос генов в результате миграции особей между отдельными популяциями вида (поток генов) [7]. Если численность по-



пуляции невелика, то наблюдается дрейф генов, при котором возможны резкие колебания частот аллелей и соответствующих им признаков, так что потомки могут существенно отличаться от родителей. Это может привести как к улучшению приспособленности особей, так и к их деградации и последующему вымиранию.

Схема островного квантового алгоритма пресноводных гидр (IQN – Island Quantum freshwater Hydra algorithm) имеет вид:

I. Инициализация начальных субпопуляций:

1. Для работы алгоритма создать P субпопуляций (островов), каждая из которых содержит S_p особей ($p = \overline{1, P}$), координаты x_{ij} ($i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, S_p}$) которых принимают случайные значения из заданного промежутка $[x_i^{\min}, x_i^{\max}]$.

2. Для особей каждой субпопуляции задать начальные значения параметров применяемого алгоритма (например, QN-АНР, QN-В). Если для данной целевой функции предварительно решена задача метаоптимизации [4], то для всех субпопуляций использовать оптимальные значения параметров, иначе для каждой субпопуляции задать различные значения, показавшие хорошие результаты для решения других задач.

3. Найти лидера – лучшую особь всей популяции.

4. Задать номер итерации $k = 1$.

II. Итерация островного алгоритма:

1. Для каждого острова выполнить заданное количество итераций применяемого к нему алгоритма и по завершении найти M лучших особей (элиту). Данный пункт выполняется параллельно на разных процессорах.

2. Из всех элитных особей популяции выбрать E лучших – мультиэлиту. Если особи какого-либо острова вошли в ее состав, то увеличить неотрицательный индекс вхождений r_p (предварительно равный нулю) на единицу, иначе – уменьшить на единицу. Для острова с наибольшим значением r_p увеличить количество особей на заданное число (создавая их случайным образом), одновременно уменьшая их на это число у острова с наименьшим значением, так, чтобы общее количество особей всей популяции не менялось. При этом численность худшей субпопуляции не должна быть меньше заданного порога. В этой худшей субпопуляции создаются условия для дрейфа генов. Если эта субпопуляция остается худшей на протяжении заданного числа итераций, то уничтожить ее (по аналогии с вымиранием в природе) и создать новую случайным образом.

3. Если используется свободная миграция, то каждой субпопуляции передать M лучших особей другой, случайно выбранной субпопуляции, заменяя M худших особей в ней. Для циклической миграции элита передается острову, следующему по списку. Так реализуется поток генов.

III. Найти лидера для всей популяции. Проверить условие выполнения критерия останова (например, прирост целевой функции лидера оказывается меньше заданного числа на протяжении 100 итераций). Если он выполняется,



то в качестве решения задачи указать координаты лидера, иначе увеличить номер итерации k на единицу и вернуться к пункту II.

График скорости сходимости представлены на рисунке 1.

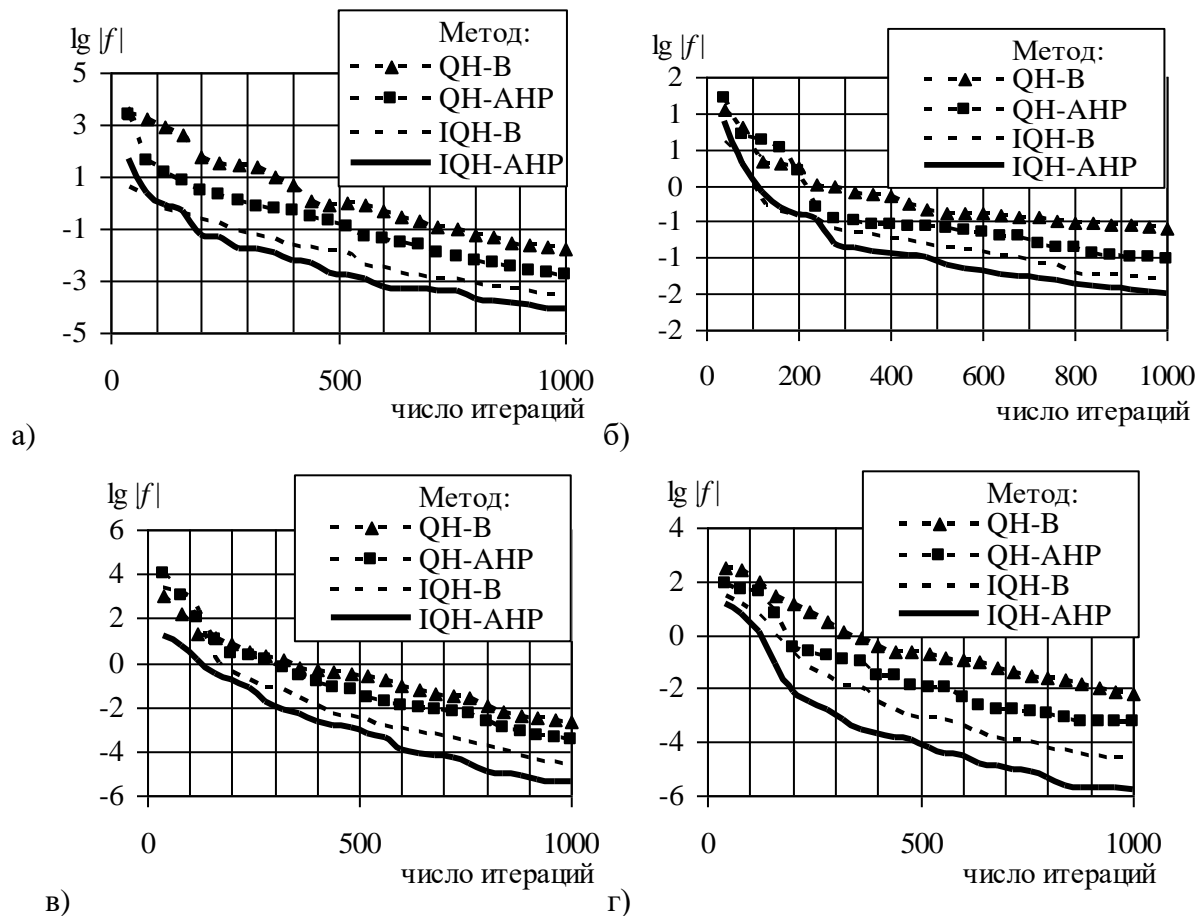


Рис. 1. График скорости сходимости алгоритмов на примере тестовых функций: а) Розенброка; б) Дэвиса; в) Экли; г) Растригина

Для сравнения скорости сходимости различных алгоритмов применялись тестовые функции Розенброка, Дэвиса, Экли и Растригина [3]. Рассматривались такие алгоритмы оптимизации, как квантовые алгоритмы пресноводных гидр на основе метода анализа иерархий (QH-АНП-алгоритм) и байесовского подхода (QH-B-алгоритм), а также их островные модификации (IQH-АНП- и IQH-B-алгоритмы соответственно). Размер популяции всех алгоритмов был равен 100 особям.

В результате проведенных численных исследований установлено, что островной квантовый алгоритм пресноводных гидр для всех тестовых функций показал лучшие результаты по сравнению с базовой версией алгоритма. Оператор свободной миграции (на графике) оказался эффективнее циклической. Дальнейшее развитие алгоритма для задач высокой размерности связано с декомпозицией решения, когда каждый остров выполняет поиск определенных компонент вектора решения.



Литература

1. Трокоз Д. А. Алгоритм машинного обучения широких нейронных сетей с использованием алгебры гиперразмерных двоичных векторов и генетических алгоритмов / Д. А. Трокоз // Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. – № 6 (34). – С. 148-154.
2. Королев С. А. Решение задачи оптимального управления процессом метаногенеза на основе принципа максимума Понтрягина / С. А. Королев, Д. В. Майков // Компьютерные исследования и моделирование. – 2020. – Т. 12, № 2. – С. 357–367. DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-2-357-367.
3. Карпенко А. П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой / А. П. Карпенко – М.: Изд-во МГТУ имени М. Э. Баумана, 2017. – 446 с.
4. Королев С. А. Квантовая модификация алгоритма пресноводных гидр для решения задачи оптимизации / С. А. Королев, Д. В. Майков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2020. – № 2. – С. 37–48. <https://doi.org/10.17308/sait.2020.2/2914>
5. Ивутин А. Н. Применение островного генетического алгоритма для обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем / А. Н. Ивутин, Д. О. Есиков // Электронные информационные системы. – 2016. – № 4 (11). – С. 40–51.
6. Неймарк Е. А. Исследование островных моделей генетического алгоритма в решении задач дискретной оптимизации / Е. А. Неймарк, А. А. Прохоров // Информационные системы и технологии ИСТ-2020: сб. материалов XXVI Международной научно-технической конференции. – Нижний Новгород. – 2020. – С. 848–853.
7. Сыч В. Ф. Общая биология / В. Ф. Сыч – М.: Академический проспект, 2007. – 337 с.

С.Н. Попов, С.В. Востокин

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛОБАЛЬНОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ

(Самарский университет)

В настоящее время научные реалии таковы, что исследователям для успешного проведения эксперимента необходимо иметь доступ к огромному объему вычислительных ресурсов. Например, такая ситуация возникает при изучении процессов нелинейной динамики и хаотического поведения сложных систем на основе численных методов [1]. Эту и подобные задачи невозможно выполнить, используя вычислительную мощность одного ресурса - в этом случае требуется использование распределенных вычислений, и поэтому авторами было принято решение разработать такую систему [2]. Основное преимущество



распределенных вычислений - это сокращение времени вычислительного эксперимента. Однако, у такого подхода есть существенный недостаток - хранение данных на централизованном сервере и постоянная их передача с ресурсов системы ограничивает возможное ускорение. С целью устранения указанного недостатка в данной работе представлен анализ архитектуры системы распределенных вычислений на базе технологии глобального хранилища данных. Рассмотрена система распределенных вычислений и описание ее архитектуры, сформулирована проблема хранения данных и обозначена необходимость применения технологий глобального распределенного хранилища данных. Рассмотрены технологии глобального хранилища данных IPFS и FileCoin. Приведены преимущества и недостатки использования описанных подходов.

Архитектура программной системы

Программная система состоит из трех компонентов: (а) управляющего компонента, (б) промежуточного компонента и (в) вычислительного компонента (Рис. 1).

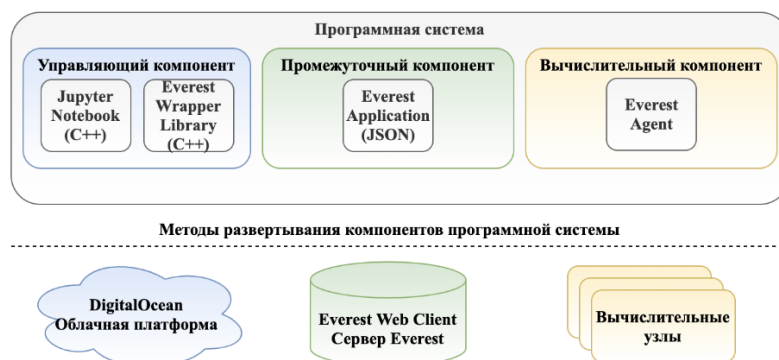


Рис. 1. Архитектура системы

Управляющий компонент используется для создания параллельных задач. Он состоит из двух частей: первая часть - это Jupyter Notebook, который генерирует параллельные задачи; вторая часть - это библиотека, которая позволяет пользователям взаимодействовать с сервером платформы Everest [3]. Оба компонента системы реализованы с использованием языка программирования C++. Одна из основных особенностей реализации параллелизма задач [4] - это возможность динамически генерировать новые задачи на основе результатов выполненных задач. Управляющий компонент развертывается вместе с сервером JupyterHub на облачной платформе DigitalOcean.

Промежуточный компонент - это специальная программа, которая установлена на сервере Everest. Приложение Everest определяет, как обрабатывать параметры задачи, которые автоматически передаются из управляющего компонента на сервер Everest для вызова задачи на вычислительном компоненте.

Агент ресурсов Everest представляет собой вычислительный компонент.

В ходе анализа проблем с децентрализованным хранилищем данных было принято решение рассмотреть возможные коллаборации с такими технологиями как IPFS [5] и FileCoin [6].



Применение технологии IPFS

IPFS — расширяется как «межпланетная файловая система». Это одноранговая распределенная файловая система, которая делает Интернет быстрее, безопаснее и более открытым. Она может быть использована на каждом из вычислительных компонентов, тем самым представляя децентрализованное хранилище данных. Основные преимущества такого подхода - полный контроль работы распределенной файловой системы, а также отсутствие необходимости развертывания дополнительных узлов. Однако, это может привести к более низкой отказоустойчивости и увеличению сложности при проектировании данной системы.

Применение технологии FileCoin

Filecoin - это общедоступная криптовалютная и цифровая платежная система с открытым исходным кодом, предназначенная для совместного цифрового хранения и поиска данных на основе блокчейна. Filecoin также использует технологию IPFS, однако в этом случае нет необходимости проектировать дополнительный слой для распределенного хранилища, а также конфигурировать вычислительные узлы. Эту систему можно с легкостью интегрировать с уже существующим программным решением с помощью протокола REST. Основные недостатки данного подхода заключаются в бизнес модели данного решения, поскольку для использования технологии Filecoin требуется использование криптовалюты, а также отсутствие контроля работы децентрализованной файловой системы.

Заключение

В ходе данного исследования был представлен анализ архитектуры системы распределенных вычислений на базе технологии глобального хранилища данных. Был рассмотрена система распределенных вычислений и описание ее архитектуры. Также была поставлена проблема хранения данных и обозначена необходимость применения технологий глобального хранилища данных. Были рассмотрены такие технологии как IPFS и FileCoin. И, наконец, были приведены преимущества и недостатки использования описанных подходов. Поскольку не было выявлено критичных недостатков в процессе анализа данных технологий, в дальнейшем планируется проектирование системы на практике, а также ее тестирование.

Литература

1 Dynamical systems analysis using many-task interactive cloud computing / Stefan N. Popov, Sergei V. Vostokin, Anton V. Doroshin // Journal of Physics: Conference Series, Volume 1694, Information Technology, Telecommunications and Control Systems (ITTCS), 2020 17-18 December 2020 Innopolis, Russia.

2 Implementing computations with dynamic task dependencies in the desktop grid environment using Everest and Templet Web / Vostokin, S.V., Sukhoroslov, O.V., Bobyleva, I.V., Popov, S.N. // CEUR Workshop Proceedings, Volume 2267, CEUR-WS, Dubna, 2018, pp. 271-275.

3 Web-Based Platform for Publication and Distributed Execution of Computing Applications / Sukhoroslov, O., Volkov, S., Afanasiev, A. A. // 14th International



al Symposium on Parallel and Distributed Computing (ISPD), IEEE, 2015, pp. 175-184.

4 A taxonomy of task-based parallel programming technologies for high-performance computing / Thoman, P., et al. // The Journal of Supercomputing, vol. 74, No. 4, Springer, 2018, pp. 1422-1434.

5 Blockchain-Based, Decentralized Access Control for IPFS / M. Steichen, B. Fiz, R. Norvill, W. Shbair and R. State // 2018 IEEE International Conference on Internet of Things, Halifax, NS, Canada, 2018, pp. 1499-1506.

6 The InterPlanetary File System and the Filecoin Network / Y. Psaras and D. Dias // 2020 50th Annual IEEE-IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks-Supplemental Volume (DSN-S), Valencia, Spain, 2020, pp. 80-80.

И.А. Рыбников

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

(Самарский университет)

Самарский университет является современным кластером образования. Вхождение университета в национальную программу 5-100 не только задает темп развития технологий обучения, но и дает студентам право выбирать между многочисленными лабораториями и кафедрами направление научной деятельности.

Для формирования профессиональных компетенций студенты должны отрабатывать полученные знания в лабораторных условиях. В связи с самоизоляцией и переходе на режим дистанционного обучения возникают проблемы в формировании и развитии необходимых практических навыков и умений будущих специалистов, что снижает качество образования в целом.

Для решения данных проблем цифровизация современного общества дает безграничные возможности и ресурсы. Развитие информационных технологий на сегодняшний день позволяет автоматизировать многие процессы и создавать приложения для всех нужд. Поэтому ситуация ограничения традиционных образовательных технологий во время пандемии привела к тому, что для инициативных, креативных и целеустремленных студентов появилось поле для большого научно-технического творчества. Проблема выполнения лабораторных работ в аудиториях университета требовала своего решения.

Так, студентами факультета Электроники и приборостроения было спроектировано и разработано приложение – моделирующее лабораторный стенд в одной из лабораторий кафедры Конструирования и технологии электронных средств.



Рассматриваемый лабораторный стенд состоит из программной и аппаратной частей. Одна и та же аппаратная часть, при запуске различных приложений, или частей общей оболочки на компьютере, заменяет сразу несколько лабораторных работ, а может и весь курс. Так, для примера, можно сказать, что на виртуальном стенде уже будет запущено четыре лабораторных работы (изучение внезапных и постепенных отказов, изучение динамического и постоянного резервирования, изучение мажоритарного резервирования, изучение различных методов резервирования каналов связи) (см. рисунок 1).

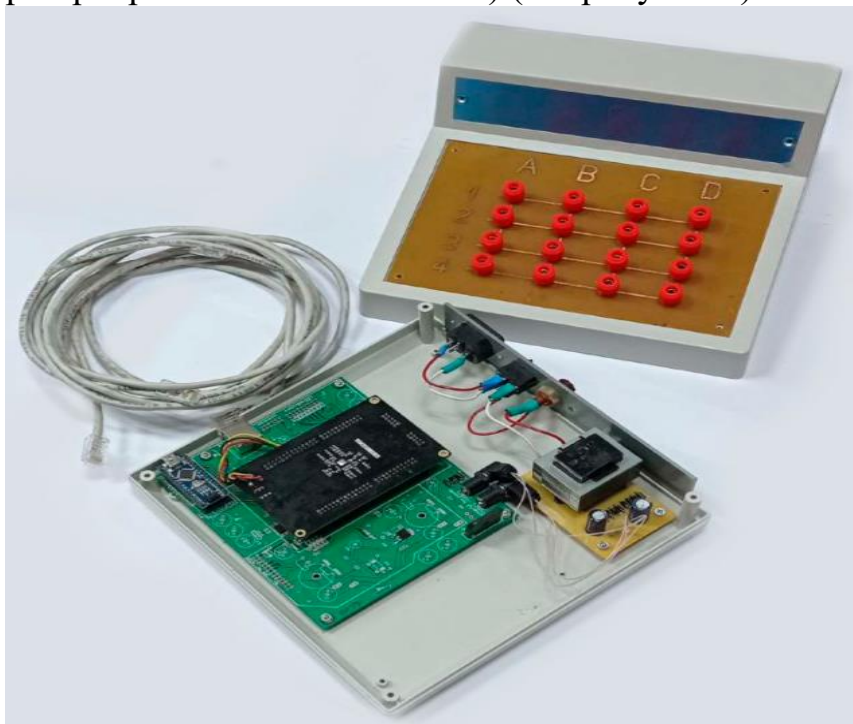


Рисунок 1 – Аппаратная часть лабораторного стенда

Приложение написано на высокоуровневом, компилируемом языке общего назначения C#. Для написания приложения использовалась одна из технологий языка – Windows Presentation Foundation. WPF представляет собой систему, для построения клиентских приложений Windows с визуально привлекательными возможностями взаимодействия с пользователем. В основе WPF лежит векторная система визуализации, не зависящая от разрешения устройства вывода и созданная с учётом возможностей современного графического оборудования. WPF предоставляет средства для создания визуального интерфейса, включая язык XAML (eXtensible Application Markup Language), элементы управления, привязку данных, макеты, двухмерную и трёхмерную графику, анимацию, стили, шаблоны, документы, тексты многое другое.

Приложение vls.SSAU (virtual laboratory stand) – написано с использованием принципов Объектно-ориентированного программирования, шаблонов проектирования, асинхронными процессами и другими современными технологиями разработки. Приложение позволяет студенту выполнять работу на лабораторном стенде, не присутствуя при этом в университете.



Запуская приложение, студенту предлагается ввести свое ФИО и группу. Это нужно для того, чтобы при генерации Excel-файла с результатами работы, он генерировался с вводными данными студента.

Окно с лабораторной работой имеет приятный и легкий для понимания пользовательский интерфейс. Указан таймер, выбор или изменение параметров и кнопка завершения работы. Таймер имеет интервал 1 секунду, и в каждую его итерацию вычисляемые значения записываются в Excel-файл. Этот процесс был перенесен в параллельный поток, поэтому приложение работает корректно и без задержек. При остановке или паузе таймера, процесс записи останавливается (см. рисунок 2).

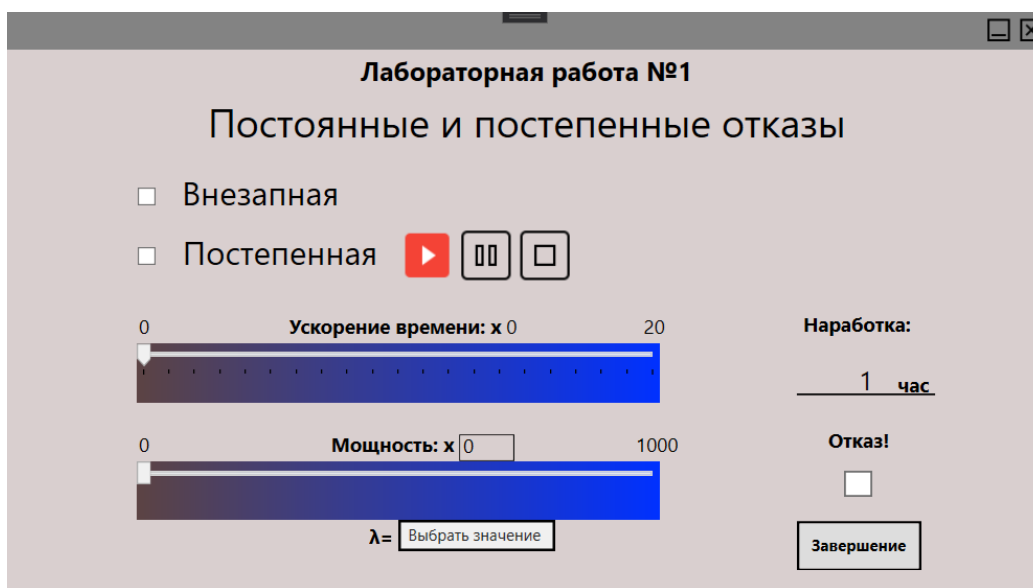


Рисунок 2 – Интерфейс программной части стенда

При определенном значении основного параметра, основной объект отправляется на микроконтроллер, подключенный через USB к компьютеру. Приложение уведомляет студента об передаче этих данных на микроконтроллер и достижения одной из целей работы.

После завершения работы студенту открывается Excel-файл, в котором показаны все вычисления и расчеты, произведенные во время выполнения работы. Следующий этап – анализ результатов студент проводит самостоятельно.

Разработанный нами виртуальный лабораторный стенд существенно отличается от имеющегося лабораторного стенда, который сегодня представлен в университете. Среди его основных преимущественных функций – это удобность, простота в использовании и высокая точность в вычислениях, а главное, приложение дает почти безграничную возможность расширения и улучшения программы курса. Таким образом, наше мобильное приложение можно даже рассматривать как альтернативу традиционному стенду.

В данный момент разработка стенда находится в завершающей стадии, идет подготовка к его апробации среди студентов факультета Электроники и



приборостроения в рамках изучения курса «Технологические основы конструирования, технологии и надежности».

Таким образом, данная работа демонстрирует, что цифровизация образования в наше время является одной из основных траекторий развития университета. Во время катастроф или болезней важно иметь возможность поддерживать качество образования на высоком уровне.

Литература

1. C# 4.0: полное руководство.: Пер. с англ. — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. — 1056 с.: ил. — Парал. тит. англ.
2. Конкурентность в C#. Асинхронное, параллельное и многопоточное программирование. 2-е межд. изд. — СПб.: Питер, 2020. — 272 с.: ил. — (Серия «Для профессионалов»).

В.С. Сивков

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЙ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Системы захвата движений (motion capture) широко применяются в индустрии кино, при создании анимации виртуальных объектов, в составе робототехнических комплексов, для реализации человеко-машинного интерфейса. Есть несколько подходов к созданию таких систем, каждый подход имеет свои преимущества и недостатки. Одним из таких подходов является использование в качестве датчиков перемещения специализированных микросхем, совмещающих в себе функции акселерометра, гироскопа и магнитометра — так называемые инерциальные измерительные модули (IMU, Inertial Measurement Unit). Часто на борту таких микросхем находятся специализированные вычислительные модули, обрабатывающие «сырые» данные и выдающие результат, например в виде квантернионов. К преимуществам данного подхода можно отнести компактность и мобильность конструкции, по сравнению например с оптическими системами захвата. Кроме того, для данной системы не требуется каких-то больших вычислительных мощностей.

В данной работе представлена распределенная архитектура системы захвата движений, позволяющая строить масштабируемые и гибкие элементы человеко-машинного интерфейса для робототехнических систем, и других подобных применений.

Основу данной архитектуры составляет сеть сенсоров, передающая данные о движении прикрепленных к сенсорам объектах. Данные аккумулируются на отдельной вычислительной машине, могут быть записаны в архив для дальнейшего повторного использования, или в режиме реального времени могут



обрабатываться и передаваться дальше, например в виде команд для объекта управления (рисунок 2).

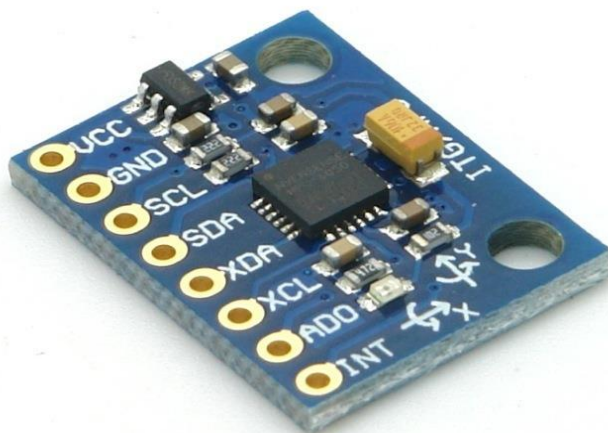


Рис. 1. IMU на основе микросхемы MPU6050

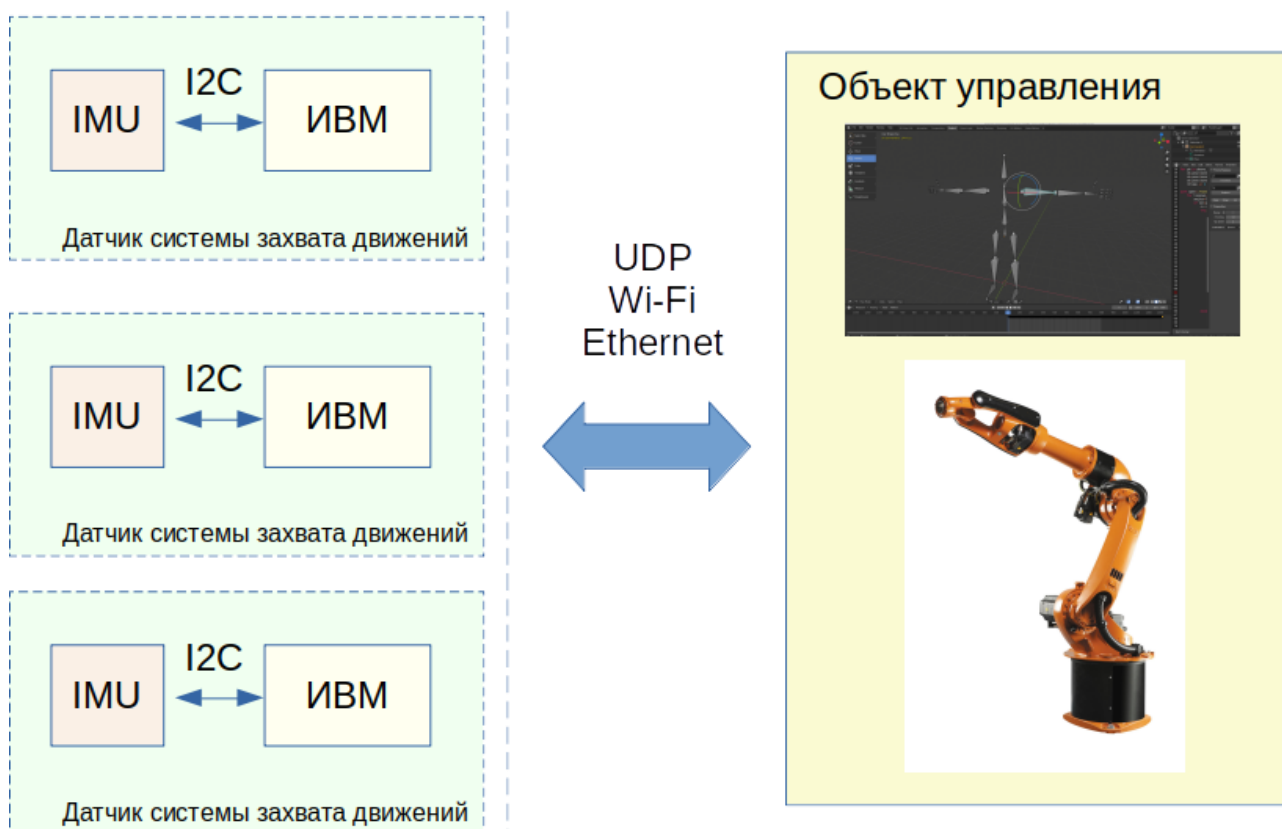


Рис. 2. Распределенная архитектура системы захвата движений

Одна из основных проблем при разработке подобных систем, состоит в сопряжении интерфейсов IMU и целевой системы (объекта управления). Микросхемы, входящие в состав таких датчиков, традиционно используют интер-



фейс I2C для обмена данными. Данный интерфейс подходит для организации связи между микроконтроллерами на небольших расстояниях. Для связи с персональными компьютерами на больших расстояниях такой интерфейс не подходит. Кроме того, поскольку данный интерфейс использует физическую топологию сети общая шина, то подключение большого числа датчиков приводит к снижению скорости передачи данных, что неприемлемо для систем управления в режиме реального времени. Решением проблемы может стать вычислительный модуль (на рисунке 2 блок ИВМ — интерфейсный вычислительный модуль), принимающий данные от IMU по интерфейсу I2C и передающий эти данные, используя интерфейсы более подходящие для интенсивного обмена информацией на больших расстояниях. К недостаткам такого решения можно отнести увеличение сложности и стоимости системы. Однако такое увеличение сложности, позволит повысить гибкость системы и многократно расширить ее возможности по масштабированию. Кроме того, дополнительный вычислительный модуль позволит решить другую проблему — первичной обработки данных. Дело в том, что при построении например систем захвата движений, требуется постоянное преобразование данных между системами координат (глобальной системы координат объекта управления в целом, и локальной системы координат для каждого отдельного подвижного элемента). Такое преобразование математически происходит в результате нескольких операций перемножения кватернионов. При этом несмотря на то, что само преобразование не требуют каких-то больших вычислительных мощностей, большое количество кватернионов, поступающих в единицу времени на обработку, может создать ощутимую вычислительную нагрузку. Распределенная архитектура системы с интерфейсными вычислительными модулями на каждом IMU позволит существенно разгрузить компьютер объекта управления.

Литература

1. A Guide To using IMU (Accelerometer and Gyroscope Devices) in Embedded Applications. [Электронный ресурс] // URL: http://www.starlino.com/imu_guide.html
2. Understanding Quaternions // URL: <https://www.3dgep.com/understanding-quaternions/>



А.И. Уваров, М.А. Лихачев, Б.К. Тельных, А.А. Зенкин

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТОЧЕЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОРРЕЛЯЦИОННЫМ МЕТОДОМ

(ВУНЦ ВВС «ВВА» г. Воронеж)

Современный этап развития науки и техники характеризуется активизацией разработок и массовым применением робототехнических комплексов. Они создаются как перспективные средства выполнения сложных, трудоемких и опасных для человека задач. Одной из которых является цифровая обработка изображений. Необходимость в получении более детализированных признаков объектов, способствовало появлению новых методов и способов реализующих совмещение изображений.

При простейшем корреляционном методе совмещения точечных изображений, который осуществляется плоскопараллельным смещением одного из совмещаемых кадров относительно другого и характеризуется некоторыми значениями параметров χ_c, γ_c , после чего эти кадры накладываются друг на друга и подсчитывается число пар совпадающих отметок. В результате получаем взаимное положение кадров, для которого количество таких пар максимально и соответствует действительности.

При больших взаимных сдвигах кадров T_μ и $T_{\mu+1}$ возникает необходимость в пропорциональном увеличении апертуры $2n \times 2n$. В связи с этим представляет интерес предварительное грубое совмещение кадров, базирующихся на использовании их корреляционной зависимости.

$$K(\chi_c, \gamma_c) = \sum_{i=1}^{M_\mu} \sum_{j=1}^{M_{\mu+1}} \delta(\omega_{ij}^{(\chi)} - \chi_c, \omega_{ij}^{(\gamma)} - \gamma_c), \quad (1)$$

$$\delta(\omega_{ij}^{(\chi)} - \chi_c, \omega_{ij}^{(\gamma)} - \gamma_c) = \begin{cases} 1, & \text{если } \omega_{ij}^{(\chi)} - \chi_c = \omega_{ij}^{(\gamma)} - \gamma_c = 0 \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (2)$$

Определим максимальные значения коэффициента корреляции совмещаемых изображений. Прямое использование формулы (1) для оценки параметров сдвига кадров T_μ и $T_{\mu+1}$ представляется очень трудоемкой задачей, поскольку множество значений χ_c, γ_c континуальны. Однако идентифицировать кадры по точечным характеристикам позволят решить данную проблему. Значения $K(\chi_c, \gamma_c)$ отличные от нуля, находятся без существенных затрат, так как множество отметок кадров T_μ и $T_{\mu+1}$ являются конечными. Для определения значений $K(\chi_c, \gamma_c)$ достаточно найти по формуле (2) значения χ_c, γ_c для каждой пары отметок (i, j) , обращающие $\delta(\omega_{ij}^{(\chi)} - \chi_c, \omega_{ij}^{(\gamma)} - \gamma_c)$ в единицу, и положить значение $K(\chi_c, \gamma_c)$ в каждой точке (χ_c, γ_c) равным числу пар (i, j) отметок, соответствующих упомянутой точке.



Затруднение также вызывает нахождение среди полученных значений $K(\chi_c, \gamma_c)$ максимального (несмотря на конечность их числа), так как из-за погрешностей дискретизации координат отметок кадра T_μ и $T_{\mu+1}$, остаточных нелинейных искажений в кадре T_μ , приближенности формул

$\bar{\chi} \approx \bar{\chi} - \chi_c$, $\bar{\gamma} \approx \bar{\gamma} - \gamma_c$ и других факторов максимума $K(\chi_c, \gamma_c)$ разделен на конечное множество значений не равных нулю, лежащих в плоскости корреляции $o_c\chi_c\gamma_c$ в τ_1 -окрестности друг от друга. Одним из решений данной задачи является, например, дискретизация плоскости $o_c\chi_c\gamma_c$ с теми же параметрами, что и поля зрения датчика, и ее просмотр апертурой размером

$\tau_1 \times \tau_2$, причем при каждом положении последней значения $K(\chi_c, \gamma_c)$, отвечающие ее элементам, суммируются (имеет место генерализация данных). Координаты центра апертуры в ее положении, соответствующем максимуму формируемых сумм, характеризуют взаимный сдвиг кадра.

Решение задачи методом редкой сетки заключается в следующем. Область плоскости $o_c\chi_c\gamma_c$, ограниченная неравенствами $|\chi_c| \leq \alpha_{max}$, $|\gamma_c| \leq \alpha_{max}$ (где α_{max} – максимально возможное значение $|\chi_c|$, $|\gamma_c|$) разбивается на одинаковые квадраты со сторонами, параллельными осям $o_c\chi_c$, $o_c\gamma_c$. Далее определяются значения свертки кадров вида

$\bar{K}(X_c, Y_c) = \sum_{\chi_c=0}^{I-1} \sum_{\gamma_c=0}^{I-1} K(\chi_c + IX_c, \gamma_c + IY_c)$, где $I > 1$ – сторона каждого из упомянутых квадратов в элементах дискретизации;

$$X_c, Y_c = -\alpha_{max}/I, -\left(\alpha_{max}/I - 1\right), \dots, -1, 0, 1, \dots, \alpha_{max}/I - 1 \quad \text{– номера}$$

квадратов разбиения. В соответствие квадратам ставятся счетчики, содержимое каждого из которых в исходном положении равно нулю, и рассматриваются все возможные пары (i, j) отметок кадров T_μ и $T_{\mu+1}$. Если некоторая пара (i, j) дает значения χ_c, γ_c , обращающие функцию $\delta(\omega_{ij}^{(\chi)} - \chi_c, \omega_{ij}^{(\gamma)} - \gamma_c)$ в единицу и отвечающие некоторому квадрату, то к содержимому соответствующего ему счетчика добавляется единица. В результате счетчиками будут зарегистрированы значения $\bar{K}(X_c, Y_c)$. Остается лишь выбрать среди них максимальное.

Такому решению задачи свойственны два недостатка: во-первых, точность определения параметров взаимного сдвига кадров не превышает величины $I/2$; во-вторых τ_2 - окрестность плоскости $o_c\chi_c\gamma_c$ может принадлежать

частично двум (или более) квадратам и максимум $\bar{K}(X_c, Y_c)$ может быть выражен слабо или не выражен вообще. Для устранения первого недостатка целесообразно либо дальнейшая отработка сдвига с помощью, например, квазикорреляционного алгоритма, либо осреднение значений (χ_c, γ_c) , отвечающих выбранному квадрату. Для устранения второго недостатка можно рекомендовать нанесение на плоскость $o_c\chi_c\gamma_c$ не одной, а нескольких сеток квадратов со сдвигами друг относительно друга вдоль осей $o_c\chi_c$ и $o_c\gamma_c$, причем для повышения быстродействия алгоритма заполнение счетчиков, соответствующих этим сеткам, целесообразно организовать параллельно. Выбор наиболее «сложного»



квадрата следует произвести для каждой сетки индивидуально. Из отобранных квадратов далее надо выбрать вновь самый «сложный» и по его местоположению на плоскости корреляции оценить его параметры сдвига кадра.

Предложенный метод наиболее эффективен при невысоком уровне помех, небольшом взаимном сдвиге идентифицируемых изображений и малых нелинейных искажениях. Наиболее эффективными условиями применения является идентификация точечных изображений, когда последние регистрируются одним инструментом наблюдения точечной картины в процессе перемещения последнего в пространстве по некоторой траектории, причем моменты регистрации следующих по времени изображений могут быть выбраны сколь угодно близкими.

Литература

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера. – 2005. – С. 1007 Фу К. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машин. М., 1993 г.
2. Brown, L.G. A survey of image registration techniques/ L. G. Brown // ACM Computing Surveys. – 1992. – Vol. 24(4). – P. 325-376
3. Фу К. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машин. М., 1993 г.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

А.С. Булгаков, Е.В. Сопченко

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЁТА ДОЗЫ ВВОДИМОГО ИНСУЛИНА ДЛЯ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ ПЕРВОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ИСХОДНОЙ ГЛИКЕМИИ, ВРЕМЕНИ СУТОК И КОЛИЧЕСТВА ХЛЕБНЫХ ЕДИНИЦ

(Самарский университет)

Сахарный диабет (СД) – одно из самых распространенных эндокринных заболеваний, имеющее огромную медико-социальную значимость и неуклонный рост заболеваемости во всех странах. Так, по данным Международной Диабетической Федерации, численность пациентов с СД в возрасте 20–79 лет в мировой популяции на конец 2017 г. превысила 425 млн [1, 2]. В Российской Федерации (РФ), по данным регистра больных СД, на конец 2018 г. состояло на диспансерном учете 4,58 млн человек (3,1% населения), из них 92% (4,2 млн) – СД 2 типа (СД 2), 6% (256 тыс.) – СД 1 (из них взрослых – 219 тыс.) и 2% (90 тыс.) – другие типы СД, в том числе 8006 человек с гестационным СД [3, 4]. Однако эти данные недооценивают реальное количество пациентов, поскольку учитывают только выявленные и зарегистрированные случаи заболевания. Так, результаты масштабного российского эпидемиологического исследования (NATION) подтверждают, что диагностируется лишь 54% случаев СД 2 типа.

СД 1 типа требует коррекционной терапии в виде инъекций инсулина. Поскольку количество инсулина является индивидуальным в зависимости от течения заболевания, физиологических параметров пациента, а также от рациона, то разработка автоматизированной системы, позволяющей автоматизировать работу врачей, занимающихся расчётом количества инсулина для пациентов, является актуальной и своевременной.

Разрабатываемая система реализована в виде веб-приложения (рисунок 1) с клиент-серверной архитектурой. Серверная часть хранит базу данных (БД) о пациентах и их рационе, причём для каждого продукта указано количество хлебных единиц, содержащихся в нём. Клиентская часть реализует программную логику.

В состав серверной части входят следующие подсистемы:

- взаимодействия с клиентской частью, которая отвечает за взаимодействие с клиентской частью;
- взаимодействия с базой данных, которая отвечает за взаимодействие с базой данных;



- авторизации и аутентификации, которая отвечает за авторизацию пользователя в системе, настройку интерфейса системы в соответствии с ролью пользователя;
- регистрации, которая отвечает за регистрацию новых пользователей;
- справочная подсистема, которая содержит сведения о системе (руководство пользователя) и о её разработчиках;
- администрирования, которая отвечает за добавление продуктов.

В состав клиентской части входят следующие подсистемы:

- 1 подсистема взаимодействия с серверной частью, которая отвечает за взаимодействие с серверной частью;
- 2 подсистема ввода\вывода, которая отвечает за ввод и вывод данных;
- 3 подсистема визуализации, которая отвечает за работу графического интерфейса пользователя.

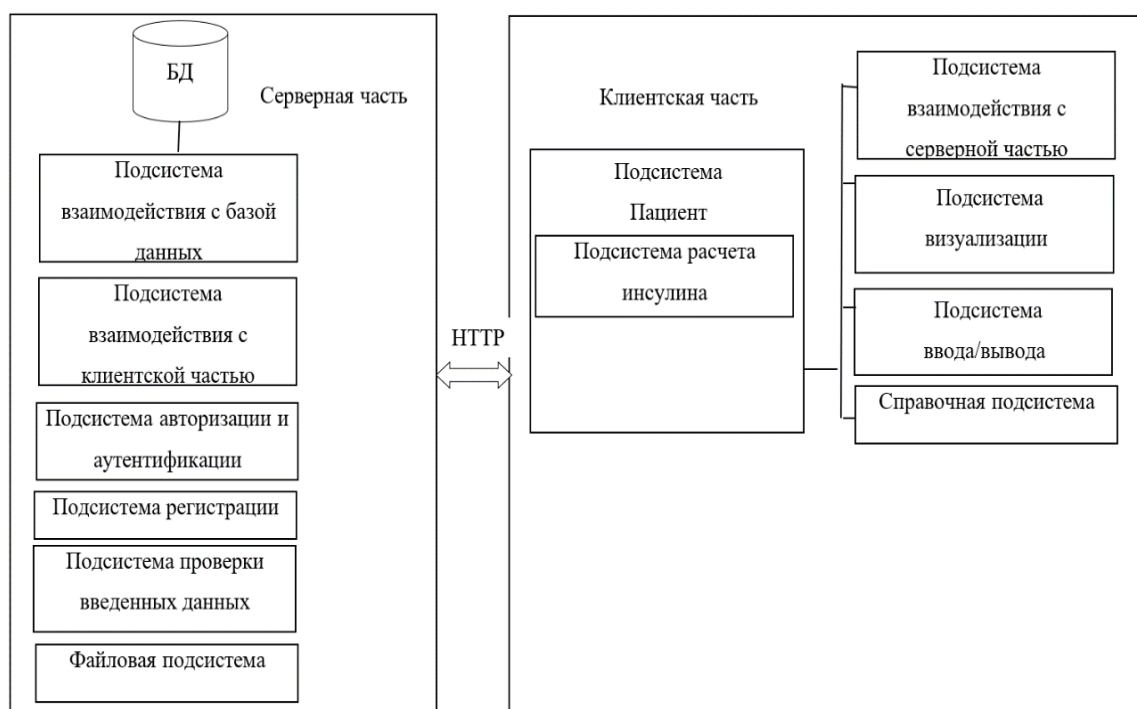


Рисунок 1 – Структурная схема системы

После изучения методов расчета инсулина был выбран максимально физиологичный по мнению международного сообщества врачей подход, учитывающий основные факторы, влияющие на точность расчета. Для расчётов, использовалась формула:

$$I_{ед} = [K_{сут} z \sum_{k=0}^n q_k m_k + F], z \in (0,1)$$

$$F = \min\{n \in Z \mid n \geq \frac{|L-P|}{2}\}$$



$I_{ед}$ – полученное количество инсулина для инъекции

$K_{сут}$ – суточный коэффициент

z – коэффициент поглощения

q_k – количество хлебных единиц в грамме к-го продукта

m_k – масса к-го продукта

F – добавочный инсулин для понижения до заданного уровня

После реализации системы было проведено её тестирование.

Уровень 9.6 ммоль/л считается высоким показателем, поэтому его необходимо снижать на 4 ммоль/л, для получения значения в 5.6 ммоль/л, которое является верхней границей нормы. С учетом того, что 1 единица короткого инсулина снижает уровень гликемии на 2 ммоль/л, получим дозу в 2 единицы короткого инсулина.

Допустим, пользователь планирует съесть: хлеб – 70 г, яйцо – 3 шт., чай – 250 мл, яблоко – 100 г, творог – 100 г, сметану – 20 г и вишню – 100 г, а значит суммарное количество съеденных хлебных единиц будет равно 4, учитывая содержание контринсулярных гормонов в вечернее время. Из ручного счета, получается значение в 6 единиц короткого инсулина, поскольку 2 единицы инсулина требуется для снижения начальной гликемии до нормы, а 4 единицы, из учета добавочного суточного коэффициента, для последующего поддержания уровня гликемии после приема пищи. Данное значение совпадает с значением, которое посчитала программа (рисунок 2).

EasySur

• ПОЖЕРТВОВАТЬ • СОЗДАТЕЛИ • МАТЕРИАЛЫ • КОНТАКТЫ • НОВОСТИ • Вход

Расчет количества короткого инсулина

Начальный уровень гликемии (ммоль/л) Возраст (лет) Верхняя граница нормы (ммоль/л)

Время приема пищи

Продукт	Кол-во
<input type="text" value="Хлеб"/>	<input type="text" value="70"/> г.
<input type="text" value="Яйцо"/>	<input type="text" value="3"/> шт.
<input type="text" value="Чай"/>	<input type="text" value="250"/> мл.
<input type="text" value="Яблоко"/>	<input type="text" value="100"/> г.
<input type="text" value="Творог"/>	<input type="text" value="100"/> г.
<input type="text" value="Сметана"/>	<input type="text" value="20"/> г.
<input type="text" value="Вишня"/>	<input type="text" value="100"/> г.
<input type="text" value="Продукт"/>	<input type="button" value="ДОБАВИТЬ"/>

Ваш рассчитанный результат составляет: 6 (МЕ)

Рисунок 2 – Результат работы программы



В результате была разработана и протестирована автоматизированная система для расчёта инсулина для больных диабетом, а также изучены основные методами расчета инсулина и факторы, влияющими на точность вычисления и проведен обзор систем аналогов и построены их сравнительные характеристики с разрабатываемой системой.

Литература

1 Сахарный диабет 1 типа у взрослых. Клинические рекомендации 2020;23(S1). DOI: 10.14341/DM23S1.

2 International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 8th ed. Brussels: IDF; 2017; 148 p.

3 Шестакова М.В., Викулова О.К., Железнякова А.В., Исаков М.А., Дедов И.И. Эпидемиология сахарного диабета в Российской Федерации: что изменилось за последнее десятилетие? Терапевтический архив [Internet]. 2019;91(10):4–13. doi: 10.26442/00403660.2019.10.000364.

4 Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., Железнякова А.В., Исаков М.А. Сахарный диабет в Российской Федерации: распространенность, заболеваемость, смертность, параметры углеводного обмена и структура сахароснижающей терапии по данным Федерального регистра сахарного диабета, статус 2017 г. Сахарный диабет [Internet]. 2018;21(3):144–159. doi: 10.14341/DM9686.

З.Х. Баишева, Э.И. Зайнагутдинова

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В настоящее время существует проблемы медицинского, социального и экономического характеров, одним из важных способов решения является компьютеризация работы медицинского персонала. Решение этих проблем включает поиск эффективных инструментов, которые могут улучшить три основных ключевых показателя здоровья населения: качество предоставляемого лечения, уровень безопасности пациентов и эффективность использования информационных технологий при лечении. Одним из базовых звеньев в информатизации лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) является применение современных медицинских компьютеризированных систем, которые способны облегчить работу врача [1].

Медицинские приборно-компьютерные системы (МПКС) – одни из наиболее распространенных типов базовых медицинских информационных систем. Использование цифровых технологий способствует повышению точности измерений, осуществлению передачи электронных архивов с результатами исследований как дистанционно, так и непосредственно пациенту, обработке



данных с помощью специального программного обеспечения для анализа медицинских исследований, что в конечном результате позволило вывести медицинское оборудование на новый уровень. Таким образом, повысилась эффективность инструментальных методов диагностики, профилактики, лечения и наблюдения за состоянием больных [2].

Компьютерные системы функциональной диагностики (КСФД) также относятся к МПКС. Их использование способствует значительному повышению точности и скорости информационного процесса обследования пациента. Одно из самых распространенных применений КСФД является анализ электроэнцефалограмм (ЭЭГ), электрокардиограмм (ЭКГ), реограмм, электромиограмм (ЭМГ) и др. КСФД помогают сформировать диагностическое заключение на основе полученной, затем обработанной информации. Отталкиваясь от нее, врач может сделать более точные выводы в вопросе постановки диагноза [3].

Широкий интерес представляет собой изучение компьютерных систем для изучения электроэнцефалограмм. Для этого следует рассмотреть программное обеспечение КСФД, которое предназначено для автоматизации следующих основных этапов проведения комплексного функционального исследования пациента [4]:

1. Предварительная подготовка заключается в выборе методики и режимов исследования, нагрузок и функциональных проб, дополнительной аппаратуры. На этом этапе осуществляется настройка компьютерной программы путем определения количества регистрируемых каналов, системы отведения биопотенциалов, коэффициента усиления и частоты дискретизации сигнала, величины калибровочного импульса, полосы пропускания биологических усилителей т.д. В базу данных вводится информация об испытуемом.

2. Проведение исследования состоит в том, что происходит запись ЭЭГ, которая включает обычно отображение регистрируемого сигнала на мониторе, что позволяет визуально выделить и зарегистрировать записи, свободные от артефактов и наводок. На экране монитора сигнал приводится в масштабе реального времени, что затрудняет визуальный детальный анализ исследуемых сигналов, поэтому осуществляется избыточная запись в базу данных, предполагающая их дальнейшую редакцию.

3. Отбор и редактирование данных производится после записи ЭЭГ в базу данных и предназначены для выделения участков сигналов с целью дальнейшего анализа. На этом этапе возможно более медленное воспроизведение сигналов на экране монитора с остановками изображения с целью выявления артефактов, связанных с движением пациента, дыханием и т.п. Монитор является основным инструментом визуального изучения записей, ручного измерения и редактирования.

4. Выделение характерных элементов и измерение параметров ЭЭГ заключается в том, что с помощью программы для обработки сигнала можно отмасштабировать и задать систему координат, чтобы с помощью соответствующей команды удалить участок записи, то есть убрать участки, имеющие артефакты и сетевые наводки. В данном этапе предусмотрена цифровая фильтрация



каждого канала и всех каналов одновременно для снижения уровня сетевых помех или сигнала электромиограммы в записи ЭЭГ. Выделение характерных элементов и измерение параметров ЭЭГ.

5. Интерпретация результатов анализа и оформление заключения основывается на данных выявления элементов ЭЭГ и измерения их параметров.

6. Документирование исследования состоит в выдаче на печать числовых, графических результатов и компьютерного ЭЭГ-заключения. Если компьютерное заключение верифицировано только по ЭЭГ, то для создания врачебного заключения необходимо сопоставление ЭЭГ и клинических данных.

Для четкого представления работы компьютерных систем функциональной диагностики необходимо рассмотреть базовые компоненты, которые являются основой технологических автоматизированных рабочих мест (АРМ) врача функциональной диагностики, в частности, врача-невролога.

Аппаратное обеспечение компьютерной системы анализа электроэнцефалограмм включает в себя следующие основные блоки, представленные на рисунке 1.

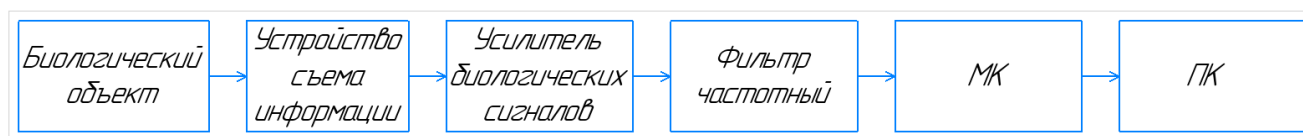


Рисунок 1 – Функциональная схема компьютерной системы анализа электроэнцефалограмм

В данном случае исследуемым биологическим объектом является пациент, с которого снимают показания ЭЭГ. Устройство съема электрических сигналов представляют собой электроды, которые закрепляются непосредственно на исследуемом участке тела пациента и представляют собой проводники специальной формы. Далее сигнал усиливают с помощью усилителя биологических сигналов для того, чтобы обеспечить согласованность между уровнями сигналов на выходе усилителя и на входе аналого-цифрового преобразователя. Затем фильтр частотный осуществляет фильтрацию сигналов с целью удаления низкочастотных и высокочастотных составляющих, а также снижения уровня сетевых помех. Для дальнейшего анализа полученных данных необходимо их оцифровать, в таком случае микроконтроллер со встроенным АЦП выполняет процедуру оцифровки аналогового сигнала. При подключении к персональному компьютеру (ПК) с набором периферийных устройств и специальным программным обеспечением производится анализ и интерпретация ЭЭГ [5].

Компьютерные системы функциональной диагностики для ЭЭГ позволяют автоматизировать процесс анализа электроэнцефалограмм, ускорить исследование и повысить точность диагностических результатов.



Литература

1. Гельман, В. Я. Медицинская информатика: практикум / В. Я. Гельман. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2002. – 480 с.
2. Омельченко, В. П. Информатика для врачей: учеб. пособие / В. П. Омельченко, Н. А. Алексеева. – Ростов н/Д.: Феникс, 2015. – 304 с.
3. Омельченко, В. П. Медицинская информатика: учебник / В. П. Омельченко, А. А. Демидова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 528 с.
4. Фейламазова, С. А. Информационные технологии в медицине: учеб. пособие / С.А. Фейламазова. – Махачкала: ДБМК, 2016. – 163 с.
5. Кобринский В.А. Медицинская информатика: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Б.А.Кобринский, Т.В.Зарубина. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Академия, 2013. — 192 с.

В.А. Бондаренко

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

(Финансовый университет при Правительстве РФ)

Основной тенденцией последних 10 лет в сфере ИТ является массовая цифровизация различных областей жизни, таких как: банкинг, нефтяная отрасль, строительство, перевозки, страхование, торговля, медицина и др. Число применяемых инновационных технологий растет и вместе с этим увеличивается объем выполняемых бизнес-задач компаний, что приводит к улучшению показателей бизнеса и дополнительно увеличивает выручку производителей и других заинтересованных лиц.

Одной из самых перспективных и приоритетных сфер является здравоохранение – именно на него многие страны в последнее время выделяют значительное количество бюджетных средств. Это связано с тем, что медицина является одной из основополагающих сфер в жизни любого государства, и реализация возможностей по улучшению качества оказываемой медицинской и ее доступности является приоритетом. К сожалению, вызванные пандемией коронавируса проблемы, связанные с доступностью, наглядно продемонстрировали необходимость дальнейших совершенствований медицинских информационных систем и дистанционных форм оказания услуг.

Нормативно-правовые акты, относящиеся к цифровизации и регулирующие ее процесс

Цифровизация, как и любой проект, должен иметь фиксированные сроки реализации, план и регламенты, характеризующие все проводимые работы и обязанности сторон. Одним из таких нормативно-правовых актов является изданный 6 июня 2019 года документ, определяющий основные направления в совершенствовании здравоохранения Российской Федерации - Указ Президента



РФ N 254 "О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года"[1]. Данный документ определяет актуальное на момент его подписания состояние национальной безопасности в сфере охраны здоровья граждан, угрозы и вызовы, цели и задачи, направления развития, механизмы оценки и реализации, а также демонстрирует основные этапы и ожидаемые результаты.

Помимо Указа Президента дополнительно было утверждено два документа, которые учитывают вызванные COVID-19 изменения в повседневной жизни граждан:

– Постановление Правительства РФ от 02.07.2020 № 973 «Об особенностях организации оказания медицинской помощи при угрозе распространения заболеваний, представляющих опасность для окружающих» [2].

– Приказ Минздрава РФ от 01.09.2020 № 925н «Об утверждении порядка выдачи и оформления листков нетрудоспособности, включая порядок формирования листков нетрудоспособности в форме электронного документа» [3].

Оба документа регламентируют применение телемедицинских технологий для формирования больничных листов и рецептов в электронном виде, что будет препятствовать распространению вируса за счет сокращения возможных близких контактов людей с помощью информационных технологий.

Накопление большого числа цифровой информации как эффект цифровизации здравоохранения

Одним из основных результатов цифровизации сферы здравоохранения является увеличивающееся использование цифровых устройств и аппаратов, которые способны создавать, накапливать и отправлять данные в специальные хранилища данных. К таким устройствам можно отнести смарт-часы, фитнес-браслеты, инновационные медицинские аппараты, связанные с системой медицинской организацией и передающие данные в БД, и другие устройства, имеющие возможность считывать медицинские показатели человека.

В связи с ростом числа людей, использующих такие технологии, удастся накопить достаточное количество информации, после анализа которой при помощи больших данных и искусственного интеллекта удастся получить новые отчеты, на основе которых специалисты могут улучшать как внутренние процессы, разрабатывать новые методы лечения, собирать данные для будущих исследований, так и повысить качество подготовки медицинского персонала и качество управления, оптимизировать затраты и переработать систему оценки качества услуг и оказания помощи. Также современные медицинские аппараты способны после завершения своих процессов передавать результаты напрямую к лечащему врачу и дополнительно продублировать результаты в электронную медицинскую карточку пациента. В современных оснащенных здравоохранительных учреждениях вся подобная информация хранится в цифровом виде, что является одним из преимуществ цифровизации – удобство и быстрота.



Группы влияния в сфере здравоохранения, изменяемые цифровизацией

Цифровизацию здравоохранения в результате ее большого масштаба влияния на все сферы деятельности в медицине можно разделить на две основные группы:

- Операционная и медицинская деятельность.
- Управление данными.

Под операционной и медицинской деятельностью следует считать все бизнес-процессы по оказанию услуг или внутреннему управлению организацией (кадровые процессы, процессы взаимодействия внутри отделов, учет расходов и другие.). К числу процессов также относятся и коммуникационные процессы с внешними участниками, такими как руководящее ведомство и страховые организации. В рассматриваемой группе основным объектом является процесс или действие – выполняемые для достижения результатов.

Управление данными – под этим термином подразумевается любой внутрисистемный процесс, использующий находящуюся внутри информацию и применяющимися к ней действиям по созданию, изменению или удалению. Эта группа влияния имеет огромное воздействие на первую группу, за счет того, что все процессы по обмену, открытию, чтению и редактированию используют находящуюся в системе информацию, которая может быть представлена в виде документов, снимков, сообщений, заметок и ксерокопий.

Без надлежащего контроля за процессами управления данными – работа врачей и другого медицинского персонала может быть остановлена, что в дальнейшем может привести к коллапсу в оказание медпомощи. В случаях, когда к имеющейся информации о процедурах, истории болезни и лекарственных препаратах перестает быть доступной по причине аварий системы, врачам в дальнейшем после восстановления работоспособности рабочей среды понадобится позднее ввести информацию, которая некоторое время могла вестись вручную, после завершения в оказании услуг.

Преимущества внедрения современных информационных систем и применения инновационных технологий

Применение современных медицинских информационных систем позволило достичь совершенно новых результатов в автоматизации процессов, таких как составление отчетностей и внутреннем межличностном взаимодействии, в оцифровке всей медицинской информации и ее дальнейшем использовании, что подразумевает окончательных отказ от большинства бумажной документации, и в проведении исследований. За счет этого врачам больше не нужно тратить время на заполнение отчетностей, на поиск бумажных документов о пациентах, на ожидание ответов и согласований руководства – теперь информацию в пациентах, включая снимки, результаты анализов и другая информация, можно найти в его электронной медицинской карте, а остальные возможности системы позволят на основе созданных шаблонов создавать отчеты и сократят время ожидания ответа коллег при помощи внутренних инструментов взаимодействия.



Вдобавок к применению новых медицинских информационных систем инновационные технологии также оказывают положительное влияние на сферу здравоохранения. Например, с помощью технологии 3D-печати врачи смогут, не покидая операционной создавать имплантаты различной сложности и из разных материалов, а затем сразу вживлять их в тело пациентов. Недавно ученым из Университета Южного Уэльса в Сиднее удалось создать новый вид чернил с применением керамического состава с живыми клетками [6]. Полученный материал можно применять для создания протезов, которые можно помещать внутрь тела человека без риска для здоровья, так как в состав чернил не входят опасные вещества.

Раньше никто не предполагал, что технологии виртуальной и дополненной реальности уже начнут применяться в сложных операциях. Ранее такие технологии существуют в виде прототипов или в виде тренажеров для подготовки медицинского персонала, но уже сейчас большинство вузов, подготавливающих будущих врачей, активно используют технологию VR для проведения тестовых операций студентами, а также активно используется кураторами групп для удаленного отслеживания результатов практики студентов [5]. Пока VR применяется в области подготовки и обучения кадров, дополненная реальность (AR) уже активно использовался в ходе настоящей операции на позвоночник [4]. 12 декабря 2020 года в Швейцарии в ходе операции врачу на специальные очки выводилось два изображения, которые можно было видеть одновременно – на одном изображении реальная картинка операции, а на другой в совмещенном режиме выводился изображение с томографа. Операция прошла успешно, и пациент идет на поправку.

На основе полученной ранее информации следует сделать вывод, что информационная поддержка управления медицинской деятельности является важной частью процесса цифровизации сектора здравоохранения, так как за счет этого повышается качество оказания медицинской помощи и улучшается ее доступность, работа врачей облегчается и у упомянутых остается больше времени на оказание помощи. С применением инновационных решений и разработок информация все больше информации переходит в цифровой вид, улучшаются внутренние процессы межличностного взаимодействия и контроля процессов. В дальнейшем на основе собранной цифровой информации о тысячах пациентов могут помочь выявить инновационные методы лечения и процедуры, которые поспособствуют увеличению уровня и качества жизни населения.

Выводы

На основании представленных ранее нормативно-правовых актов, описания эффекта цифровизации здравоохранения, результатов анализа групп влияния в медицинской сфере, и анализа преимуществ внедрения современных информационных систем и технологий можно сделать выводы, что здравоохранение является одной из самых перспективных сфер деятельности государства для цифрового совершенствования. Это подтверждается существующими государственными документами, в том числе планом Президента РФ по совершен-



ствованию медицинской сферы на период до 2025, и утвержденными в период пандемии COVID-19 нормативно-правовыми актами.

С учетом последних мировых событий, спровоцированных коронавирусом, можно сделать вывод, что цифровизация здравоохранения находится на начальных этапах, но уже имеет положительные результаты и с учетом представленных в статье новостей о внедрении инновационных систем и технологий, которые значительно повышают эффективность работы врачей и улучшают административные процессы медицинских организаций.

В ходе работы над статьей были сделаны следующие выводы:

- Цифровизация здравоохранения является перспективной сферой для развития.
- Были рассмотрены документы, регулирующие процесс цифровизации здравоохранения.
- Был рассмотрен эффект накопления большого числа информации в цифровом виде, вызванный цифровизацией здравоохранения.
- Были выделены группы влияния в здравоохранении, затрагиваемые цифровизацией.
- Были проанализированы кейсы внедрения инновационных технологий.

Литература

1. О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года [Текст]: Указ Президента РФ от 6 июня 2019 г. N 254 (<http://base.garant.ru/72264534/>)
2. Об особенностях организации оказания медицинской помощи при угрозе распространения заболеваний, представляющих опасность для окружающих [Текст]: Постановление Правительства РФ от 2 июля 2020 г. N 973 (<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74247048/#review>)
3. Об утверждении порядка выдачи и оформления листков нетрудоспособности, включая порядок формирования листков нетрудоспособности в форме электронного документа [Текст]: Приказ Министерства здравоохранения РФ от 1 сентября 2020 г. № 925н (<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74532246/>)
4. Детинич Г. // В Швейцарии проведена первая в мире операция на позвоночнике с использованием дополненной реальности - 12.12.2020 (<https://3dnews.ru/1027678>)
5. Медицина сквозь VR: кейсы, тренды и барьеры – 08.10.2020 // Официальный сайт открытой платформы ICT.Moscow (<https://ict.moscow/news/vr-v-meditsine/>)
6. При помощи керамических чернил 3D-печать костей возможна прямо в теле человека - 09.03.2021 // Официальный сайт проекта CNews-Zoom (https://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/pri_pomoshchi_keramicheskikh_chernil_3dpechat_kostej_vozmozhna_pryamo)



И.Ю. Выгодчикова

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАРДИОНАГРУЗКИ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЯ МИНИМАКСА

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

Информационные технологии оценки сигналов медицинских приборов позволят человеку самостоятельно принимать верное решение относительно режима оптимального медикаментозного вмешательства, в условиях существующих ограничений двигательной активности и индивидуального режима деятельности. В статье представлена методология системного анализа приборов электрокардиограммы (ЭКГ) на основе линейного сглаживания и масштабирования интервальных данных с использованием критерия минимакса.

Целью исследования является разработка алгоритма оценки уровня кардионагрузки на основе обработки сигналов прибора ЭКГ с использованием сглаживания и критерия минимакса.

Гипотеза работы. Люди, имеющие инфарктное предупреждение, после изменения нагрузки имеют учащённое сердцебиение, нерегулируемый тренд активности сердечных ритмов, приводящее к угрозе инфаркта миокарда.

Гипотеза работы: информационно-ориентированная обработка сигнала ЭКГ позволит дать человеку понятийный аппарат управления ресурсами своего здоровья путём получения следующих рекомендаций: поддерживать режим, снизить физические нагрузки, увеличить физические нагрузки, обратиться в клинику для получения медикаментозного лечения.

Постановка математической задачи. Пусть в узлах сетки $T = \{t_0 < t_1 < \dots < t_N\}$ заданы диапазоны (интервалы) изменения показателя кардиоинтервалограммы (КИГ)⁵ для нескольких испытуемых (за каждый период выбирается минимум и максимум) [1,2]: $[y_{1,k}; y_{2,k}]$, $y_{2,k} \geq y_{1,k}$, $k = \overline{0, N}$. Требуется аппроксимировать данные полиномом вида $p_n(A, t) = a_0 + a_1 t + \dots + a_n t^n$ с коэффициентами $A = (a_0, a_1, \dots, a_n) \in R^{n+1}$, $N \geq n + 1$:

$$\rho(A) = \max_{k=0, N} f(A, k) \longrightarrow \min_{A \in R^{n+1}}, \quad (1)$$

где

$$f(A, k) = \max\{y_{2,k} - p_n(A, t_k); p_n(A, t_k) - y_{1,k}\}. \quad (2)$$

Этапы обработки данных. Во-первых, применяется сглаживание на основе простого скользящего среднего (в рассматриваемом случае, исходная выборка из 800-900 показателей, зафиксированных с интервалом 8-15 секунд, подлежит сглаживанию до 45 аналитических данных). После сглаживания

⁵ Расшифровка сигналов ЭКГ. URL: <https://unclinic.ru/osnovnye-jelementy-jekg-cto-soderzhit-grafik-kardiogrammy/> (дата обращения 10.03.2021).



применяется линейное масштабирование данных для приведения показателей КИГ к интервалу от 0 до 1.

Для этих целей используется формула линейного масштабирования показателя y_k до оценочной оценки \hat{y}_k ($k=0, \dots, N, (N+1)$ – количество данных по данному объекту в выборке, y_{min} – минимальное значение по показателям y_k , y_{max} – максимальное значение по показателям y_k):

$$\hat{y}_k = (y_k - y_{min}) / (y_{max} - y_{min}).$$

После наложения данных выполняется аппроксимация аналитических данных, полученных после сглаживания и масштабирования, по задаче (1)-(2). Алгоритм обработки данных представлен на рис. 1.



Рис. 1. Схема алгоритма



Вычислительный эксперимент⁶. Исходные данные содержат 884 замера интервалов между сердечными сокращениями по результатам КИГ в секундах (для кардиоинтервального анализа, 10-секундный интервал, длительность эксперимента для каждого клиента около 15-18 минут, сглаживание по 840 замерам, итоговая выборка содержит 45 данных, полученных после сглаживания и масштабирования) [3].

На рис.2, рис.3 представлены последовательности временных интервалов между сердечными сокращениями, соответственно, для здоровых людей (рис. 2), нуждающихся в лечении (рис.3).

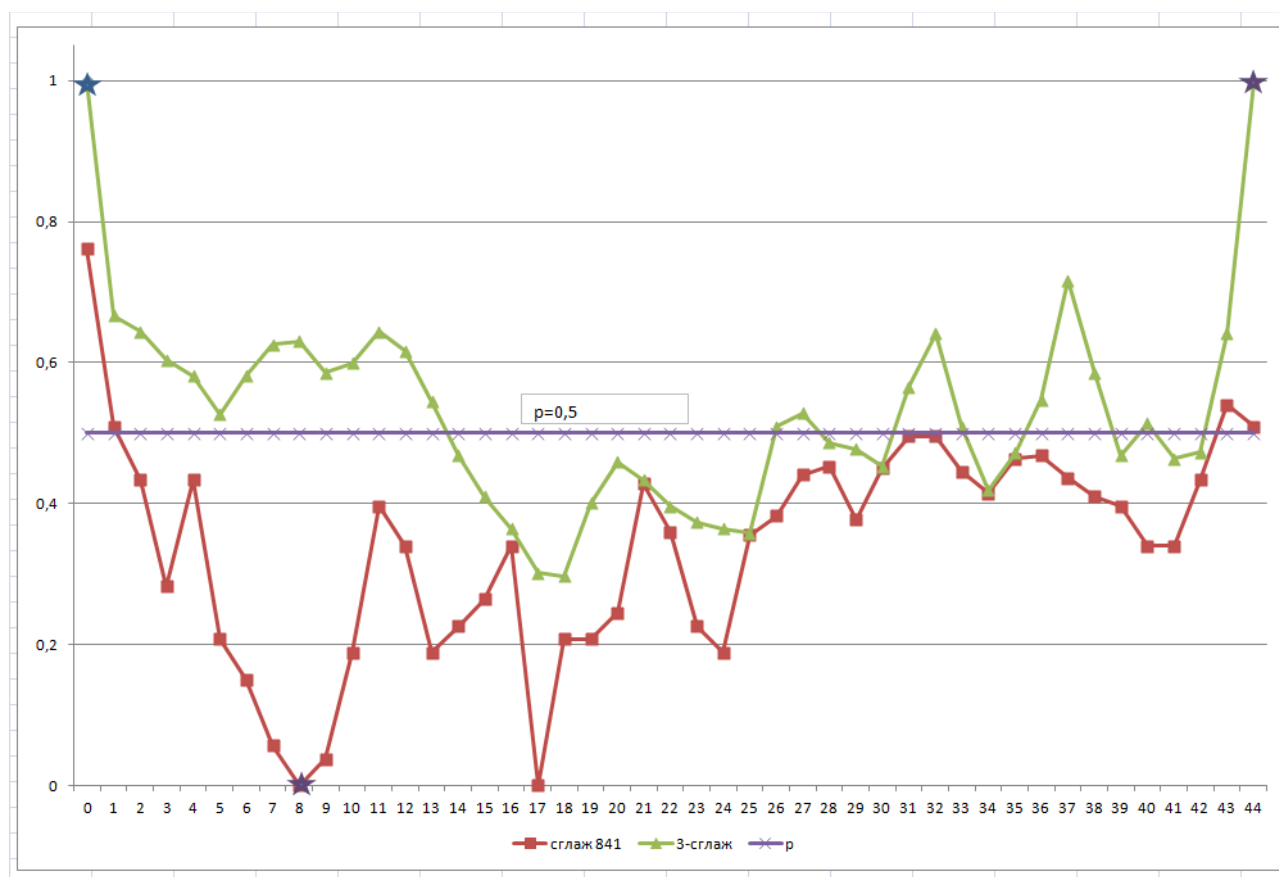


Рис.2. Динамика интервалов КИГ для здоровых клиентов⁷.

⁶ КИГ (кардиоинтервалограмма), состояние покоя испытуемого человека (лежащая поза, без нагрузки). Анализируется: последовательность временных интервалов между сердечными сокращениями. Частота дискретизации 250 Гц. Длительность 10-20 минут

⁷ значения аппроксимирующего полинома степени $n=1$ по задаче (1)-(2) обозначено через p .

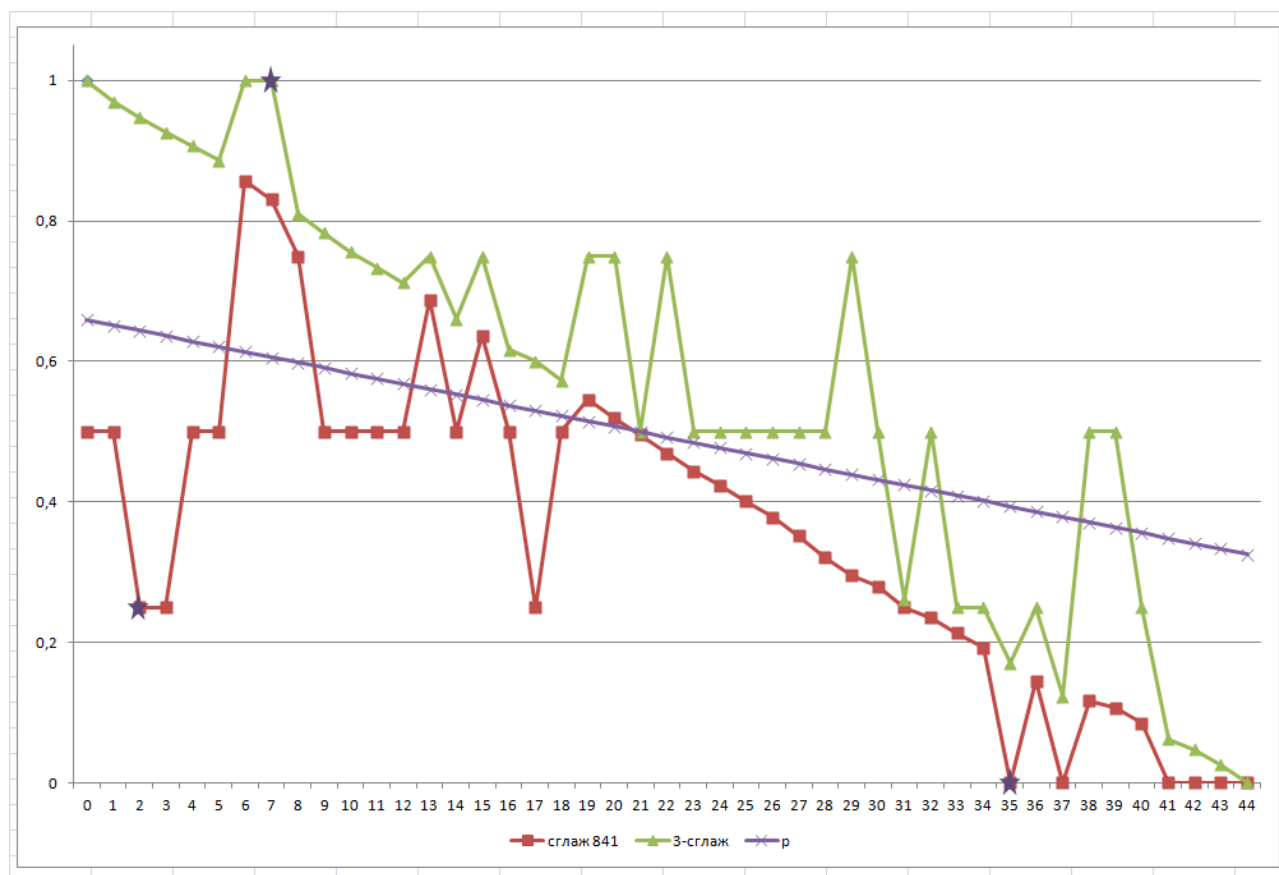


Рис.3. Динамика интервалов КИГ для клиентов, нуждающихся в лечении

Заключение. Автором статьи разработана система обработки и интерпретации сигналов прибора ЭКГ. Представлено математическое обоснование возможности и целесообразности использования приборов ЭКГ в «аптечке» любой семьи, с учётом применения информационных технологий до уровня комфортного восприятия полученных рекомендаций. Составлен алгоритм анализа данных с использованием и минимаксного критерия аппроксимации.

Литература

1. Бердышев В.И., Петрак Л.В. Аппроксимация функций, сжатие численной информации, приложения. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. – 296 с.
2. Выгодчикова И.Ю., Гусятников В.Н. Анализ нагрузки телекоммуникационной сети с использованием метода аппроксимации интервальных данных // Телекоммуникации. 2019. № 9. С. 11-15.
3. Ишбулатов Ю.М., Караваев А.С., Пономаренко В.И., Прохоров М.Д., Безручко Б.П. Сравнение методов оценки параметров системы барорефлекторного контроля среднего артериального давления // Известия РАН. Серия физическая. 2016. Т. 80. № 2. С. 202-207.



А.Р. Габдрахманова, М.М. Тюрина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ МАГНИТОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

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

В настоящее время специалисты интенсивно изучают клинические и эпидемиологические особенности заболеваний, вызванных новой коронавирусной инфекцией. Самым распространенным клиническим проявлением нового варианта коронавирусной инфекции является двусторонняя пневмония. Система дыхания пациента, перенесшего пневмонию, нуждается в проведении реабилитационных воздействий, направленных на восстановление функции легких, нормализацию дыхательных объемов, профилактику развития легочного фиброза, а также укрепление иммунитета и снижение рисков повторных заболеваний и осложнений. Существует множество методов постпневмонической реабилитации. К наиболее часто применяемым методам относятся: медикаментозная терапия и физиотерапевтическая реабилитация. Эти методы при совместном применении способствуют повышению эластичности легочной ткани, улучшению бронхиальной проводимости, лимфо- и кровообращения бронхолегочной системы, увеличению жизненной емкости легких, восстановлению нарушенного иммунного статуса. При этом физиотерапевтические методы реабилитации играют немаловажную роль. С их помощью достигается более быстрое рассасывания воспалительного очага, предупреждение перехода острого воспалительного процесса в хронический, улучшение функции внешнего дыхания, оказание гипосенсибилизирующего действия, тренировку термоадаптационных механизмов.

Одним из перспективных методов является магнитотерапевтический метод реабилитации. Метод заключается в применении переменных и постоянных импульсных магнитных полей низкой частоты, а также постоянных непрерывных магнитных полей различной мощности и конфигурации [1]. Рассматриваемая терапия после пневмонии поможет до конца подавить воспалительный процесс и избежать хронических проблем с легкими, сыграет огромную роль в рассасывании фиброзных образований в лёгочной ткани, а также уменьшить отёк слизистой оболочки, улучшить дыхательная ёмкость лёгких, облегчить отхождение мокроты и т.п. В целом срок восстановления сокращается, поэтому важно правильно выбрать параметры и время воздействия магнитного поля. При этом возникает задача разработка программно-аппаратного комплекса для терапевтического лечения с возможностью контроля его параметров и режимов работы.

В докладе представлены результаты разработки магнитотерапевтической системы для реабилитации пациентов после перенесенной пневмонии различной этиологии, позволяющей не только проводить терапевтические воздействия



посредством магнитного поля, но и контролировать его параметры. Магнитотерапевтическая система состоит из блока управления и индикации, микроконтроллера, цепи управления индукторами, непосредственно, самих индукторов и устройства отслеживания величины магнитной индукции. В представленной магнитотерапевтической системе было предложено использовать до шести индукторов одновременно.

С помощью блока управления и индикации, который содержит кнопки и жидкокристаллический индикатор, задаются параметры магнитотерапевтического воздействия. Далее сигнал передается по шине на микроконтроллер. Микроконтроллер запускается и проверяет величину магнитной индукции на индукторе с помощью устройства отслеживания величины магнитной индукции, который включает в себя датчик Холла. Если измеренная величина отклоняется от заданной, то микроконтроллер запускает или выключает цепь управления индуктором, далее индуктор воздействует магнитным полем на биообъект, то есть пациента [2].

Цепь управления индуктором (рис.1) включает в себя n-канальный МОП транзистор VT1, резисторы R1 и R2. По контуру, состоящему из катушки индуктивности L1 и диода VD1, не течет ток, чтобы ток появился необходимо открыть транзистор VT1. В момент запуска при нажатии кнопки SA1 магнитное поле равно нулю, микроконтроллер PIC16F877 запускается и анализирует сигнал по величине магнитной индукции, пришедший с датчика Холла DA1. Если магнитное поле ниже заданного значения микроконтроллер включает транзистор VT1, и по контуру начинает протекать ток. Ток по контуру не меняется быстро, соответственно, магнитное поле быстро измениться не может, поэтому микроконтроллер (МК) будет держать включенным транзистор до тех пор, пока величина магнитной индукции на датчике Холла, не достигнет заданного значения. Когда это значение достигается, МК выключает транзистор и по нему ток не течет. Так, ток через катушку будет протекать по угасающей и магнитное поле меняется не так быстро, поэтому его уровень можно поддержать какое-то время. Когда значение магнитной индукции снова опускается ниже заданного значения, МК снова включает транзистор, контур снова накапливает энергию и так далее.

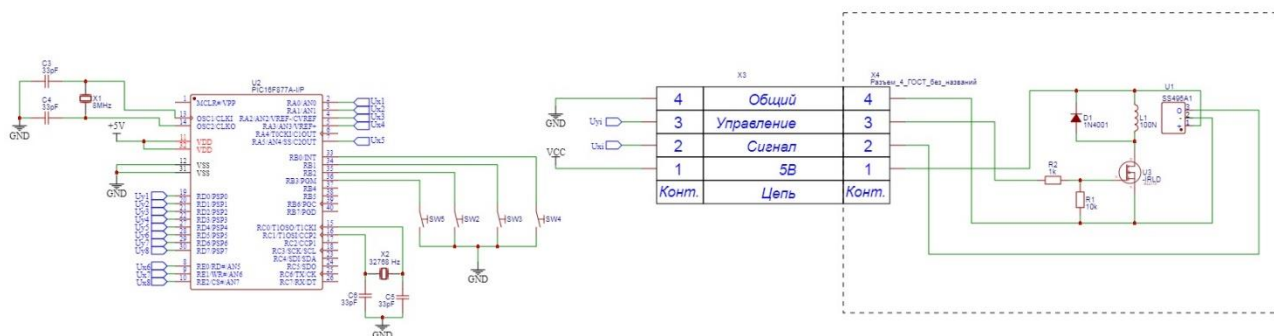


Рис.1. Принципиальная электрическая схема магнитотерапевтической системы



Принципиальная электрическая схема магнитотерапевтической системы размещена на трех печатных платах: плата блока питания, плата блока управления индукторами и плата блока индикации. Процесс проектирования печатных плат подразумевает под собой разработку межсоединений, то есть трассировку в соответствии с принципиальной электрической схемой и конструирование всех ее активных цепей, которые будут функционировать должным образом в пределах любых допустимых изменений характеристик компонентов.

При 3D-моделировании плат был использован пакет программы EasyEDA. EasyEDA – кросс-платформенная веб-ориентированная среда автоматизации проектирования электроники включающая в себя редактор принципиальных схем, редактор топологии печатных плат, SPICE-симулятор, облачное хранилище данных, систему управления проектами, а также средства заказа изготовления печатных плат. С помощью этой среды была сделана трассировка печатной платы, визуализирована 3D-модель (рис.1), а также определены ее размеры. На рис. 2 приведен 3D-вид печатной платы блока управления индукторами.

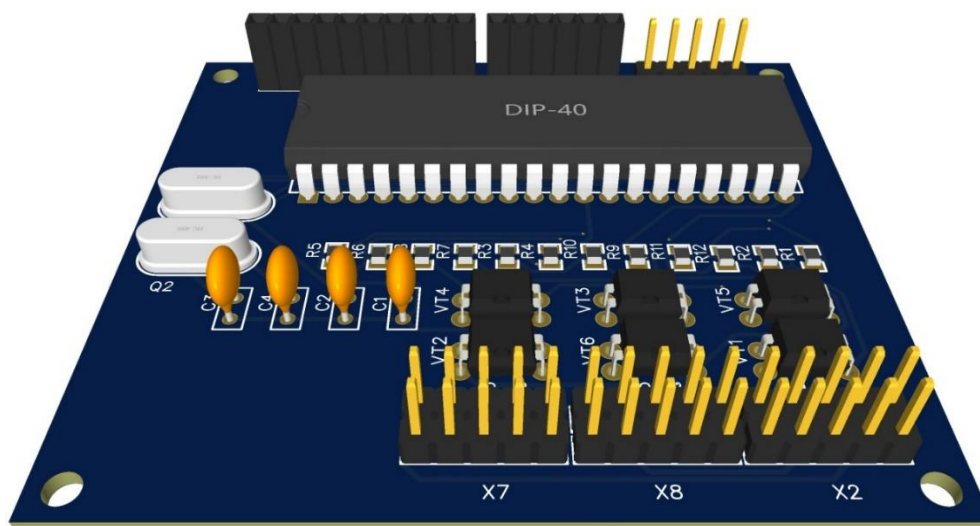


Рис. 2. 3D-вид печатной платы блока управления индукторами

Размеры спроектированной печатной платы составили $l = 72$ мм, $d = 63$ мм.

Таким образом, в работе представлены результаты конструкторской проработки печатных плат основных блоков магнитотерапевтической системы с помощью программного пакета «EasyEDA». Полученные в результате моделирования габаритные размеры печатных плат представляют обоснованно подойти к разработке корпуса электронного блока магнитотерапевтической системы.

Литература

1. Габдрахманова А.Р., Тюрина М.М. Обоснование разработки магнитотерапевтической системы для реабилитации после перенесенной пневмонии различной этиологии // Наука молодых - будущее России: сборник научных



статей 5-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Том 2. Юго-Зап. гос. ун-т., - Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2020, - 498 с. С. 41-44.

2. Габдрахманова А.Р., Тюрина М.М. Системотехническое проектирование магнитотерапевтической системы для реабилитации // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2020: сб. тр. XXXIII Всерос. науч.-техн. конф. студ., мол. ученых и спец., 9-11 декабря 2020 г. / под общ. ред. В.И. Жулева. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020. – 624с. С. 99-102.

А.А. Голова

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРИЁМА И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ЗАКАЗОВ СЕТИ ПИТАНИЯ

(Самарский университет)

Для предприятий, работающих в сфере общественного питания очень важно оперативно и своевременно вести учёт продуктов и заказов. Поэтому задача автоматизации обработки данных ресторана является одной из приоритетных задач развития предприятия.

Основной целью задачи является своевременный оперативный учёт заказов клиентов, а также решаются задачи составления отчётов и других необходимых документов.

Автоматизация позволит снизить трудозатраты и число ошибок работников предприятия при обработке данных. Также она приведет к экономии времени сотрудников и повысит оперативность принимаемых решений. Централизованное хранение данных повышает точность и достоверность предоставляемых сведений.

Любой ресторан нуждается в удобном веб-сайте, где пользователи могут посмотреть информацию о ресторане, о его меню, а также сделать заказ. Во время курсового проектирования необходимо разработать веб-приложение для сервиса для доставки еды с возможностью просмотра блюд из разных и ресторанов и возможностью оформления заказа.

Сервис доставки еды – ресурс, предоставляющий посетителям полную информацию обо всех ресторанах в его городе. Данный сервис избавляет от необходимости самостоятельно подыскивать подходящее меню и приемлемые цены, пролистывая множество сайтов. Достаточно зайти на сервис доставки еды, изучить актуальные предложения представленных на странице ресторанов, ознакомиться с ценовой политикой каждого из них и сделать свой выбор. Помимо меню и цен сервис предоставляет также полную информацию о действующих в настоящий момент акциях и скидках в каждом ресторане. Это поможет



сделать выгодный заказ и сэкономить бюджет. Также сам сервис предоставляет клиентам скидки в виде накопления баллов за каждый сделанный заказ.

Существует множество ситуаций, в которых выручает сервис доставки еды. В основном, это банальная нехватка времени, когда работа занимает практически весь день, а на готовку сил не остается. Случается, что необходимо срочно накрыть праздничный стол, сервис доставки еды может организовать застолье очень быстро. Можно заказать полноценный обед в свой офис, решив проблему с отсутствием полноценного питания на работе и избавить себя от необходимости обходиться бутербродами. Сервис доставки еды предоставляет широчайшее меню, здесь можно подобрать блюда самых различных национальных кухонь. Такой возможности не может дать ни один ресторан. Кроме того, нет необходимости никуда идти, сделать заказ можно сидя в удобном кресле перед компьютером, готовый вкусный обед привезут домой в оговоренное время.

Доставка еды — это удобный сервис, позволяющий в любое время выполнить заказ любимого блюда по самой выгодной цене. Оформить заявку можно с любого устройства, имеющего выход в Интернет или позвонив по телефону. Исчерпывающая информация на сайте сервиса помогает сэкономить время на поиске нужного ресторана и сделать выгодную покупку.

Разработка системы

Мной была разработана система, реализующая сервис для доставки еды, с помощью которой можно выбрать блюда из ресторанов и сделать заказ на доставку. Система построена на клиент-серверной архитектуре, все данные, необходимые системе будут храниться в базе данных на серверной части.

Приложение позволяет авторизоваться как клиент и как администратор.

Таким образом, системы должна решать со стороны клиента следующие задачи:

- регистрация и авторизация;
- просмотр меню продуктов;
- поиск блюда по категории, названию, цене;
- просмотр содержимого корзины;
- заказ еды.

Со стороны администратора, система должна решать такие задачи как:

- регистрация и авторизация;
- добавление/изменение/удаление/просмотр категории продуктов;
- добавление/изменение/удаление/просмотр продуктов;
- поиск блюд и категорий.

Для наглядности представляю структурную схемы системы.

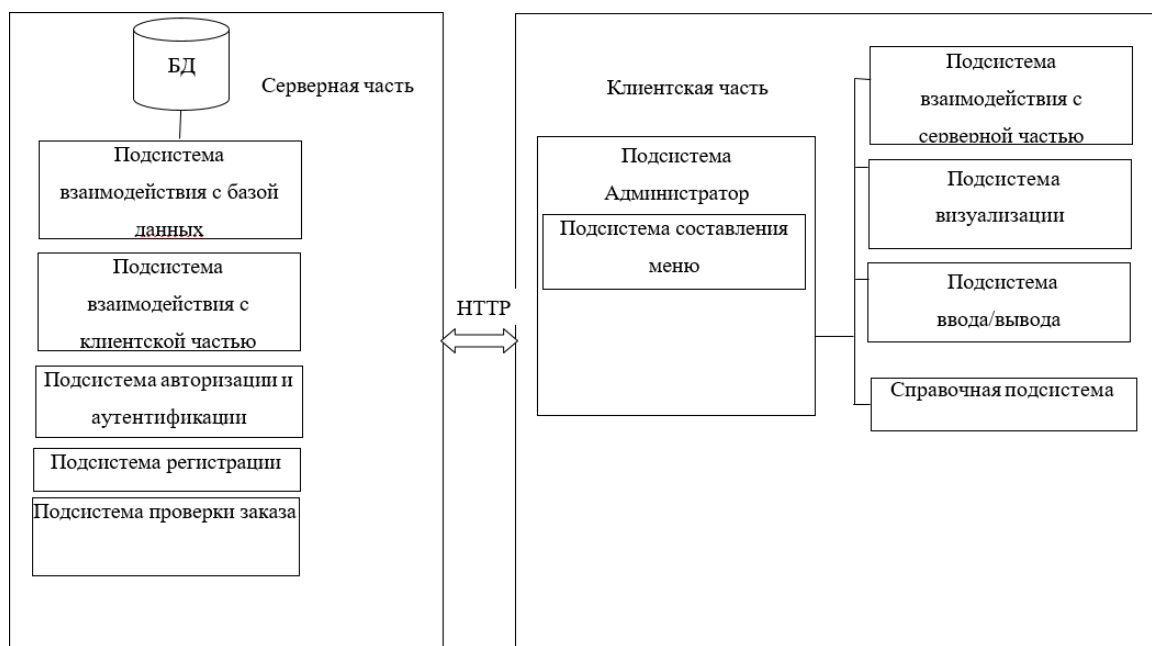


Рисунок 1 – Структурная схема системы

В состав серверной части входят следующие подсистемы:

- подсистема взаимодействия с клиентской частью, которая отвечает за взаимодействие с клиентской частью;
- подсистема взаимодействия с базой данных, которая отвечает за взаимодействие с базой данных;
- подсистема авторизации и аутентификации, которая отвечает за авторизацию пользователя в системе, настройку интерфейса системы в соответствии с ролью пользователя;
- подсистема регистрации, которая отвечает за регистрацию новых пользователей;
- подсистема заказа, которая отвечает за заказ доставки еды;
- справочная подсистема, которая содержит сведения о системе (руководство пользователя) и о её разработчиках;
- подсистема администрирования, которая отвечает за добавление блюд и ресторанов в меню администратором, включающая подсистему составления меню, которая отвечает за добавление в общий список всех доступных ресторанов и блюд, которые эти рестораны предлагают.

В состав клиентской части входят следующие подсистемы:

- подсистема взаимодействия с серверной частью, которая отвечает за взаимодействие с серверной частью;
- подсистема ввода\вывода, которая отвечает за ввод и вывод данных;
- подсистема визуализации, которая отвечает за работу графического интерфейса пользователя.



Вся информация, необходимая для работы системы, хранится в базе данных: информация о пользователях и информация о блюдах.

На рисунке 2 представлена логическая модель базы данных.

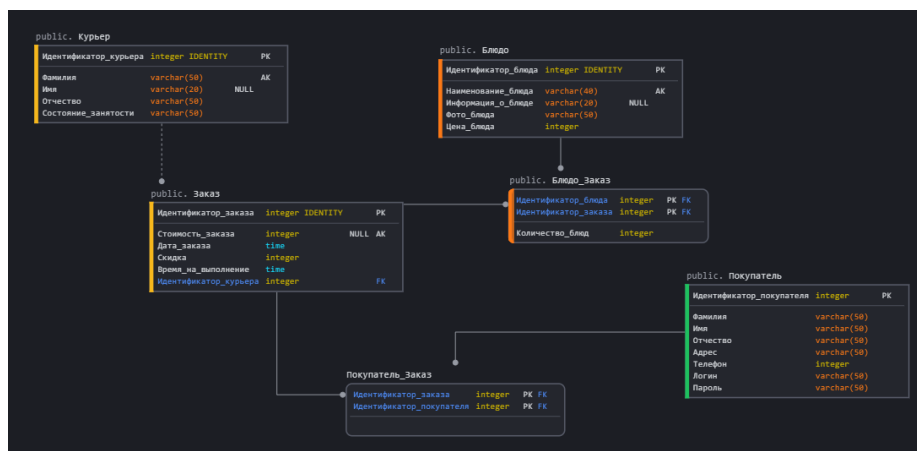


Рисунок 2 – Логическая модель БД

Выбор программных средств для реализации системы

Для разработки клиентской части использовался язык TypeScript и фреймворк Angular.

TypeScript – язык программирования, представленный Microsoft в 2012 году и позиционируемый как средство разработки веб-приложений, расширяющее возможности JavaScript. TypeScript является обратно совместимым с JavaScript и компилируется в последний. Фактически, после компиляции программу на TypeScript можно выполнять в любом современном браузере или использовать совместно с серверной платформой Node.js [1].

Для разработки серверной части был использован язык Java. Java – строго типизированный объектно-ориентированный язык программирования, разработанный компанией Sun Microsystems (в последующем приобретённой компанией Oracle). Разработка ведётся сообществом, организованным через Java Community Process, язык и основные реализующие его технологии распространяются по лицензии GPL. Права на торговую марку принадлежат корпорации Oracle [2].

В качестве СУБД была выбрана PostgreSQL. PostgreSQL – свободная объектно-реляционная система управления базами данных (СУБД). PostgreSQL базируется на языке SQL и поддерживает многие из возможностей стандарта SQL:2011. PostgreSQL создана на основе некоммерческой СУБД Postgres, разработанной как open-source проект в Калифорнийском университете в Беркли. К разработке Postgres, начавшейся в 1986 году, имел непосредственное отношение Майкл Стоунбрейкер, руководитель более раннего проекта Ingres, на тот момент уже приобретённого компанией Computer Associates. Название расшифровывалось как «Post Ingres», и при создании Postgres были применены многие ранние наработки [3].



Реализация системы

При запуске система отобразит окно авторизации (рисунок 3). Пользователь может авторизоваться как администратор или пользователь, зарегистрироваться в системе как новый пользователь. Предусмотрена обработка различных ошибок аутентификации.

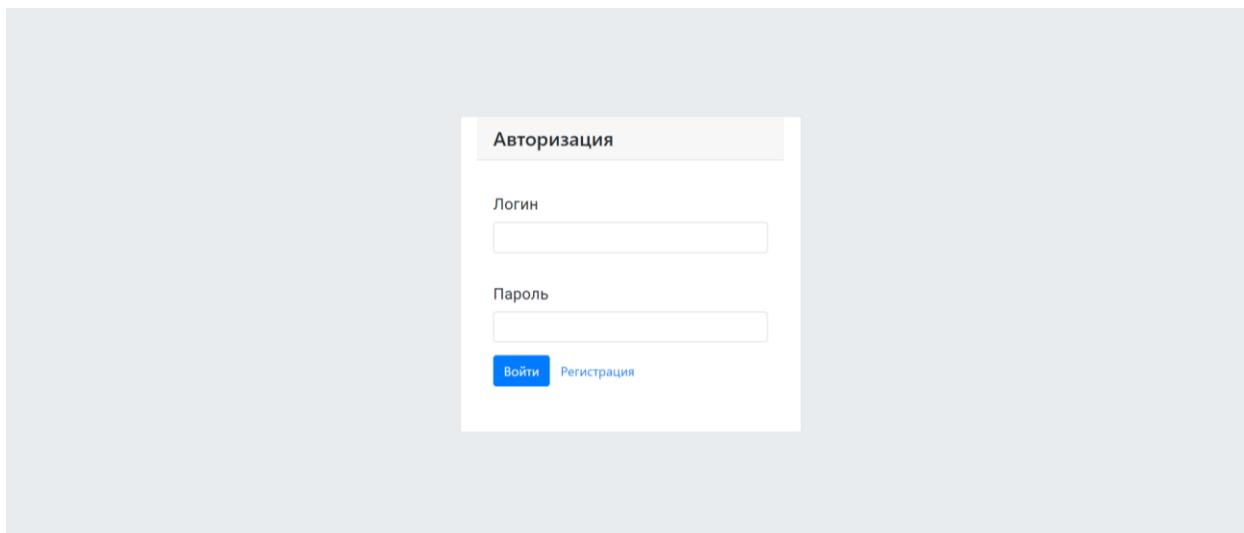


Рисунок 3 – Начальная экранная форма приложения

Пользователь может зарегистрироваться в системе. Форма регистрации отображена на рисунке 4.

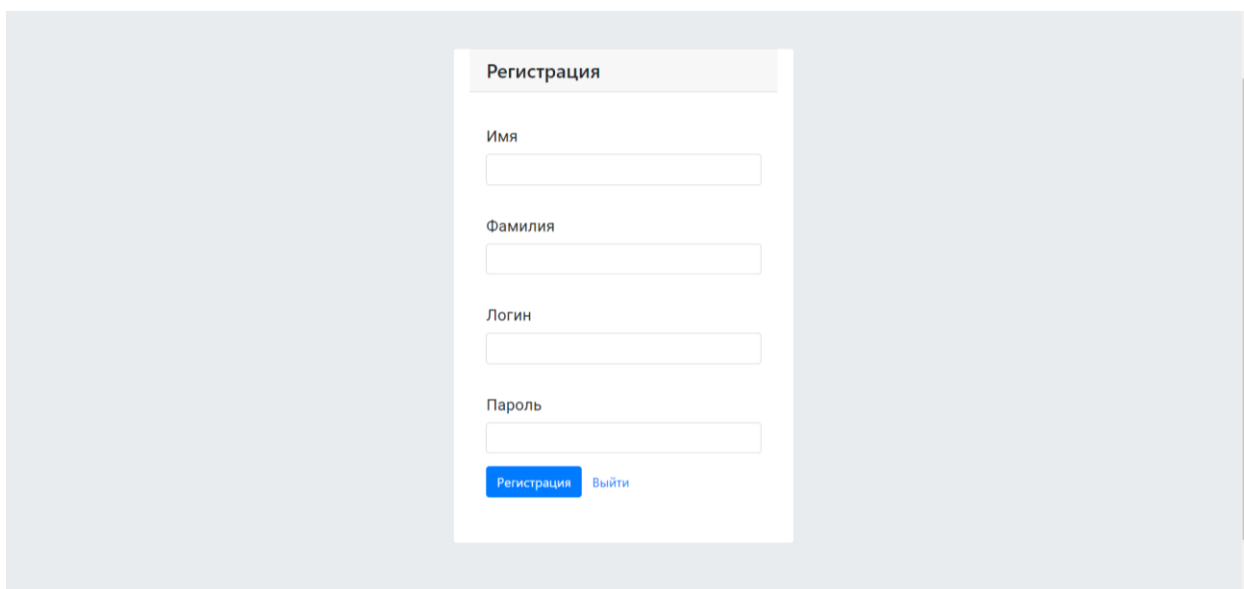


Рисунок 4 – Экранная форма регистрации

Имеется функция валидации полей ввода. В случае ошибки регистрации появляются сообщения, на которых описана проблема. В случае ошибки регистрации пользователь увидит предупреждение, которое изображено на рисунке 5.

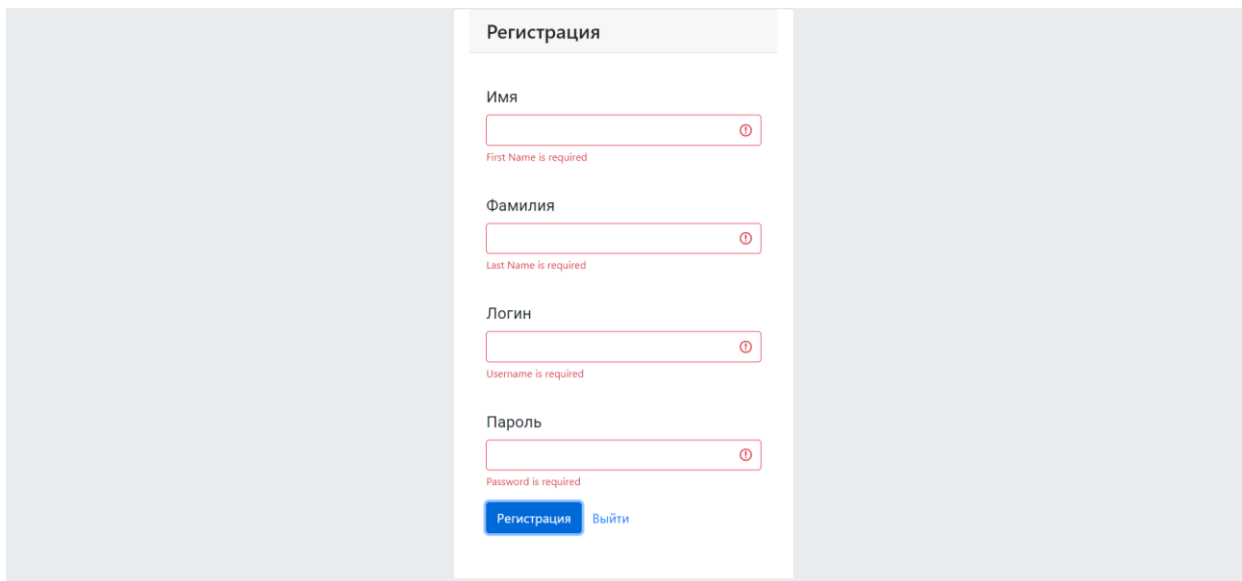


Рисунок 5 – Ошибка формата поля

В случае успешной регистрации пользователь переходит на экранную форму авторизации и может войти в систему с помощью данных, указанных при регистрации.

Меню содержит список блюд, доступных к просмотру, редактированию, удалению и добавлению. Экранная форма представлена на рисунке 6.

В программе предусмотрена возможность вернуться к экрану авторизации, нажав кнопку «Выйти», или получить сведения о системе, нажав кнопку «Сведения о системе».

В режиме меню имеется таблица, содержащая информацию о блюдах, а также кнопки добавления, удаления и редактирования.

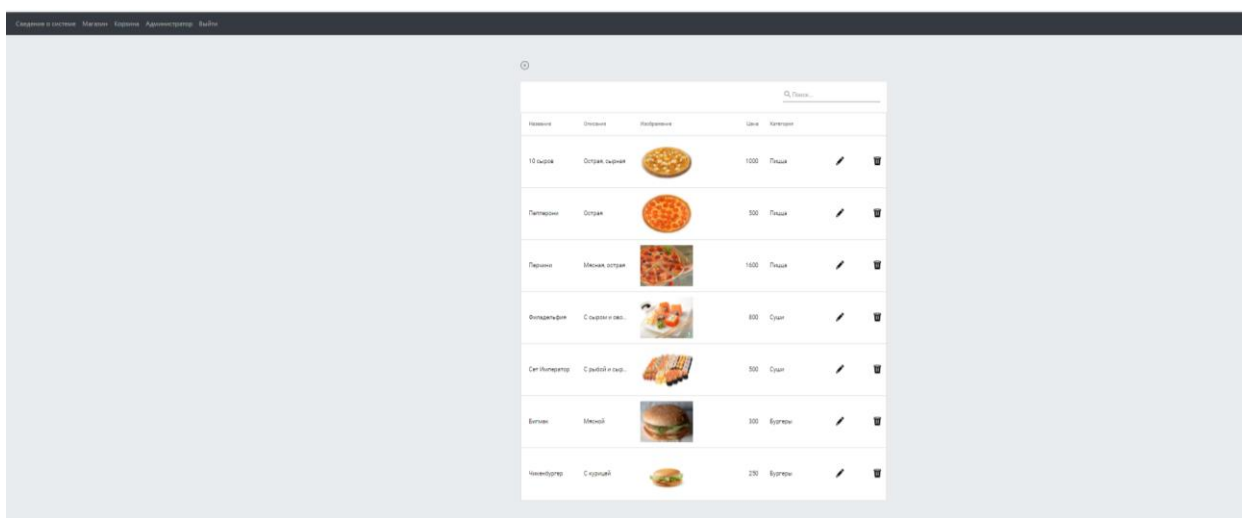


Рисунок 6 – Экранная форма меню



Нажав на кнопку «Добавить», пользователь переходит к форме добавления блюда (рисунок 7). Справа находятся кнопки «Редактировать» и «Удалить». Нажав на кнопку редактирования, пользователь переходит к экранной форме редактирования блюда (рисунок 8). При нажатии на кнопку «Удалить», блюдо удаляется из меню.

Сведения о системе: Магазин Корзина Администратор Выйти

Добавить товар

Название:

Описание:

Изображение:

Цена:

Категория:
Select...

Рисунок 7 – Экранная форма добавления блюда

Сведения о системе: Магазин Корзина Администратор Выйти

Изменить блюдо

Name:

Description:

Image:

Price:

Категория:
Пицца

Рисунок 8 – Экранная форма редактирования блюда

Также имеется экранная форма «Категории меню», на которой администратор может удалять, изменять или добавлять категории (рисунок 9).

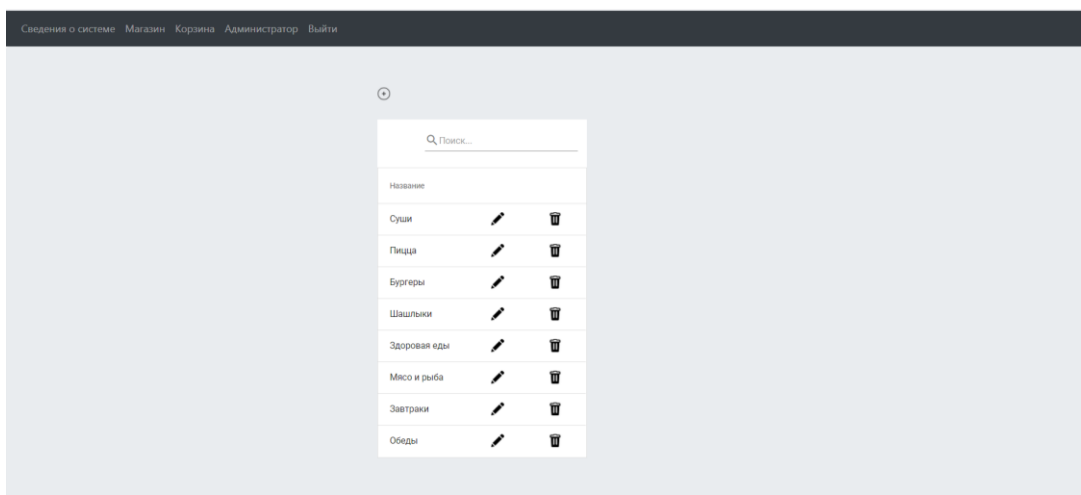


Рисунок 9 – Экранная форма категорий

Соответственно экранные формы добавления и редактирования категорий представлены на рисунках 10, 11.

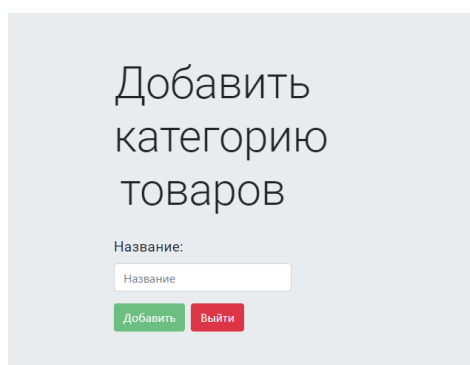


Рисунок 10 – Экранная форма добавления категории

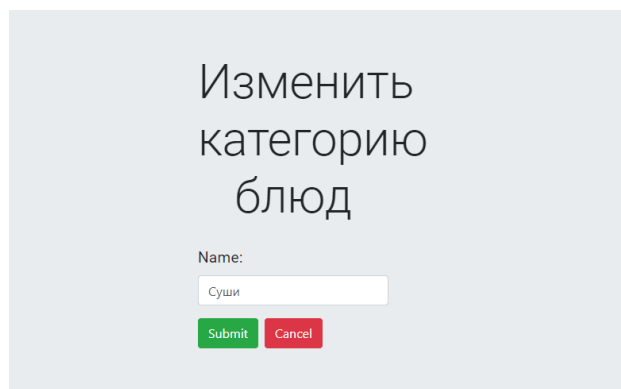


Рисунок 11 – Экранная форма изменения категории

Также как администратор, так и клиент могут посмотреть сведения о системе (рисунок 12).

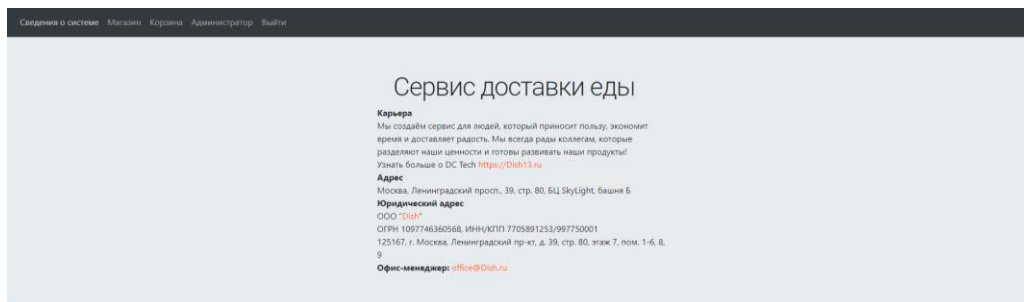


Рисунок 12 – Экранная форма сведения о системе

Меню содержит список блюд, доступных к заказу. Экранная форма «Магазин» представлена на рисунке 13.

В программе предусмотрена возможность вернуться к экрану авторизации, нажав кнопку «Выйти», или получить сведения о системе, нажав кнопку «Сведения о системе».

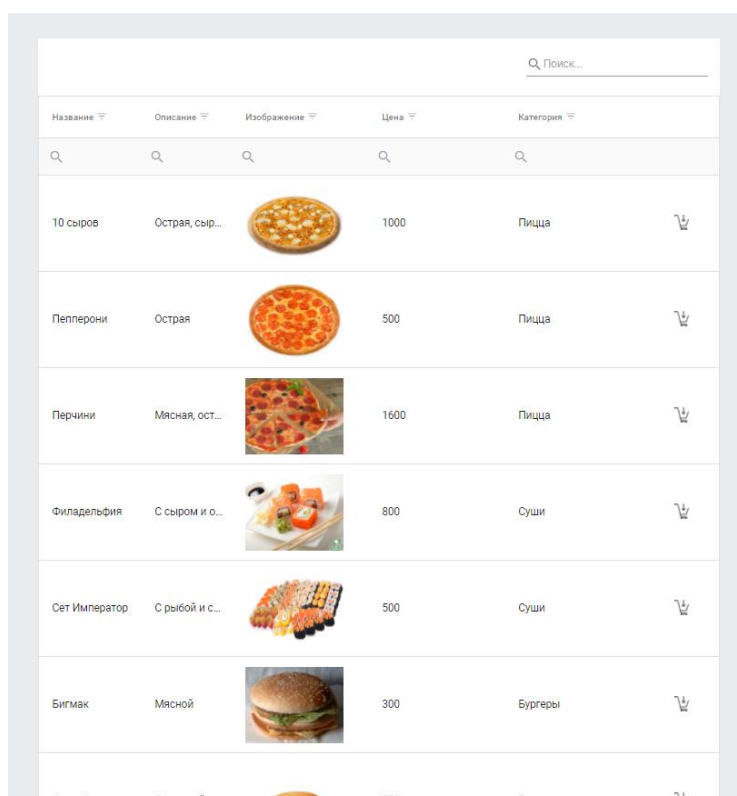


Рисунок 13 – Экранная форма «Магазин»

На экранной форме предусмотрен поиск блюд по их категориям (рисунок 14), а также по названию (рисунок 15).

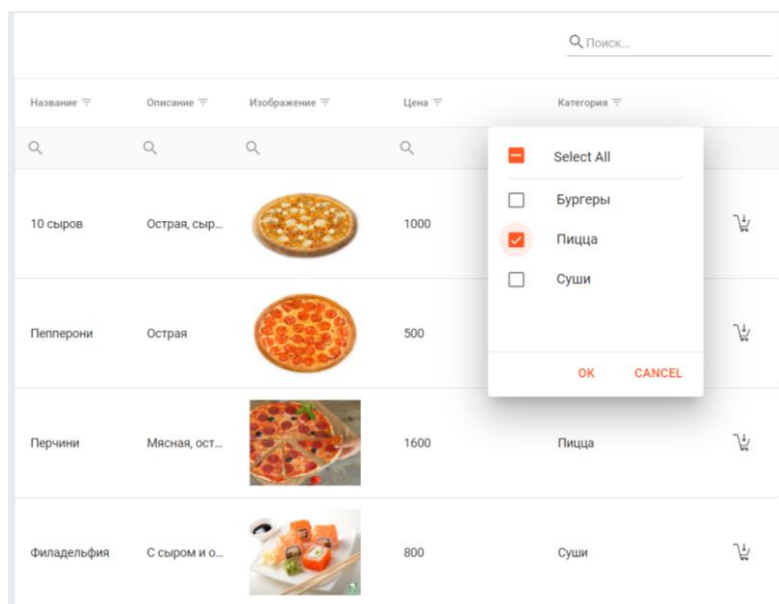


Рисунок 14 – Поиск блюд по категории

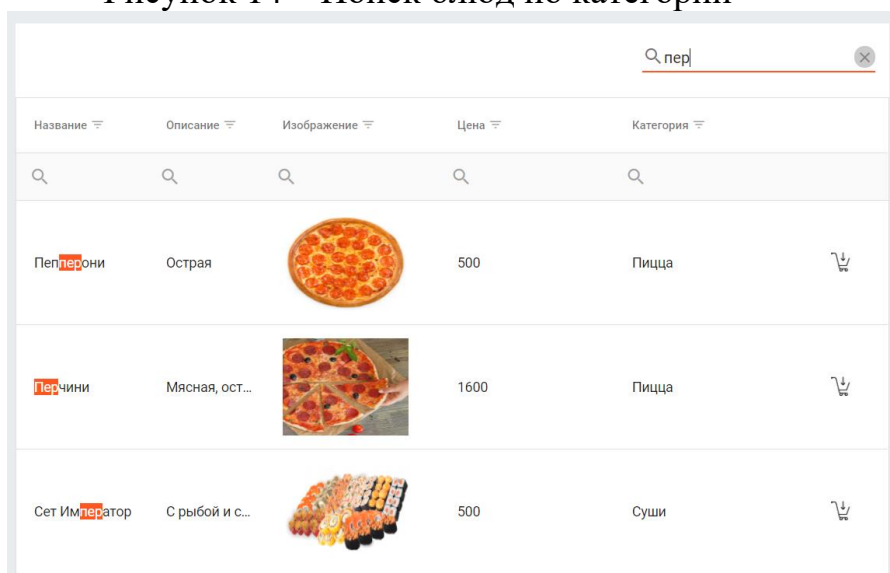


Рисунок 15 – Поиск блюд по названию

Чтобы сделать заказ, пользователь нажимает на кнопку «Добавить в корзину», после чего может перейти на экранную форму «Корзина»(рисунок 16).

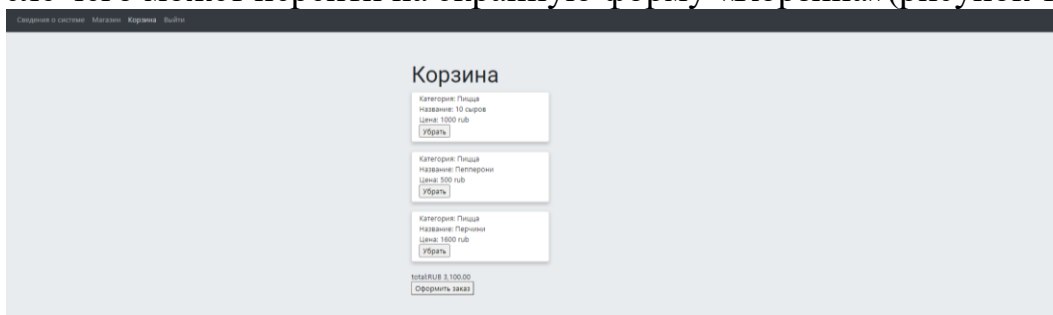


Рисунок 16 – Экранная форма «Корзина»



После того как пользователь проверит свой заказ в корзине, он может перейти к странице с его оформлением (рисунок 17), нажав на кнопку «Оформить заказ».

Рисунок 17 – Экранная форма «Оформить заказ»

Пользователь вводит свои данные и нажимает на кнопку «Оформить заказ», после чего переходит на страницу «Подробности заказа» (рисунок 18). Также пользователь, нажав на кнопку «Выйти», может вернуться на страницу магазина.

Рисунок 18 – Экранная форма «Подробности заказа»

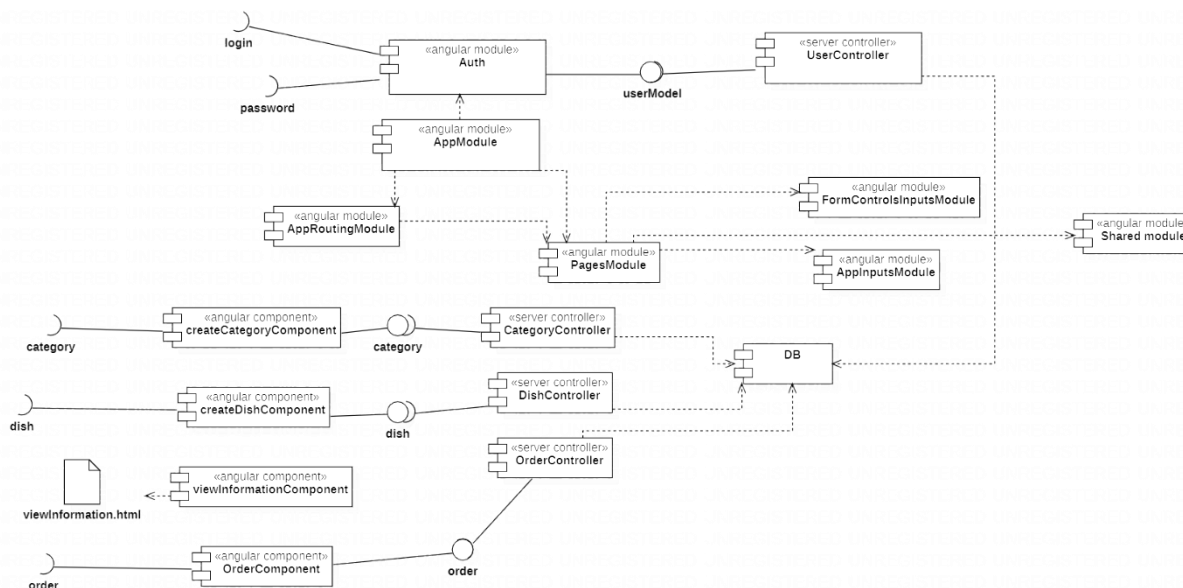


Рисунок 19 – Диаграмма компонентов

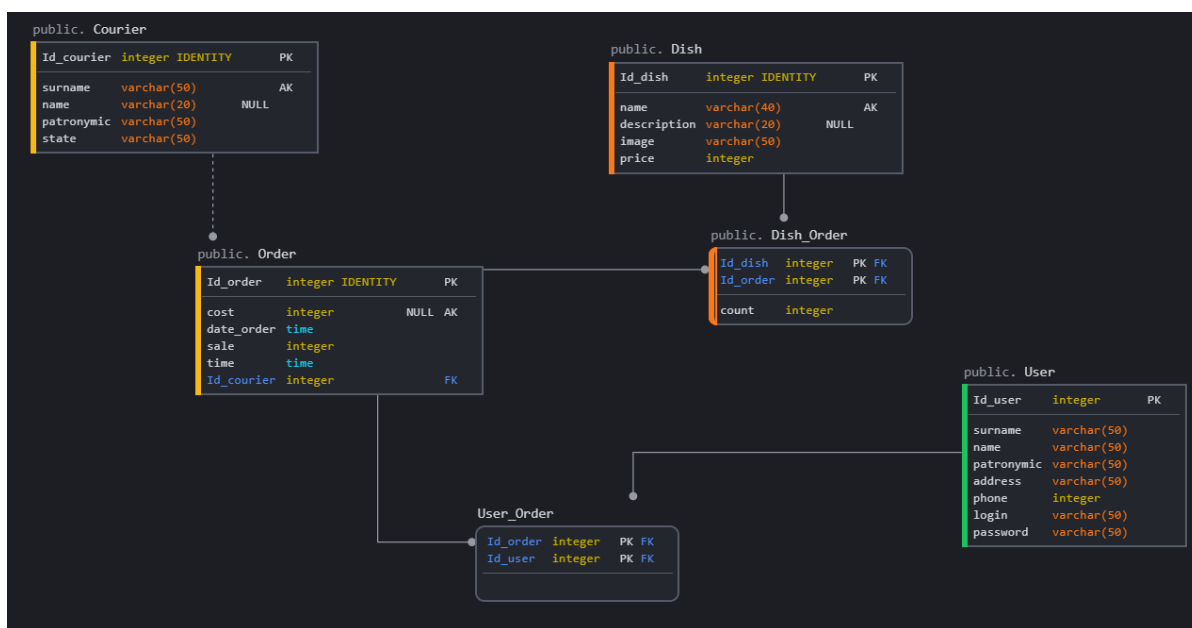


Рисунок 20 – Физическая модель данных

Литература

- 1 TypeScript [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/TypeScript> (дата обращения: 10.12.2021).
- 2 Java [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Java> (дата обращения: 23.10.2020).
- 3 PostgreSQL [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL> (дата обращения: 23.10.2020).



В.Ю. Дьяконов, А.А. Столбова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ НА БАЗЕ МНОГОМЕРНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

(Самарский университет)

В последние годы нейрокомпьютерные интерфейсы (НКИ) вызвали большой интерес от медицины до военных целей. Благодаря достижениям в области анализа и обработки сигналов, а также повышению доступности необходимого компьютерного оборудования, основой для данных интерфейсов стала электроэнцефалограмма [1]. В основе всех таких систем лежит математический анализ нейро-физиологических сигналов и алгоритмы их обработки. НКИ принимает на вход сигнал ЭЭГ и обрабатывает их для интерпретации намерения пользователя в команды, управляющие внешними устройствами, к примеру текстовый процессор или нейро-протезное устройство. Актуальность разработки программных средств анализа сигналов ЭЭГ можно объяснить тем, что НКИ охватывает много сфер деятельности и перспектива будет только увеличиваться в будущем. Например, уже сейчас, при помощи данных устройств оказывается существенная польза людям с тяжёлыми двигательными расстройствами, а помимо области клинической помощи, НКИ приносит пользу даже здоровым людям в таких областях, как образование, когнитивное развитие, безопасность, развлечение и т.д. [2].

В рамках данной работы предлагается разработать автоматизированную систему, позволяющую анализировать электроэнцефалограмму на базе многомерного вейвлет-преобразования [3, 4]. Этот метод является продолжением ортодоксального метода преобразования Фурье. Более того, предназначен для решения проблем нестационарных сигналов, таких как ЭЭГ. Коэффициенты вейвлет-преобразования вычисляются в соответствии со следующим выражением [5]:

$$W(a, b) = \frac{\Delta t}{\sqrt{a}} \sum_{i=0}^{N-1} x(t_i) \Psi \left(\frac{t_i - b}{a} \right), \quad (1)$$

где Ψ – материнский вейвлет, a – масштаб, b – временной сдвиг, Δt – интервал дискретизации.

К функциональным возможностям разрабатываемой системы относятся:

- авторизация и регистрация пользователя в системе;
- загрузка данных сигнала ЭЭГ из файла;
- просмотр данных сигнала;
- вейвлет-преобразование исследуемого сигнала;
- сравнение сигналов;
- сохранение результатов;
- просмотр сохраненных результатов;
- просмотр и редактирование данных профиля.



На рисунке 1 представлена разработанная диаграмма вариантов использования автоматизированной системы анализа электроэнцефалограммы на базе многомерного вейвлет-преобразования, где предусмотрен один тип пользователей, для которого определено выполнение 8 действий: авторизоваться, зарегистрироваться, просмотреть сохраненные результаты, просмотреть общую информацию, просмотреть профиль, просмотреть схему ЭЭГ, проанализировать сигналы и сравнить сигналы.

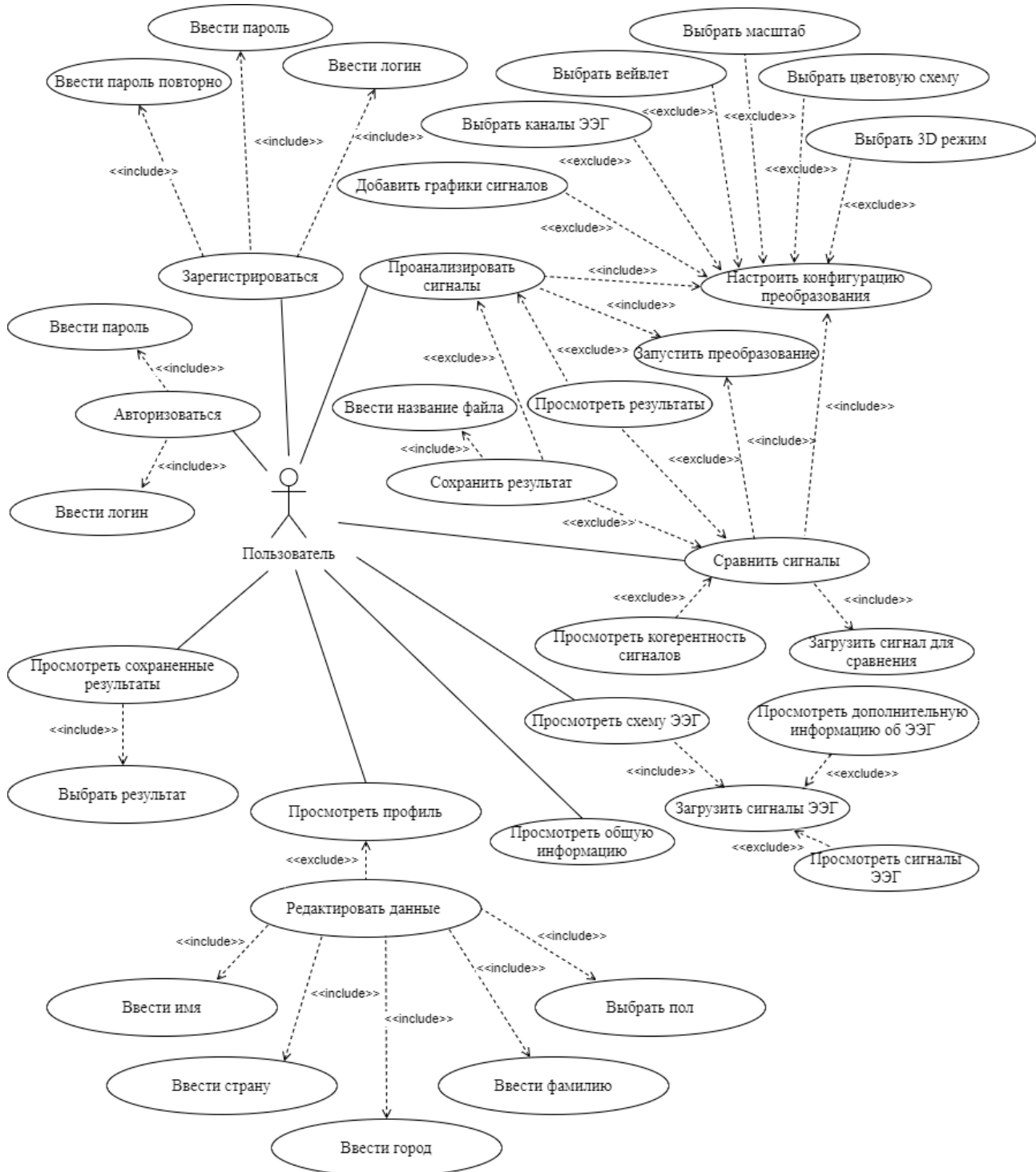


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования системы



Пользователь начинает работу в системе с авторизации или регистрации себя в системе посредством ввода логина и пароля, после чего система откроет основную страницу приложения с общей информацией об электроэнцефалограмме с которой пользователь может ознакомиться.

Далее пользователю представлен выбор: просмотреть сохраненные результаты, просмотреть и отредактировать свой профиль или перейти к схеме ЭЭГ и загрузить сигнал. Загрузив сигнал, пользователь имеет возможность просмотреть нужные ему каналы сигнала и дополнительную информацию о сигнале, а также может перейти к анализу или сравнению сигналов.

На вкладках анализа и сравнения пользователю в первую очередь необходимо сконфигурировать параметры преобразования:

- выбрать каналы ЭЭГ;
- выбрать вейвлет;
- выбрать масштаб;
- выбрать цветовую схему;
- выбрать в каком режиме отобразить результат (2D/3D);
- выбрать, добавлять ли графики сигналов.

На вкладке сравнения дополнительно необходимо загрузить сигнал для сравнения, который автоматически найдёт всевозможные варианты для сравнения сигналов. Также имеется возможность просмотреть когерентность сигналов. Получив необходимый результат, пользователь по желанию может сохранить результаты.

Таким образом, в результате данной работы предложен проект автоматизированной системы анализа электроэнцефалограмм на базе многомерного вейвлет-преобразования, определены метод обработки сигнала и основные функциональные возможности системы, разработана диаграмма вариантов использования системы.

Литература

1. ЭЭГ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/c/c8/Bukhonov2018%28S10%29NIR.pdf> (дата обращения: 01.05.2021)
2. Нейрокомпьютерный интерфейс [Электронный ресурс]. – URL: <https://cmi.to/нейрокомпьютерный-интерфейс> (дата обращения: 01.05.2021)
3. Поликара, Р. Введение в вейвлет преобразование [Текст]/ Р. Поликара – СПб: АВТЭК – 59 с.
4. Вейвлет-преобразование [Электронный ресурс]. – URL:
5. Kuzmin A. Mobile ECG monitoring system prototype and wavelet-based arrhythmia detection / A. Kuzmin, M. Safronov, O. Bodin, S. Prokhorov, A. Solbova /2017 21st Conference of Open Innovations Association (FRUCT). – IEEE, 2017. – С. 210-216.



А.В. Кузьмин, А.Е. Шеина, Н.И. Терешин, А.С. Антипкин

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ И ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ

(Пензенский государственный университет)

На сегодняшний день проблема прогнозирования риска развития сердечно-сосудистых катастроф у пациентов с фибрилляцией предсердий и сердечной недостаточностью актуальна как с медицинской точки зрения, так и социально-экономической, поскольку затраты на устранение последствий заболевания значительно превосходят затраты на предотвращение и профилактику такого рода осложнений.

В настоящее время в области здравоохранения активно используются информационно-измерительные системы мониторинга ЭКГ для обнаружения признаков сердечно-сосудистых заболеваний, в частности аритмии [1]. Однако данный подход позволяет обнаружить уже имеющиеся отклонения. Актуальной задачей в рамках концепции превентивной медицины [2] является прогнозирование течения заболевания и оценка соответствующих рисков.

На практике в медицинских учреждениях накапливается достаточно много разнородной диагностической информации, относящейся к пациентам разных групп. Кардиологи пользуются различными общепринятыми и авторскими методиками оценки риска течения заболевания на основе ретроспективного статистического анализа. Зачастую эти методики не автоматизированы, т.е. все функции интерпретации имеющихся данных и анализа факторов риска выполняются вручную. Отсутствие программного обеспечения для своевременного прогнозирования развития болезней не позволяет своевременно выявить риски неблагоприятных исходов. Разработка приложения, позволяющего прогнозировать появление осложнений у людей с фибрилляцией предсердий и сердечной недостаточностью, является актуальной задачей.

Новое программное обеспечение должно основываться на статистической модели, используемой во врачебной практике, которая позволяет на основе значений параметров-предикторов прогнозировать риск осложнений у пациентов с фибрилляцией предсердий и сердечной недостаточностью. Проектирование программного обеспечения должно выполняться с соблюдением требований открытости и модульности для осуществления дальнейшего расширения функциональных возможностей приложения. Проектирование графического интерфейса будет выполняться исходя из требований эргономичности, удобства, интуитивности и максимальной скорости работы.

Необходимый набор функций такого программного обеспечения должен включать:



- осуществление ввода значений параметров-предикторов (на основе которых будет проводиться дальнейший анализ) и общую информацию о пациенте;
- анализ факторов риска развития сердечно-сосудистых катастроф на основе введённых данных;
- вывод полученных результатов;
- сохранение отчёта с результатами о проведённом анализе в отдельный текстовый документ;
- возможность печати отчёта сразу после проведения анализа.

Также одной из функций программного обеспечения может стать сохранение всех результатов и данных о пациенте базу данных с возможностью дальнейшего просмотра и сравнительного анализа с результатами прошлых/последующих исследований. Это позволит использовать накапливаемую информацию для дальнейшего статистического анализа и уточнения модели.

Разработка тестовых наборов данных и тестирование приложения будет выполняться исходя из требований полного тестирования ввиду повышенной ответственности в медицинской сфере применения. В качестве целевой платформы выбрана операционная система Windows.

На данный момент приложение реализует авторскую методику стратификации риска развития сердечно-сосудистых катастроф у пациентов с фибрилляцией предсердий и сердечной недостаточностью, разработанную на кафедре «Внутренние болезни» Медицинского института Пензенского государственного университета. В качестве исходных данных используются следующие группы параметров:

- общие сведения, включая данные анализа ЭКГ;
- анамнез фибрилляции предсердий;
- кардиологический анамнез;
- эндокринологический анамнез;
- анамнез заболеваний почек в анамнезе;
- курение;
- антиаритмическая терапия;
- антитромботическая терапия.

Кроме того реализуется анализ в соответствии с известными методиками оценки риска:

- индекса риска CHA₂DS₂-VASc;
- индекс риска развития кровотечений согласно шкале HAS-BLED.

Прототип интерфейса программного средства с окном ввода одной группы параметров приведен на Рисунке 1.

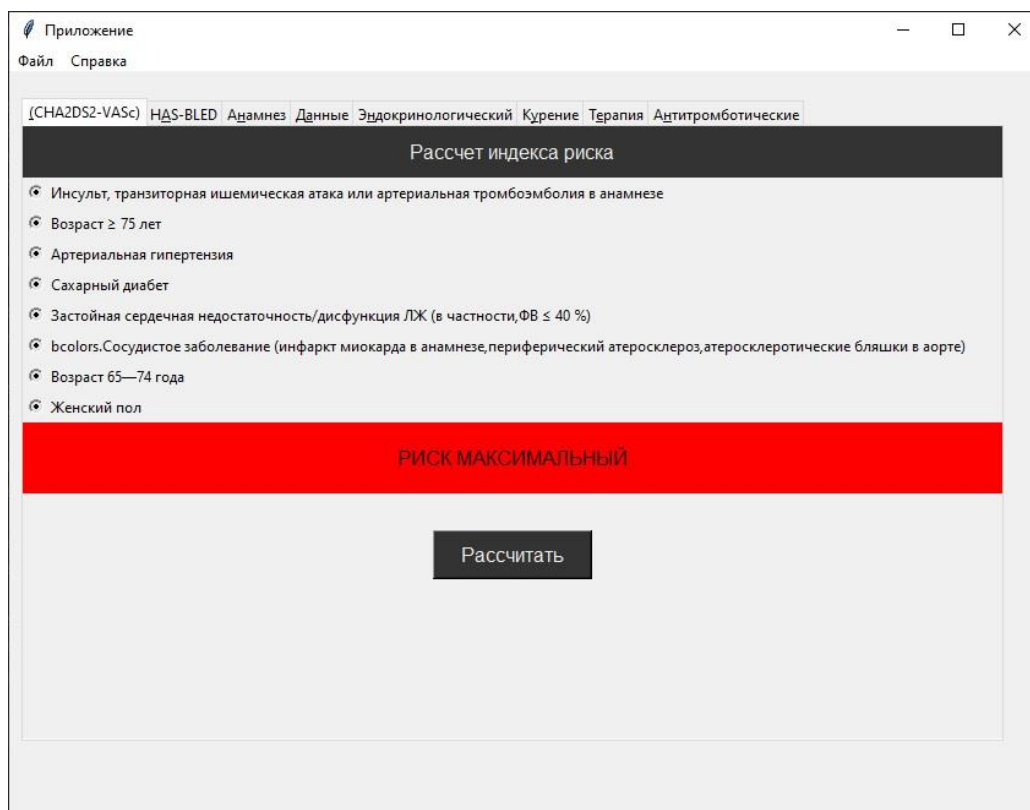


Рисунок 1 – Интерфейс программного обеспечения оценки риска осложнений при сердечной недостаточности и фибрилляции предсердий

Разрабатываемое программное обеспечение позволит оценивать риск неблагоприятного развития сердечно-сосудистых заболеваний, выполнять ретроспективный анализ имеющихся в базе данных, выявлять параметры значимости отдельных факторов риска и формировать массив исходных данных для дальнейшего анализа с использованием методов машинного обучения.

Литература

1. Kuzmin, A. Mobile ECG monitoring system prototype and wavelet-based arrhythmia detection / Kuzmin A., Safronov M., Bodin O., Prokhorov S., Stolbova A. // 21th Conference of Open Innovations Association FRUCT. Helsinki, 2017. – С. 210-216.
2. Концепция предиктивной, превентивной и персонализированной медицины (утверждена Приказом Министерства здравоохранения РФ от 24 апреля 2018 г. № 186) [Электронный ресурс] / www.garant.ru: официальный сайт правовой системы ГАРАНТ. - <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71847662/> (дата обращения 18.04.2021)



В.С. Кузьмин, А.А. Панова, К.В. Садова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

(филиал Самарского государственного технического университета
в г. Сызрани, Самарский университет)

Аннотация: определена роль телемедицины, выделены преимущества дистанционного взаимодействия врача и пациента, представлена архитектура и технологический стек разработанного приложения.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, медицинское обслуживание, дистанционное взаимодействие, телемедицина, web-приложение, технологический стек.

На текущий момент вынужденная самоизоляция в период пандемии привела к резкому росту популярности телемедицины, которая использует компьютерные и телекоммуникационные технологии для обмена медицинской информацией. Телемедицинские технологии стремительно развиваются, и активно внедряются в медучреждения, тем самым решая проблему с большой очередью в поликлиниках, а также безопасным хранением амбулаторных карт пациентов. Телемедицинские технологии направлены на решение проблем различных направлений: клиники и лаборатории, транспортные компании, фармацевтические компании, страховые компании.

Разработанное приложение является незаменимым инструментом современного врача, с помощью которого он может осуществлять такие задачи, как:

- непрерывный мониторинг за здоровьем пациентов с функцией проведения онлайн-консультаций с применением качественной видеосвязи, аудио звонками или с использованием чатов с пациентами;
- привлечение сторонних экспертов для получения второго предположения во время консультации с пациентами;
- осуществление записи и хранение записей приемов и консультаций в амбулаторной карте пациента.

На рисунке 1 представлен пример карточки пациента с таким заболеванием как астма. Выведена информация по прохождению медицинских исследований, анализов, график консультаций с лечащим врачом и контактной информацией пациента.

Разработанное приложение для мобильных устройств, которое предназначено для использования пациентами, обеспечивает:

- связь с врачом, минуя очное посещение медицинского стационара в назначенное время;
- доступ к карте пациента;
- обмен данными с лечащим врачом, такие как: результаты анализов, исследований, консультаций;



- ведение дневника здоровья для записей состояния самочувствия или снятие показаний с датчиков, например холтер.

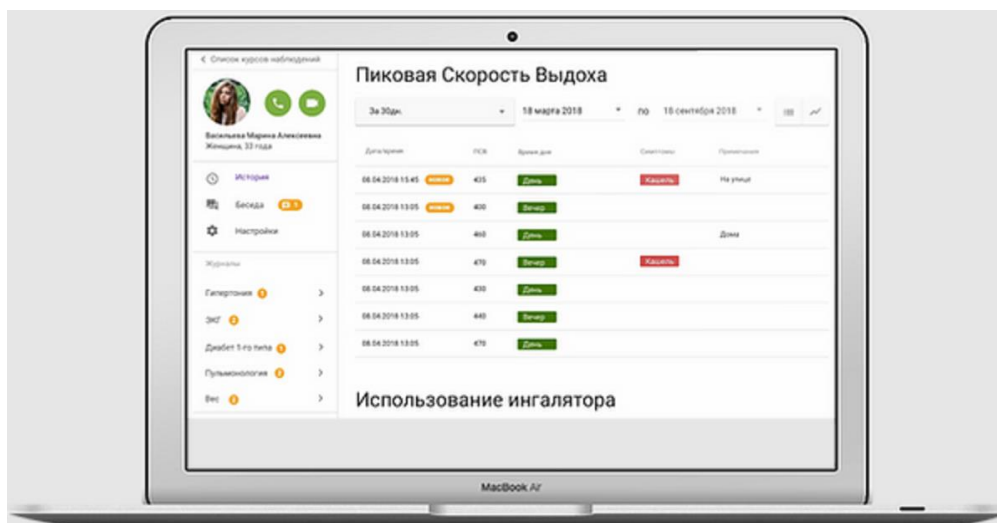


Рисунок 1 – Карточка пациента

На рисунке 2 представлен пример описания заболевания пациента из мобильного приложения. На странице выведена информация по текущему заболеванию с возможностью просмотра истории, назначении и рекомендации врача.

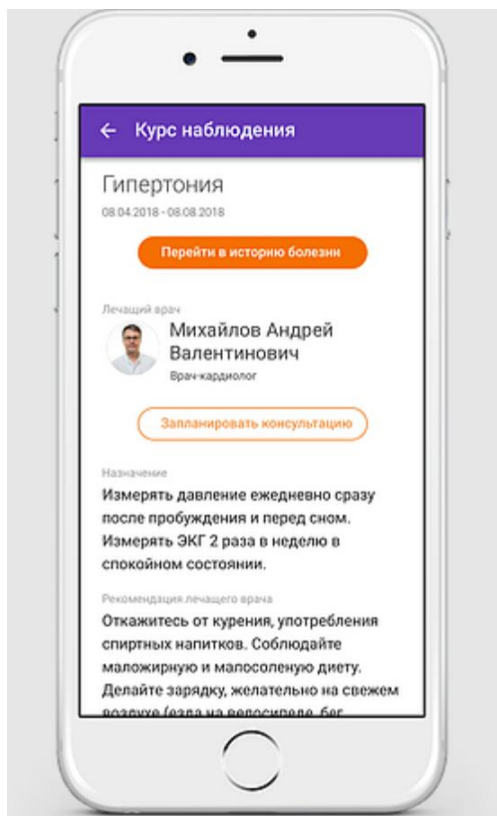


Рисунок 2 – Заболевание пациента



Приложение для телемедицины имеет следующую структуру решения:

- автоматизированное рабочее место врача для осуществления оказания медицинских услуг в дистанционном формате;
- мобильное кроссплатформенное приложение для пациентов (web, android, iOS).

Приложение для оказания медицинских услуг было разработано с применением технологического стека: mongoDB, java.spring, angular.

В результате разработанный инструмент для пациента обеспечивает:

- прикрепление к нужной поликлинике;
- запись и получение телемедицинской консультации дежурного врача или узкого специалиста;
- проведение консультации в любом виде в рамках дистанционной формы;
- возможность получения консультации в случае возникновения экстренной ситуации;
- обмен медицинскими данными с врачом;
- возможность получения назначения и рекомендаций от лечащего врача;
- возможность получения уточнения диагноза по заболеванию.

Литература

1. Блажис А.К. Телемедицина / Блажис А.К.. — Санкт-Петербург: СпецЛит, 2001. — 143 с. — ISBN 5-299-00084-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47766.html>
2. Введение в телемедицину Лях Ю.Е., Владимирский А.В. Введение в телемедицину. Серия: Очерки биологической и медицинской информатики.- Донецк: ООО Лебедь, 2009. – 102 с.
3. Гришин Д.Е., Кузьмин В.С., Сокуль М.В., Садова К.В. Разработка среды для автоматизации тестирования программного обеспечения - МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Отв. ред. О.В. Карсунцева. 2019. С. 73-75.
4. ГОСТ Р 52636-2006 «Электронная история болезни. Общие положения». Введен 22.07.16.–М.: Изд-во стандартов, 2006 – 35 с.
5. Гройсман, В.А. Научные основы современных информационных технологий в управлении лечебно-профилактическими учреждениями// Автореф. дисс. докт. мед. наук.- М.2000. - 48 с.
6. Медицинская информатика. Электронное учебное пособие / С.Д. Гусев, Е.И. Кичигина, Е.Г. Мягкова. – Красноярск: ГОУ ВПО КрасГМУ, 2016. – 150 с.
7. Медицинские информационные системы: теория и практика / Г.И. Назаренко, Я.И. Гулиев, Д.Е. Ермаков.. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005.- 320 с.
8. Методические рекомендации по обеспечению функциональных возможностей медицинских информационных систем медицинских организа-



ций (МИС МО), 2016 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71238346/#review/>

9. Основы телемедицины: учебное пособие / В.Л. Столяр [и др.]. — Москва: Российский университет дружбы народов, 2017. — 236 с. — ISBN 978-5-209-07476-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91042.html>

10. Телемедицина. Новые информационные технологии на пороге XXI века / Под редакцией профессора Р.М. Юсупова и профессора Р.И. Полонникова, Санкт-Петербург, 2008

И.М. Куликовских, С.А. Прохоров, С.Е. Коновалов

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО КЛОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В МЕДИЦИНЕ

(Самарский университет, СГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова)

Поведенческое клонирование представляет форму обучения, с помощью которых навыки эксперта в области знаний могут быть воспроизведены обучающей программой. При выполнении заданной функции эксперт наблюдает за средой, выполняя определенные действия. Записи, регистрирующие траектории эксперта “наблюдение-действие” являются входным набором данных для обучающей программы, которая, в свою очередь, воспроизводит поведение эксперта. Наблюдения, на основе которых формируются траектории эксперта, могут представлять собой разнородную информацию (изображения, текст, параметры моделируемой динамической системы и т. д.), что упрощает задачу формирования исходного набора данных. Данный подход представляет широкий интерес для систем автоматического управления решением в сложных задачах, где классическая теория управления описывает процесс принятия решения недостаточно адекватно.

В основе поведенческого клонирования положена идея имитации поведения человека при выполнении сложного навыка [1]. К таким методам, в первую очередь, относятся обратное обучение с подкреплением [2] и методы, использующие данные о действиях эксперта для моделирования управляемой системы [3-7]. Под экспертом понимается человек, который знает, что он делает, но не может описать навык в виде последовательности действий, а именно: когда человек становится высококвалифицированным специалистом, навык становится субкогнитивным и недоступным для самоанализа. Таким образом, объяснение принимаемых им решений являются в большей мере апостериорным обоснованием, чем истинным объяснением.

Поведенческое клонирование относится к методам обучения с подкреплением, управляемым данными (data-driven RL или offline RL) [8]. В отличие от традиционного подхода (online RL), которая требует постоянного взаимодействия программы обучения со средой для формирования новых действий,



offline RL обучается на основе заданных траекторий эксперта. Такие алгоритмы открывают огромные перспективы для преобразования наборов данных в механизмы принятия решений с минимумом временных затрат.

В виду нетребовательности алгоритмов поведенческого клонирования к однородности данных, более высокой скорости принятия решений в сравнении с онлайн методами, а также адаптация алгоритма не к конкретной задаче, а к эксперту, данный подход может служить адекватным инструментом для системы поддержки принятия решений в медицине [9, 10].

Литература

1. Michie, D., Bain, M., & Hayes-Michie, J. E. (1990). Cognitive models from sub-cognitive skills. In M. Grimble, S. McGhee, & P. Mowforth (Eds.), Knowledge-based systems in industrial control. Stevenage: Peter Peregrinus.
2. Ng, A. Y., & Russell, S. (2000). Algorithms for inverse reinforcement learning. In Proceedings of the international conference on machine learning, Stanford, CA, USA (pp. 663–670). San Francisco: Morgan Kaufmann.
3. Abbeel, P., & Ng, A. Y. (2004). Apprenticeship learning via inverse reinforcement learning. In the International conference on machine learning, Banff, Alberta, Canada. New York: ACM.
4. Amit, R., & Mataric, M. (2002). Learning movement sequences from demonstration. In Proceedings of the second international conference on development and learning, Cambridge, MA, USA (pp. 203–208). Washington, D.C.: IEEE.
5. Atkeson, C. G., & Schaal, S. (1997). Robot learning from demonstration. In D. H. Fisher (Ed.), Proceedings of the fourteenth international conference on machine learning, Nashville, TN, USA (pp. 12–20). San Francisco: Morgan Kaufmann.
6. Hayes, G., & Demiris, J. (1994). A robot controller using learning by imitation. In Proceedings of the international symposium on intelligent robotic systems, Grenoble, France (pp. 198–204). Grenoble: LIFTA-IMAG.
7. Kuniyoshi, Y., Inaba, M., & Inoue, H. (1994). Learning by watching: Extracting reusable task knowledge from visual observation of human performance. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 10, 799-822.
8. Levine, S. Kumar, A., Tucker, G., & Fu, J. (2020). Offline Reinforcement Learning: Tutorial, Review, and Perspectives on Open Problems. <https://arxiv.org/abs/2005.01643>



РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ МЕДИЦИНЫ

(Финансовый университет при Правительстве РФ)

С каждым днем информационный прогресс становится все заметнее и заметнее. Сегодня мы с трудом можем представить свою жизнь без смартфона, Интернета и еще множества вещей и явлений, о важности которых мы можем порой даже не задумываемся, ведь все это для нас повседневная реальность, мы принимаем это как данность. Все же компьютерные и цифровые технологии все глубже и глубже внедряются во все сферы жизнедеятельности человека и становятся неотъемлемой ее частью. Например, они активно используются в политике, в том числе правоохранительной деятельности, экономике, социальной сфере, также составляют важную часть и культуры современного общества.

Да, существует множество споров и дискуссий о влиянии современных технологий, приводятся и различные негативные последствия этого явления. Однако, глупо отрицать факт того, что с появлением разного рода информационных новшеств наша жизнь сильно изменилась в сторону удобства, безопасности, увеличения уровня и качества жизни. А что может быть важнее человеческой жизни и здоровья? Собственно, я хочу уделить внимание именно медицине, тому, как внедрение информационных технологий в процесс лечения и поддержания здоровья людей способствовало огромному скачку в развитии.

На сегодняшний день информационные технологии применяются на всех этапах медицинской сферы: от компьютеризированных систем записи на прием к врачу и хранения данных о пациенте, что значительно ускоряет и упрощает данные процедуры, до многоступенчатых аппаратных диагностик с выявлением болезни и лечении тяжелых заболеваний, которые еще несколько десятков лет назад казались неизлечимыми. Практическая медицина в целом становится более автоматизированной. В медицинской практике выделяют программное и аппаратное компьютерное обеспечение. Программное обеспечение представляет собой некий сетевой интерфейс, который обеспечивает доступ к данным на сервере, содержащем огромное количество необходимой информации. Базы данных содержат, в частности, истории болезни, рентгеновские снимки, статистическую отчетность стационара, бухгалтерский учет и многое другое. Сюда же входит и сами вычисления, различного рода расчеты, обработка результатов всевозможных исследований. Современные комплексные медицинские исследования практически невозможны без вычислительной техники. Например, при компьютерной томографии на выходе получается такое количество информации, что без специальной техники человек был бы не в силах воспринять и обработать весь ее объем. Также программное обеспечение позволяет обмениваться информацией между компьютерами различных учреждений и организаций. Сегодня существуют, так называемая, МИС - медицинская информационная система для комплексного управления лечебными организациями разного



масштаба. Ко всему прочему активно развивается, так называемая телемедицина, позволяющая получение врачебных и консультационных услуг дистанционно. По данным исследования в Нидерландах применение таких технологий уменьшило количество больных, госпитализированных с сердечно-сосудистыми заболеваниями более чем на 60%, а само время госпитализации на 85%.

К аппаратному обеспечению относится все то медицинского оборудования, которое непосредственно контактирует с телом и биологическими материалами человека и направлено на диагностику и лечение. Это и знакомые нам кардиографы, аппарата для УЗИ, офтальмологические приборы, реанимационная техника, в том числе ИВЛ (аппарат искусственной вентиляции лёгких) или например, АИК (аппарат искусственного кровообращения) и еще множество изобретений информационного мира, которые буквально поддерживают человеческую жизнь и спасают нас от смерти.

Каждый день ученые модифицируют уже существующие или создают все новые и новые изобретения, которые возможно спасут или облегчат жизнь человеку. Одно из таких интересных внедрений в развитие медицины – биопринтинг. Это в своем роде знакомые уже нам 3D-принтеры, которые, однако работают с живыми клетками и способны воссоздавать биологические ткани. Принципы работы такие же: для создания объекта используют цифровой файл, созданный с помощью программного обеспечения для моделирования. Нужный файл с моделью отправляется на принтер, куда предварительно в специальный отсек был загружен необходимый материал (в нашем случае биоматериал, клетки). Читая план, принтер перемещает головку, внося последовательные слои выбранного материала для создания конечного продукта. Первый патент на данное изобретение был получен еще в 2006. Сейчас же технология активно развивается, ученые пробуют печатать все более сложные органы. К примеру, в 2013 американские исследователи из Университета Уэйк Форест напечатали мочевой пузырь и успешно пересадили в тело пациента. В 2017 году в Китае детям пересадили 3D-печатные уши, а что касается сердца, то в апреле 2019 года израильские ученые смогли напечатать первое в мире функционирующее трехмерное сердце. Да, оно не соответствует реальному размеру сердца, однако оно способно полностью выполнять свои функции. Сейчас биопринтеры используют для создания мягких тканей, кровеносных сосудов, искусственных костей и хрящей. Помимо этого, активно данная система применяется в практике будущих специалистов – они фактически тренируются на настоящих органах (медицинская визуализация), не причиняя при этом вред животным, например, но получая бесценный опыт.

Проблема многолетних очередей на трансплантацию органов и их нехватку безумна актуальна, данная же технология через несколько лет возможно сможет решить эту проблему. Еще несколько лет назад это казалось фантастикой, но теперь это действительность – мы уже сейчас в реальном времени печатаем человеческие органы, которое приживаются и дают людям вторую жизнь. Да, пока это все очень локально и не развито настолько, чтобы применяться по-



всеместно, но это наше ближайшей будущее – будущее, которое буквально находится в руках информационных технологии и разумного их использования.

Литература

1. Информационные технологии в здравоохранении [Электронный ресурс] <https://sparm.com/publications/informacionnye-tehnologii-v-mediczine> (дата обращения: 19.04.2021)
2. Информационные технологии в медицине [Электронный ресурс] https://info-farm.ru/alphabet_index/i/informacionnye-tehnologii-v-medicin.html (дата обращения: 20.04.2021)
3. Муслимов М.И. Здравоохранение - как фактор революционных преобразований в отрасли // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2018., №3
4. Печать органов: как продвинулись технологии 3D-биопринтинга и что мешает их развитию [Электронный ресурс] [HTTPS://RB.RU/LONGREAD/BIOPRINTING/](https://rb.ru/longread/bioprinting/) (дата обращения: 20.04.2021)

А.А. Новожилов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЕМОДИНАМИКИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация: в данной статье рассматриваются математические модели и инструменты, существующие на данный момент.

Ключевые слова: математическая модель; гемодинамика; Python; MATLAB; венозное русло; уравнение.

Темой данной работы является «Математическая модель гемодинамики нижних конечностей». Актуальной проблемой в современном мире является патологии сердечно-сосудистой системы. В то время как заболевания в сердечно-сосудистой системе могут пагубно повлиять на состояние человека. Сердечно-сосудистая система является основным средством, которое поставляет артериальную кровь в органы и отводит от органов венозную кровь. Эффективным способом является диагностика с помощью математических моделей. Для эффективной работы такой диагностики необходимо обеспечить ее входными данными с неинвазивными датчиками, которые с помощью программных инструментов будут обработаны. В связи с этим стоит произвести анализ существующих решений. Далее приведены различные методы моделирования.



Анализ существующих решений

Граничные условия для решеточных уравнений Больцмана в приложениях к задачам гемодинамики [1]

Рассматривается одномерная трехскоростная кинетическая решеточная модель уравнения Больцмана, которая в рамках кинетической теории описывает распространение и взаимодействие частиц трех типов. Данная модель представляет собой разностную схему второго порядка для уравнений гидродинамики. Ранее было показано, что одномерная кинетическая решеточная модель уравнения Больцмана с внешней силой в пределе малых длин свободного пробега также эквивалентна одномерным уравнениям гемодинамики для эластичных сосудов, эквивалентность можно установить, используя разложение Чепмена – Энскога. Внешняя сила в модели отвечает за возможность регулирования функциональной зависимости между площадью просвета сосуда и приложенного к стенке рассматриваемого сосуда давления. Таким образом, меняя форму внешней силы, можно моделировать практически произвольные эластичные свойства стенок сосудов.

$$\begin{aligned} & f_{-1}(t + \Delta t, x - c\Delta t) - f_{-1}(t, x) \\ &= \frac{\Delta t}{\tau + \frac{\Delta t}{2}} \left(f_{-1}^{eq}(t, x) - f_{-1}(t, x) \right) \\ & \quad - \frac{\tau}{2c^2 \left(\tau + \frac{\Delta t}{2} \right)} \Phi(x) (\Phi(x + c\Delta t) - \Phi(x - c\Delta t)) \end{aligned}$$

Данная модель требует глубоких теоретических знаний прикладной математики, на изучении которых может уйти очень много времени.

Математическая модель сдвиговых течений в вене при наличии облитерирующего тромба [2]

Разработана численная модель распространения возмущений скорости тока крови и давления по кровеносному сосуду с тромбом, расположенным в точке венозной бифуркации, и их влияния на динамику тромба. Модель построена в акустическом (линейном) приближении. Результаты расчетов позволят определить условия возникновения резонансных колебаний тромба, которые могут привести к его отрыву и тромбоземболии.

Уравнения движения однородной несжимаемой вязкопластической среды (для вектора скорости v , давления P и шести компонентов s_{ij} тензора напряжений S)

$$\begin{aligned} & \rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + v_z \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\ &= - \frac{\partial \tilde{P}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r * 2 \left(\mu + \frac{\tau_s}{U} \right) \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial r} \right) \right) \\ & \quad - \frac{2u}{r^2} \left(\mu + \frac{\tau_s}{U} \right), \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial v_z}{\partial r} + v_z \frac{\partial u}{\partial z} \right) &= -\frac{\partial \tilde{P}}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial r} \right) \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left(2 \left(\mu + \frac{\tau_s}{U} \right) \frac{\partial v}{\partial z} \right), \\ \frac{1}{r} \frac{\partial (ru)}{\partial r} + \frac{\partial v}{\partial z} &= 0 \\ \rho \frac{d\mathbf{v}}{dt} &= -\text{grad}\mathbf{P} + \text{Div}\mathbf{S}, \\ \text{div}\mathbf{v} &= 0, \\ s_{ij} &= 2 \left(\mu + \frac{\tau_s}{U} \right) v_{ij}, i, j = 1, 2, 3, U > 0, \\ T &= \tau_s + \mu U, U > 0, \\ T &\leq \tau_s, U = 0\end{aligned}$$

После проведения анализа существующих методов была взята модель сдвиговых течений в вене при наличии облитерирующего тромба поскольку она позволяет более полно проводить диагностику, без глубоких теоретических знаний прикладной математики.

Анализ существующих инструментов для решения и моделирования систем

Существует несколько различных способов решать математические модели. Одним из таких методов является использование системы математического моделирования MATLAB Simulink. Данная система имеет несколько возможных библиотек [4] решения сложных дифференциальных уравнений. Существует три вида решателей: не жесткие, жёсткие и полностью неявный.

К не жестким относится:

- 1) Ode45. Простой решатель для первого понимания.
- 2) Ode23. Может быть более эффективным, чем ode45, при проблемах с грубыми допусками или при умеренной жесткости.
- 3) Ode113. Может быть более эффективным, чем ode45, при проблемах со строгими допусками на ошибки или когда функция ODE требует больших затрат на оценку.

К жестким относится:

- 1) Ode15s. Используется ode15s при решении дифференциально-алгебраических уравнений (ДАУ).
- 2) Ode23s. ode23s вычисляет Jacobian на каждом шаге, поэтому полезно предоставить Jacobian через odeset, чтобы максимизировать эффективность и точность.
- 3) Ode23t. ode23t может решать дифференциально-алгебраические уравнения (ДАУ).
- 4) Ode23tb

К полностью неявным относится ode15i. Используется ode15i для полностью неявных задач $f(t, y, y') = 0$ и для дифференциально-алгебраических уравнений (ДАУ) первого порядка.



Другим средством решения является высокоуровневый язык программирования Python. Язык Python имеет огромное множество библиотек для решения дифференциальных уравнений. Стоит заострить свое внимание на библиотеке SciPy[5], которая основана на библиотеке NumPy. Данная библиотека имеет ряд функций:

- `odeint(func, y0, t[, args, Dfun, col_deriv, ...])`. Интегрируйте систему обыкновенных дифференциальных уравнений.
- `ode(f[, jac])`. Общий интерфейсный класс для числовых интеграторов.
- `complex_ode(f[, jac])`. Оболочка `ode` для сложных систем.

Данные программные продукты являются наиболее удобными для решения дифференциальных уравнений. Среда разработки MATLAB является более сложным инструментом, поскольку пользуется в большей степени локально и соответственно мало описывающих источников, а также имеет большую стоимость. С другой стороны, Python, который имеет множество открытых библиотек с подробным описанием каждого момента, а также является бесплатным. В связи с этим для реализации математической модели стоит взять Python.

Заключение

После проведения анализа существующих методов была взята модель сдвиговых течений в вене при наличии облитерирующего тромба поскольку она позволяет более полно проводить диагностику. А также был выбран язык программирования Python.

Литература

1. Ильин, О.В. Граничные условия для решеточных уравнений Больцмана в приложениях к задачам гемодинамики / О.В. Ильин // Компьютерные исследования и моделирование. – 2020. - № 4. - С. 865–882.
2. Keijsers JM, Leguy CA, Huberts W, Narracott AJ, Rittweger J, van de Vosse FN. A 1D pulse wave propagation model of the hemodynamics of calf muscle pump function. *Int J Numer Method Biomed Eng.* 2015 Jul;31(7):e02716. doi: 10.1002/cnm.2714. Epub 2015 Apr 21. PMID: 25766693; PMCID: PMC4676919.
3. Погорелова, Е.А. Математическая модель сдвиговых течений в вене при наличии облитерирующего тромба / Е.А. Погорелова // Компьютерные исследования и моделирование. - 2010. - №2. - С. 169-182.
4. MatLAB. Choose an ODE Solver. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/math/choose-an-ode-solver.html>
5. Python. Integration (scipy.integrate). [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/tutorial/integrate.html>



Д.А. Рыбаков, Д.А. Черновалов, Л.А. Черновалова

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ОРГАНОВ НА СНИМКАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

(EPAM Systems, Самарский государственный медицинский университет)

Описаны особенности обработки медицинских томографических изображений.

Предпосылки

Аппараты компьютерной томографии (КТ) после сканирования пациента на выходе выдают серию файлов в формате DICOM. Каждый файл содержит в себе набор метаданных и массив пикселей из одного среза. Анализ этих снимков с помощью современных методов обработки изображений позволяет определять характеристики органов в автоматическом режиме с довольно большой точностью. Основным инструментом является искусственная нейронная сеть U-Net и её модификации [1].

Постановка задачи

Требуется с помощью U-Net определять на КТ снимках контуры одного определенного органа и его размер у разных пациентов.

Описание U-Net

U-Net активно используется для сегментации медицинских изображений. U-Net на вход получает набор пикселей $N*N$ (например, $512*512$), а на выходе дает массив чисел с плавающей точкой в диапазоне от 0 до 1. В самом простом случае U-Net осуществляет отображение двумерного массива чисел $N*N \rightarrow N*N$. На выходе получается массив вероятностей того, что пиксель исходного изображения принадлежит той или иной категории. В данном случае есть 2 категории пикселей: те, которые принадлежат органу и те, которые не принадлежат ему.

Порядок тренировки сети

Для тренировки сети U-Net понадобится набор обезличенных снимков КТ. Для разметки можно их преобразовать в формат PNG, чтобы можно было прогнать через стандартную программу разметки. В программе разметки формируются геометрические контуры в виде набора координат, которые сохраняются в текстовом формате и потом преобразуются в маски. Маска представляет двумерный массив нулей и единиц и хранится в виде GIF файлов. После разметки имеется набор PNG файлов и соответствующих масок GIF (рис.1). Этот набор подается на вход стандартному обучающему циклу. В процессе тренировки нейросеть учится по входящему PNG изображению предсказывать GIF маску (таблица 1). После обучения сеть способна анализировать снимки такого же формата, которые она до этого ни разу не встречала, и на выходе выдавать массив вероятностей, того что тот или иной пиксель принадлежит данному органу. Если выходная вероятность >0.5 , то пиксель считается принадлежащим



этому органу. По набору таких пикселей можно судить о форме и размере органа.

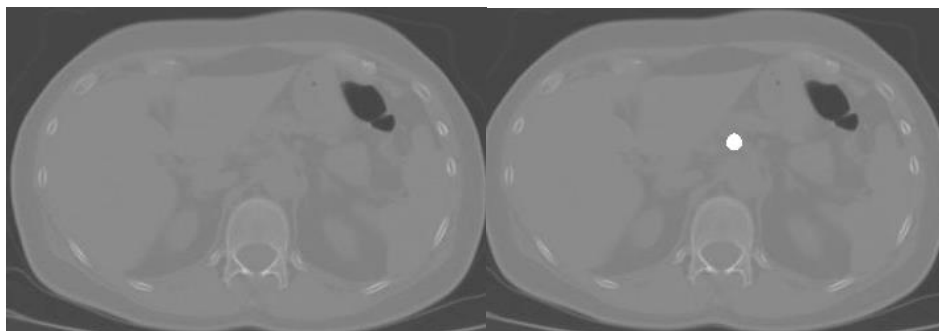


Рис 1. Исходный снимок и снимок с наложенной на него маской

Таблица 1. Сравнение используемых форматов данных

	Кадр DICOM	PNG	GIF
Назначение	Исходные данные	Промежуточный формат	Для хранения масок
Размер картинки	N*N*1	N*N*3	N*N*1
Каналы	градации серого	RGB	Ч/Б
Разрядность	12 бит signed	16 бит на канал unsigned	1
Диапазон чисел	-2047..+2047	0..65535	0 или 1
Разрешение	~1мм на пиксель		
Компрессия	Нет	Нет	Нет

Для обучения нужны следующие условия: типичный набор инструментов: python, pytorch, pydicom, код для обучения u-net, GPU с как минимум 4GB RAM с поддержкой CUDA, порядка 10000 размеченных снимков. Обучение идет несколько суток. После успешного обучения чувствуется лёгкий запах гари из видеокарты.

Вопрос ответ

В. Может ли нейросеть сразу выдавать признак «болен» / «здоров»?

О. Скорее всего нет. Нужно сначала определить контур органа.

В. Нужно ли для тренировки брать 10000 пациентов или достаточно 10000 снимков?

О. Достаточно порядка 10000 снимков от примерно 100 пациентов для достижения первого результата.

В. Какие кадры входят в сбалансированный набор для обучения?

О. Должны примерно в равных пропорциях присутствовать снимки трех типов: с здоровым органом, с болезнью и кадры без органа.

В. Как определяется точность разметки?

О. Разметка определяется специалистом и точность зависит от его компетенции.



В. Какие виды аугментации можно использовать?

О. Возможен поворот $\pm 3..5$ градуса для изображения и маски.

В. Как загрузить содержимое файла DICOM в программу ?

О. Воспользоваться стандартными библиотеками типа `pydicom`. Убедиться, что библиотека применяет преобразование LUT для нормализации пикселей по шкале Хаунсфилда.

Литература

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/U-Net>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/DICOM>

М.И. Сафронов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АМБУЛАТОРНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЭКГ

(Пензенский государственный университет)

По данным Федеральной службы государственной статистики, за 2020 год от болезней системы кровообращения и ишемической болезни сердца умерло более миллиона человек. Высокая смертность от данных заболеваний в большей степени обусловлена несвоевременной диагностикой. Для решения данной проблемы требуется разработка новых методов и средств амбулаторного мониторинга сердца на основе данных электрокардиограммы (ЭКГ), повышающих достоверность выставляемых диагнозов в условиях свободной двигательной активности человека.

Одной из основных причин столь высокой смертности от сердечно-сосудистых заболеваний является несвоевременная их диагностика [1]. Для снижения числа смертей, вызванных несвоеременно диагностированными сердечно-сосудистыми заболеваниями предлагается использование портативных приборов с функцией экспресс-оценки состояния сердца. Ниже приведены подобные приборы отечественного производства.

Ritmer [2] – монитор сердечной активности, разработанный ООО «Бизнес-инкубатор Медицина Будущего». Данный прибор определяет частоту сердечных сокращений (ЧСС), нестандартную сердечную активность, уровень стресса и т. д. В основе данного монитора лежит принцип контактной регистрации ЭКГ в одном отведении, а также определение испытываемых телом нагрузок с помощью акселерометра.

ECG Dongle [3] – прибор для снятия ЭКГ и передачи данных на удаленный сервер. Доступна платная опция расшифровки ЭКГ профессиональным врачом-кардиологом. В отличие от прибора, рассматриваемого ранее, в данном приборе регистрация ЭКГ осуществляется по 6 отведениям.



Рассматриваемые приборы предоставляют возможность экспресс-анализа ЭКГ (Ritmer), так и детального анализа ЭКГ с помощью специалиста (ECG Dongle). Оценка работы сердца по ЧСС позволяет оценивать стабильность работы сердца в режиме реального времени, однако не позволяет учитывать заболевания, которые изменяют форму кардиоцикла, но меняют его длительность. Одним из примеров подобных заболеваний является инфаркт миокарда. С другой стороны, тщательный анализ ЭКГ специалистом позволяет выявить большее патологий сердца (зависит от квалификации врача-кардиолога), но данный подход не отличается оперативностью.

Для повышения достоверности экспресс-оценки состояния сердца в условиях амбулаторного мониторинга ЭКГ необходимы новые совершенствование методов анализа ЭКГ.

Методы анализа ЭКГ

В настоящее время методы анализа ЭКГ, представленной в виде дискретного электрокардиосигнала (ЭКС) подразделяются на 2 большие группы: дифференциальные и интегральные.

Дифференциальные методы, основанные на разностном математическом аппарате, представляют собой некоторые преобразования входных дискретных сигналов с целью получения выходной функциональной зависимости. Наиболее распространенным дифференциальным методом анализа ЭКС считается метод амплитудно-временного анализа. Данный метод заключается в выявлении периодов его возрастания, убывания, постоянства, фиксации точек перелома, значений амплитуды в этих точках и определении продолжительности интервалов возрастания, убывания или постоянства и последующем определении ИП ЭКС по заданным критериям. Для этого значение амплитуды первого отсчета принимается за базисное, затем значение амплитуды следующего отсчета сигнала сравнивается с базисным значением, и если оно оказывается больше базисного, то сигнал возрастает, если меньше, то убывает, если равно, то это говорит о постоянстве сигнала во времени. Затем базисным элементом становится значение амплитуды текущего отсчета $a(t_i)$, оно сравнивается со значением амплитуды следующего отсчета $a(t_i+1)$, и т.д. по формуле:

$$\Delta a = a(t_i + 1) - a(t_i) \quad (1)$$

При этом подсчитывается продолжительность интервалов возрастания, убывания, или постоянства ЭКС. В случае изменения знака приращения амплитуды Δa фиксируются следующие данные: тип отрезка ЭКС (возрастающий, убывающий, постоянный); продолжительность этого отрезка ЭКС; общую продолжительность ЭКС от момента начала первого отсчета до окончания анализируемого отрезка ЭКС; значение амплитуды в точке перелома. По окончании анализируемого интервала процедура анализа повторяется для следующего интервала.

Интегральные методы, основанные на операциях суммирования и накопления, позволяют охарактеризовать сигнал одной или несколькими характеристиками, находящимися в прямой зависимости от формы сигнала. Примером интегральных методов анализа дискретных сигналов является нейросете-



вой анализ (НСА). Входными данными для нейронной сети (типа LVQ) является таблично заданный дискретный сигнал, а выходом – например – безразмерный коэффициент, отражающий наличие в сигнале определенного признака, на выявление которого направлен анализ. Практической реализацией данного метода является способ НСА состояния сердца [4]. Нейронная сеть обучается на специально подготовленной выборке данных, отражающих все возможные варианты инфаркта миокарда в системе из 12 стандартных отведений. Входными данными для такой нейронной сети является таблично заданный кардиоцикл, интерполированный до 100 отсчетов. Выходной слой представляет собой нейроны, отражающие наличие определенного типа инфаркта двумя логическими состояниями (присутствует или отсутствует). По наличию выходных нейронов в единичном состоянии производится постановка предварительного заключения а состоянии сердца пациента.

У интегральных методов существует главный недостаток – больший по сравнению с дифференциальными методами объем вычислений. Это делает затруднительным их применение в системах с низкой вычислительной мощностью, например в портативных приборах для регистрации ЭКС, в основе которых лежат микроконтроллеры на базе ядер с архитектурой *ARM Cortex-M0*. Подобные системы на кристалле отличаются повышенной энергоэффективностью, но не могут похвастаться вычислительной мощностью.

Для экспресс-анализа ЭКС силами портативного прибора предлагается применять метод контроля фрактальной размерности кардиоциклов ЭКС.

Так как ЭКС не является ни полностью случайным, ни полностью периодическим сигналом, но в нем прослеживаются явные закономерности в форме и последовательности информационных участков, то такой сигнал характеризуют, как квазипериодический. Для подобных сигналов свойственны некоторые свойства фракталов [5], а именно сходство части – кардиоцикла – и целого – всей последовательности кардиоциклов. Для описания кардиоцикла в виде множества в метрическом пространстве применяют фрактальную размерность.

Средства регистрации ЭКС

Регистрация ЭКС в условиях амбулаторного мониторинга сопряжена с рядом трудностей, вызываемых как внешними условиями (шумы от промышленного освещения, вышек сотовой связи и бытовых устройств), так и внутренними, такими как изменение собственной проводимости тканей кожного покрова человека (процесс выделения секрета) и смещением регистрирующего устройства с рабочего места (смещение электродов относительно заданного положения для определенной системы отведений). В рамках данной работы рассматривается только второй тип помех.

Искажения, вносимые изменением проводимости кожи (изменением собственного биоимпеданса кожного покрова), можно рассматривать как методическую погрешность классических приборов для амбулаторного мониторинга ЭКГ, называемых холтеровскими мониторами. Холтеровский монитор [6] – это медицинский прибор для регистрации, хранения и передачи ЭКГ с целью последующего анализа полученных данных квалифицированным врачом-



кардиологом. С точки зрения схмотехники, устройство холтеровского монитора с момента его создания изменилось незначительно. В общем случае это система из одноразовых металлических электродов с адгезионным слоем, пропитанным проводящим гелем, которые с помощью специального экранированного кабеля соединены со специализированным аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Подобные специализированные АЦП имеют встроенные средства фильтрации внешних помех, однако фильтрация внутренних помех подобными АЦП производится не может.

Для оценки искажений, вносимых кожным покровом, необходим дополнительный канал измерения биоимпеданса, представляющий собой классическую схему измерения активной и реактивной составляющей сопротивления [7], представленную на рисунке 1.

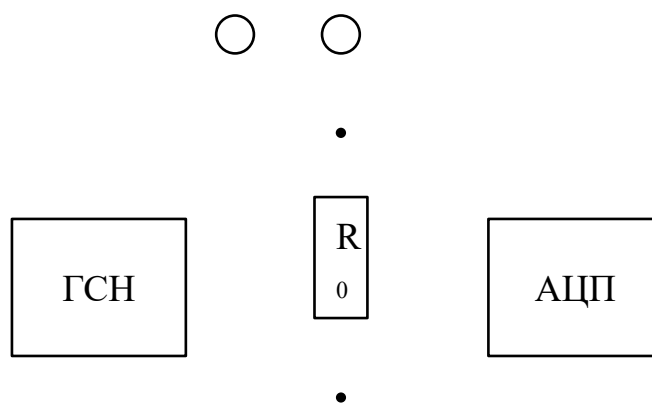


Рисунок 1 – Схема канала измерения биоимпеданса

Известное напряжение с генератора синусоидального напряжения (ГСН) подается на кожный покров с помощью электрода Э1 и попадает обратно в измерительную цепь с помощью электрода Э2, образуя делитель с резистором R_0 , напряжение с которого поступает на вход АЦП. При таком способе значение импеданса кожи пропорционально среднеквадратичному значению напряжения с делителя.

Таким образом, с помощью численного значения биоимпеданса кожи можно скорректировать ЭКС в процессе амбулаторного мониторинга минимизируя влияние изменения проводимости кожи на форму кривой ЭКГ.

Литература

1. Шляхто Е.В., Звартау Н.Э. [и др.] Система управления сердечно-сосудистыми рисками: предпосылки к созданию, принципы организации, целевые группы. // Российский кардиологический журнал. – 2019(11) – 69-82.
2. Ritmer: сайт – 2021. – URL: <https://ritmer.ru/>
3. Кардиокомплекс ECG Dongle для самостоятельного снятия ЭКГ и консультаций с врачом-кардиологом: сайт – 2021. – URL: <https://ecgdongle.com/>



4. Патент РФ № 2011104231/08, 08.02.2011. Способ нейросетевого анализа состояния сердца // Патент России № 2461877. 2012. Бюл. № 26. Бодин О.Н., Волкова Н.А. [и др.].

5. Поздняков С.В. [и др.] Некоторые фрактальные характеристики сигнала ЭКГ // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – № 6 – С. 64-71

6. Назарова М.В. Холтеровский мониторинг. Обзор метода // VetPharma. 2016. №2 (30).

7. Грачев А.Ю., Карпанин О.В., Печерская Е. А. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. №1 (21).

М.И. Сафронов, А.Д. Анисимов, А.Э. Каташов

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ИНФАРКТА МИОКАРДА

(Пензенский государственный университет)

Заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС) в наши дни занимают первое место среди всех причин смертности. Наиболее часто встречается такое заболевание, как острый инфаркт миокарда (ИМ). Для диагностики состояния ССС наиболее распространенным способом является электрокардиография, которая оперирует с электрокардиосигналом (ЭКС) в виде двенадцати стандартных отведений. В данном докладе представлены основные методы анализа ЭКС для диагностики ИМ.

Метод амплитудно-временного анализа (АВА) ЭКС для диагностики ИМ

Метод АВА ЭКС заключается в выявлении периодов его возрастания, убывания, постоянства, фиксации точек перелома, значений амплитуды в этих точках и определении продолжительности интервалов возрастания, убывания или постоянства и последующем определении ИП ЭКС по заданным критериям. Для этого значение амплитуды первого отсчёта принимается за базисное, затем значение амплитуды следующего отсчета сигнала сравнивается с базисным значением, и если оно оказывается больше базисного, то сигнал возрастает, если меньше, то убывает, если равно, то это говорит о постоянстве сигнала во времени. Затем базисным элементом становится значение амплитуды текущего отсчета $a(t_i)$, оно сравнивается со значением амплитуды следующего отсчета $a(t_{i+1})$, и т.д. по формуле:

$$\Delta a = a(t_{i+1}) - a(t_i). \quad (1)$$

При этом подсчитывается продолжительность интервалов возрастания, убывания, или постоянства ЭКС. В случае изменения знака приращения амплитуды Δa фиксируются следующие данные: тип отрезка ЭКС (возрастающий, убывающий, постоянный); продолжительность этого отрезка ЭКС; общую про-



должительность ЭКС от момента начала первого отсчета до окончания анализируемого отрезка ЭКС; значение амплитуды в точке перелома. По окончании анализируемого интервала процедура анализа повторяется для следующего интервала. Таким образом осуществляется «разбиение» кардиоцикла на интервалы: выявляются интервалы его возрастания, убывания, постоянства; фиксируются точки перелома, значение амплитуды в этих точках; определяется продолжительность интервалов возрастания, убывания или постоянства.

Затем осуществляется сравнение выявленных амплитудно-временных параметров ЭКС с ЭКС признаками ИМ в амплитудно-временной области.

По результатам АВА ЭКС на наличие ЭКС признаков ИМ осуществляется оценка состояния ССС. При этом констатируются результаты сравнения, и выдаётся оценка состояния ССС о том, что существует подозрение на ИМ или признаков ИМ не обнаружено.

Необходимо отметить, что специфичность и чувствительность метода АВА ЭКС являются далеко не абсолютными. Ошибки электрокардиографической диагностики ИМ, к сожалению, возможны. При диагностике ИМ могут возникать трудности, связанные с анализом начальной части желудочкового комплекса, отражающей деполяризацию желудочков (комплекс QRS), и трудности трактовки изменений конечной части желудочкового комплекса – элементов реполяризации желудочков (интервал ST и зубец T). Тем не менее, несмотря на имеющиеся недостатки, АВА ЭКС в настоящее время является незаменимым в скрининге и диагностике ССС.

Метод частотно-временного анализа (ЧВА) ЭКС для диагностики ИМ

В качестве частотно-временного метода анализа ЭКС используется вейвлет-преобразование (ВП) [3]. ВП ЭКС $s(t)$ осуществляется путем его свертки с вейвлет-функцией $\psi_{a,b}(t)$:

$$W(a,b) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \cdot \psi_{a,b}(t), \quad (2)$$

где $W(a,b)$ – результат ВП ЭКС $s(t)$;

a – параметр масштаба вейвлет-функции $\psi_{a,b}(t)$: большие значения масштабирующего параметра $|a|$ соответствуют низким частотам или большому масштабу вейвлет-функции $\psi_{a,0}(t)$; малые параметры $|a|$ соответствуют высоким частотам или мелкому масштабу вейвлет-функции $\psi_{a,0}(t)$;

b – параметр временной локализации вейвлет-функции $\psi_{a,b}(t)$.

В предлагаемом способе обработки электрокардиосигнала для диагностики инфаркта миокарда в качестве вейвлет-функции $\psi_{a,b}(t)$ используется симлет 2 (sym2) [1].

Результатом ВП ЭКС $s(t)$ является двухмерный набор коэффициентов $W(a,b)$, которые определяются интегральным значением скалярного произведения сигнала на вейвлет-функцию заданного типа. Набор коэффициентов показывает, насколько поведение сигнала в данной точке похоже на «поведение»



вейвлета на данном масштабе. Чем ближе вид регистрируемой зависимости в окрестности данной точки к виду вейвлета, тем большую абсолютную величину имеет соответствующий коэффициент. Отрицательные коэффициенты показывают, что зависимость похожа на «зеркальное отражение» вейвлета. При этом ЭКС $s(t)$ представляется выражением [1]:

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_{j_n,k} \varphi_{j_n,k}(t) + \sum_{j=j_n}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} d_{j,k} \psi_k(t), \quad (3)$$

где a – коэффициенты аппроксимации для заданных j и k , d – коэффициенты детализации для заданных j и k , $\varphi(t)$ – масштабирующая функция, $\psi(t)$ – вейвлет-функция. Выражение (3) описывает **поверхность** в системе координат ADt . В результате ВП ЭКС можно рассматривать как во временной области (т.е. развитие процесса во времени), так и в области изменений масштаба (т.е. в частотной области).

По набору детализирующих вейвлет-коэффициентов строится $3D$ вейвлетспектрограмма. При этом горизонтальная плоскость $3D$ вейвлетспектрограммы построена по осям масштаба и времени. Высота задается значениями вейвлет-коэффициентов. По $3D$ вейвлетспектрограмме можно судить о масштабе и интенсивности изменений частотных составляющих ЭКС, локализации частотных составляющих ЭКС по времени, направлении и величине трендов, наличию, расположению и длительности скачков частотных составляющих ЭКС.

Таким образом, частотно-временное разрешение ЭКС расширяет область представления диагностической информации, позволяет на «поверхности разницы» локализовать во времени изменения частотных составляющих ЭКС и выявить ЭКС признаки ИМ в частотно-временной области.

Метод нейро-сетевого анализа (НСА) ЭКС для диагностики ИМ

Наиболее эффективным инструментом классификации является нейронная сеть (НС). Для анализа ЭКС предлагается использовать НС LVQ .

Значение сигнала на выходе НС LVQ определяется по следующей формуле:

$$Y_k = F_{lin} \left(\sum_{j=1}^S w_{jk}^2 \cdot F_{compet} \left(\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - w_{im}^1)^2} \right)_j \right), \quad (4)$$

где x_i – i -й элемент входного вектора,

w_{im}^1 – i -й элемент вектора весов m -го нейрона конкурирующего слоя,

w_{jk}^2 – j -й элемент вектора весов k -го нейрона линейного слоя,

F_{compet} – передаточная функция конкурирующего слоя, выявляющая нейрон-победитель,

F_{lin} – линейная функция активации нейронов распределительного слоя,

N – размерность входного вектора НС,

S – количество нейронов в конкурирующем слое,



Y_k – значение k -го выхода НС.

Размерность входного вектора N определяется стандартом *SCP-ECG* для обмена цифровыми ЭКС [4] и равна $N = 500$.

Размерность выходного вектора K соответствует числу анализируемых классов заболеваний, т.е. каждому заболеванию ССС соответствует один выход НС. Ответы НС LVQ кодируются значением «1» для выхода, соответствующего классу заболеваний, к которому НС отнесла входной сигнал, и «0» для выходов, соответствующих остальным классам заболеваний.

Особенностью НСА ЭКС является то, что строится и обучается НС для *каждого* отведения.

Каждый из приведенных выше методов имеет свои плюсы и минусы. Преимуществом нейросетевых методов анализа ЭКС является более эффективная адаптация к нестационарным особенностям ЭКС по сравнению с другими методами, обусловленная алгоритмом обучения. При этом амплитудно – временной метод зарекомендовал себя в работе на портативных устройствах, а частотно-временной метод анализа ЭКС позволяет расширить область представления диагностической информации и оценить свойства частотных составляющих ЭКС. Поэтому необходимо выбирать тот метод, который наиболее подходит в конкретной ситуации, быстр и удобен в работе. Это позволит врачам эффективнее оценить состояние сердечно - сосудистой системы пациента и спасти огромное количество жизней.

Литература

1. Бодин О.Н., Бурукина И.П. Особенности анализа электрокардиографической информации с использованием вейвлет-преобразования // Медицинская техника, №2, 2006, 26-29с.
2. Бодин О.Н., Логинов Д.С. Адаптация структуры нейронной сети LVQ для анализа электрокардиосигнала // Нейрокомпьютеры: разработка, применение, 2008, №5-6, 88-92 с.
3. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. – Москва - Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая диалектика, 2004, 464с.
4. Moody G.B. The MIT-BIH Arrhythmia Database. // Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology, August, 1992.

М.М. Синцева

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ

(Пензенский государственный университет)

Информационные технологии активно внедряются в сферу здравоохранения и медицины в виде интеллектуальных диагностических систем [1] и учебных комплексов [2]. Также медицина является одной из сфер, где в насто-



ящее время происходит внедрение мультиагентных технологий для решения задач диагностики заболеваний, а также планирования и управления лечебным процессом. [3] Однако актуальной остается и проблема эффективной организации системы здравоохранения, которая проявлением которой являются, например, очереди на прием к врачам. Самыми высоконагруженными специалистами в медицинских учреждениях практически всегда являются врачи-терапевты, из-за этого большинство пациентов, которым необходимо попасть на прием к терапевту, сталкиваются с вынужденным длительным ожиданием своей очереди. [4]

Решение данной проблемы может быть достигнуто путем имитационного моделирования обслуживания пациентов в медицинском учреждении, анализа полученных данных и принятия необходимых мер по оптимизации обслуживания пациентов. Данная работа посвящена имитационному моделированию процесса обслуживания потока пациентов терапевтами.

В качестве медицинского учреждения была выбрана больница, в которой принимают пять врачей-терапевтов. С помощью платформы для имитационного моделирования AnyLogic [5] была создана диаграмма процесса обслуживания пациентов (Рисунок 1).

Для создания диаграммы процесса были использованы следующие объекты библиотеки моделирования процессов: объект Source для генерирования потока пациентов, объект SelectOutput5 для моделирования выбора пациентом наименее загруженного специалиста, пять объектов Queue для моделирования очереди пациентов, ожидающих приема у терапевтов, четыре объекта Delay для имитации приема пациента у терапевта и объект Sink в качестве конечной точки диаграммы процесса. Для отображения длин очередей к специалистам используется объект «График» палитры «Статистика».

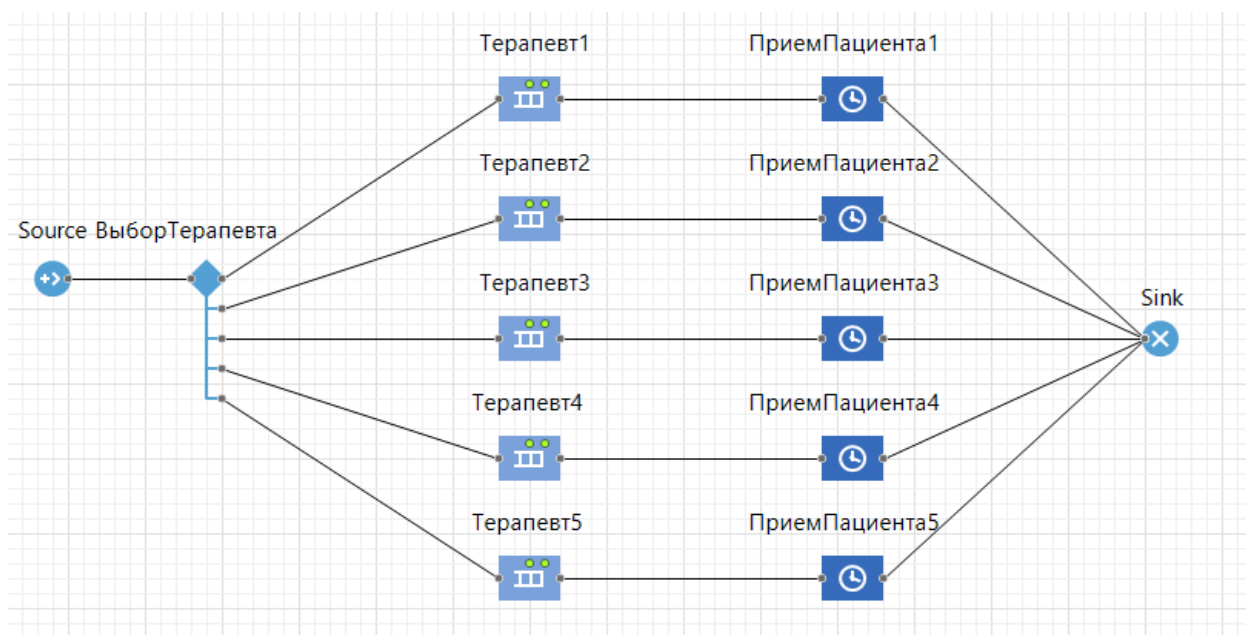


Рисунок 1 - Диаграмма имитационной модели



На данном этапе моделирования нагрузка на специалистов распределяется равномерно, вновь прибывшие пациенты выбирают наименьшую очередь. Время обслуживания пациентов распределено по треугольному закону со средним значением, равным 5, минимальным - равным 3 и максимальным - 10 минутам, и является одинаковым для всех специалистов.

Статистика изменения очередей при стабильной работе всех специалистов приведена на рисунке 2.

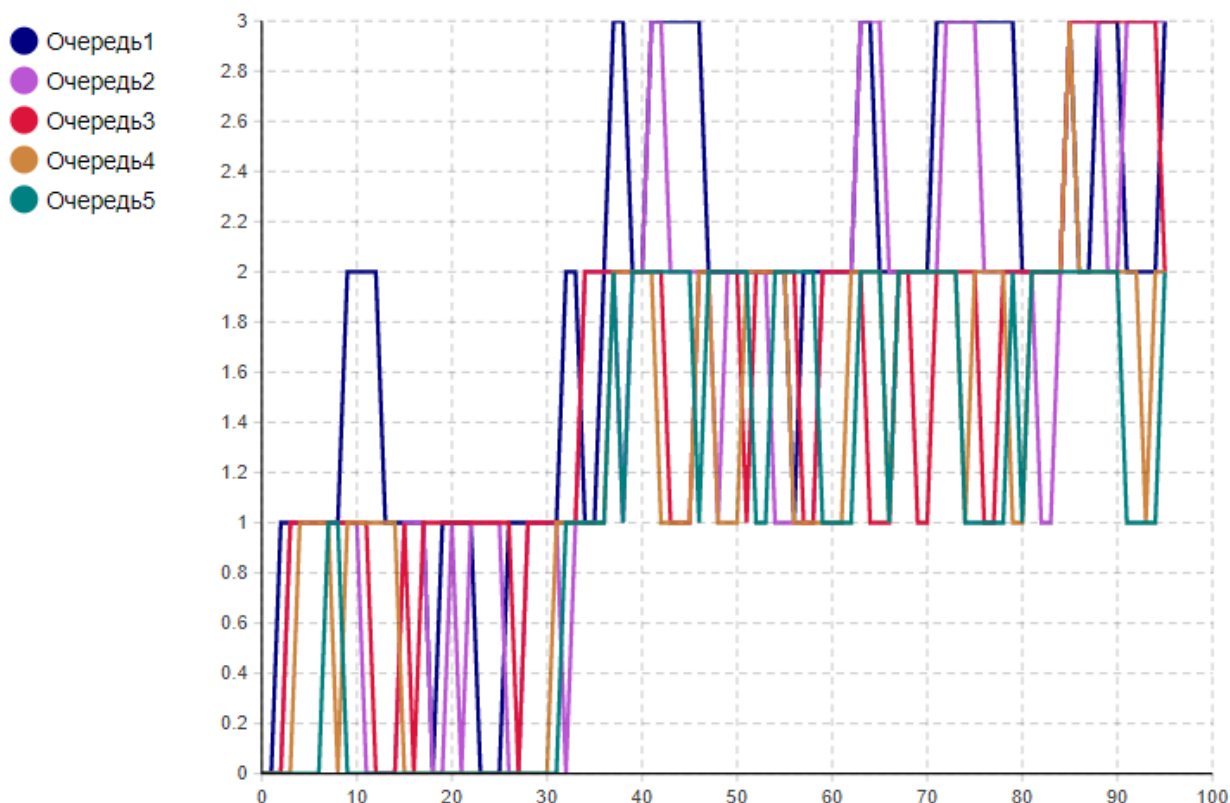


Рисунок 2 – Статистика изменения длин очередей к специалистам

В результате анализа рисунка 2 можно сделать вывод о том, что по истечении некоторого времени длина очереди колеблется в пределах 2-3 пациентов, что является удовлетворительным показателем для обеспечения качественного обслуживания.

Для оценки эффективности работы медицинского учреждения была смоделирована ситуация, способная негативно сказаться на качестве предоставления медицинской помощи, а именно – было сокращено число врачей-терапевтов, ведущих прием. Это может быть связано с тем, что кто-то из специалистов, к примеру, находится в отпуске или на больничном. Для моделирования данной ситуации был отключен блок Queue4, моделирующий очередь к Терапевту4, а поток пациентов разделился между оставшимися терапевтами в равной степени. Статистика изменения очередей при уменьшении числа специалистов, ведущих приём, приведена на рисунке 3.

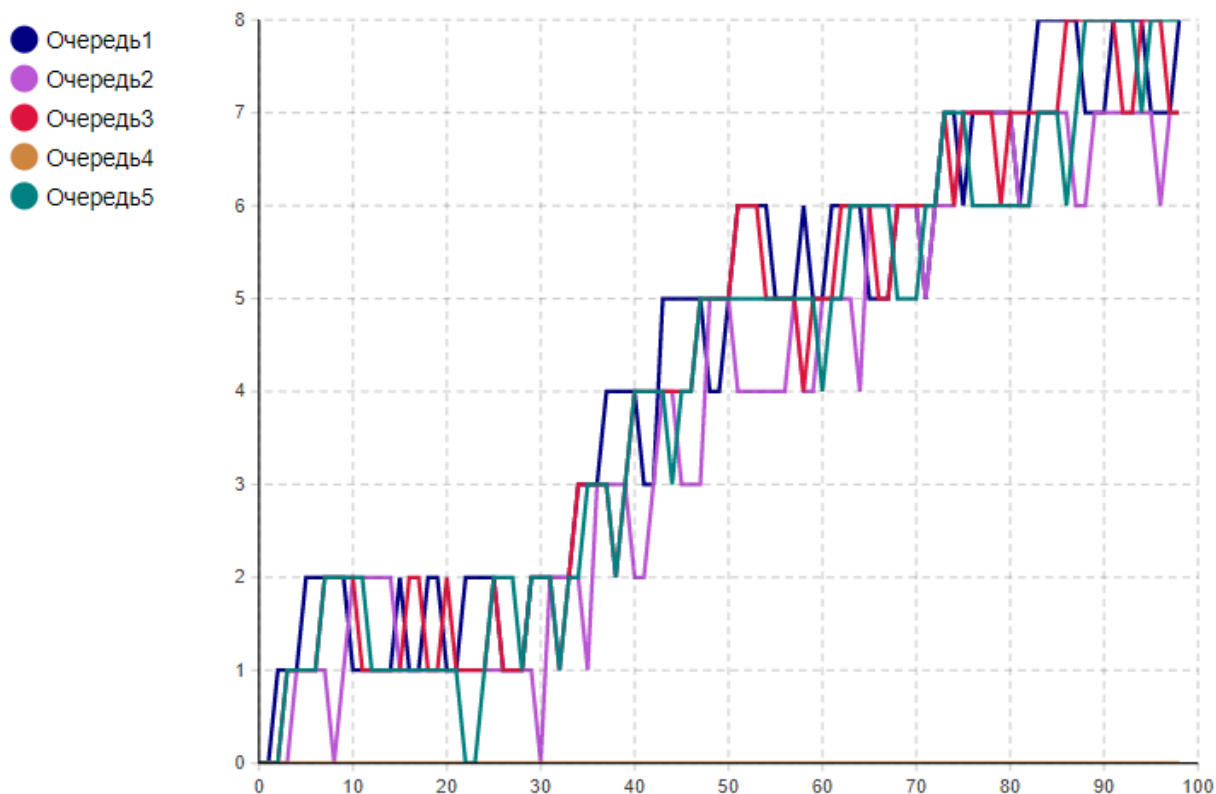


Рисунок 3 - Статистика изменения длин очередей к специалистам при уменьшении врачей-терапевтов, ведущих прием пациентов

Из рисунка 3 можно сделать вывод о том, что уменьшение числа терапевтов, ведущих прием пациентов, значительно сказывается на длине очередей к оставшимся специалистам, что может негативно повлиять на качество и своевременность предоставления медицинской помощи. Это говорит о том, что необходимо принятие дополнительных мер для уменьшения времени ожидания и более быстрого продвижения очереди.

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что имитационное моделирование процесса обслуживания пациентов в медицинском учреждении с использованием системы AnyLogic позволяет при наличии необходимых исходных данных исследовать различные режимы работы лечебного учреждения. Анализ полученных моделей позволит выявить как уже имеющиеся, так и потенциальные проблемы, что даст возможность принимать обоснованные управленческие решения и повышать эффективность медицинского обслуживания.

Литература

1. Бодин О.Н., Кузьмин А.В., Логинов Д.С. Интеллектуальный анализ электрокардиосигналов для диагностики инфаркта миокарда // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - 2010. - № 1 (13). - С. 46-53.



2. Иващенко А.В., Кузьмин А.В., Колсанов А.В., Чаплыгин С.С., Горбаченко Н.А., Милюткин М.Г. Программное обеспечение тренажера лапароскопической хирургии // Программные продукты и системы. - 2013. - № 2. - С. 35.

3. Городецкий В.И. Самоорганизация и многоагентные системы. I. Модели многоагентной самоорганизации. // Известия РАН «Теория и системы управления». – 2012. – № 2. – С. 92–120.

4. Зарецкая Л.П., Зарецкая Ю.А. Проблемы современной бесплатной медицины // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2016. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-sovremennoy-besplatnoy-meditsiny> (дата обращения: 10.04.2021).

5. AnyLogic. [Электронный ресурс] // <https://www.anylogic.ru/> - Режим доступа. – URL. <https://www.anylogic.ru/features/> (11.04.2021).

Я.В. Соловьева¹, Н.А. Дроздов²

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

(Самарский университет¹, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики²)

Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний продолжает быть актуальной по сей день, поскольку занимает одну из лидирующих позиций среди причин смертности и утраты трудоспособности. На данный момент в медицине для врача существует довольно много признаков, по которым можно своевременно и правильно установить тот или иной диагноз, который приведёт к качественному лечению и наискорейшему выздоровлению пациента. Однако отсутствие систем, помогающих врачам определить заболевания на основе совокупных медицинских данных о пациенте, приводит к актуальности решения задачи классификации диагнозов. Использование такого классификатора позволило бы упростить постановку правильного диагноза и уменьшить трудозатраты врача. Современные ИТ технологии и повсеместная цифровизация отраслей, включая медицинскую, позволяют применить методы и алгоритмы классификации для повышения качества диагностики и точности постановки окончательного диагноза.

На данный момент существует множество способов классификации. Одним из наиболее перспективных является машинное обучение. В машинном обучении система на основе небольшой выборки размеченных данных сама создаёт правила для классификации, и впоследствии на их основе присваивает пациентам диагнозы. Для решения описанной выше задачи была выбрана нейронная сеть, которая классифицирует вектор результатов медицинских ана-



лизов, полученных из данных о пациенте т.е. разделяет все пространство признаков на определенное количество областей.

Общая модель классификатора состоит из двух основных частей: преобработчик данных и нейросетевой классификатор, схема представлена на рисунке 1. На вход системы поступают данные о пациентах и их результаты медицинских анализов, на выходе получаем информацию о принадлежности входных данных о пациенте к одному или нескольким классам диагнозов.

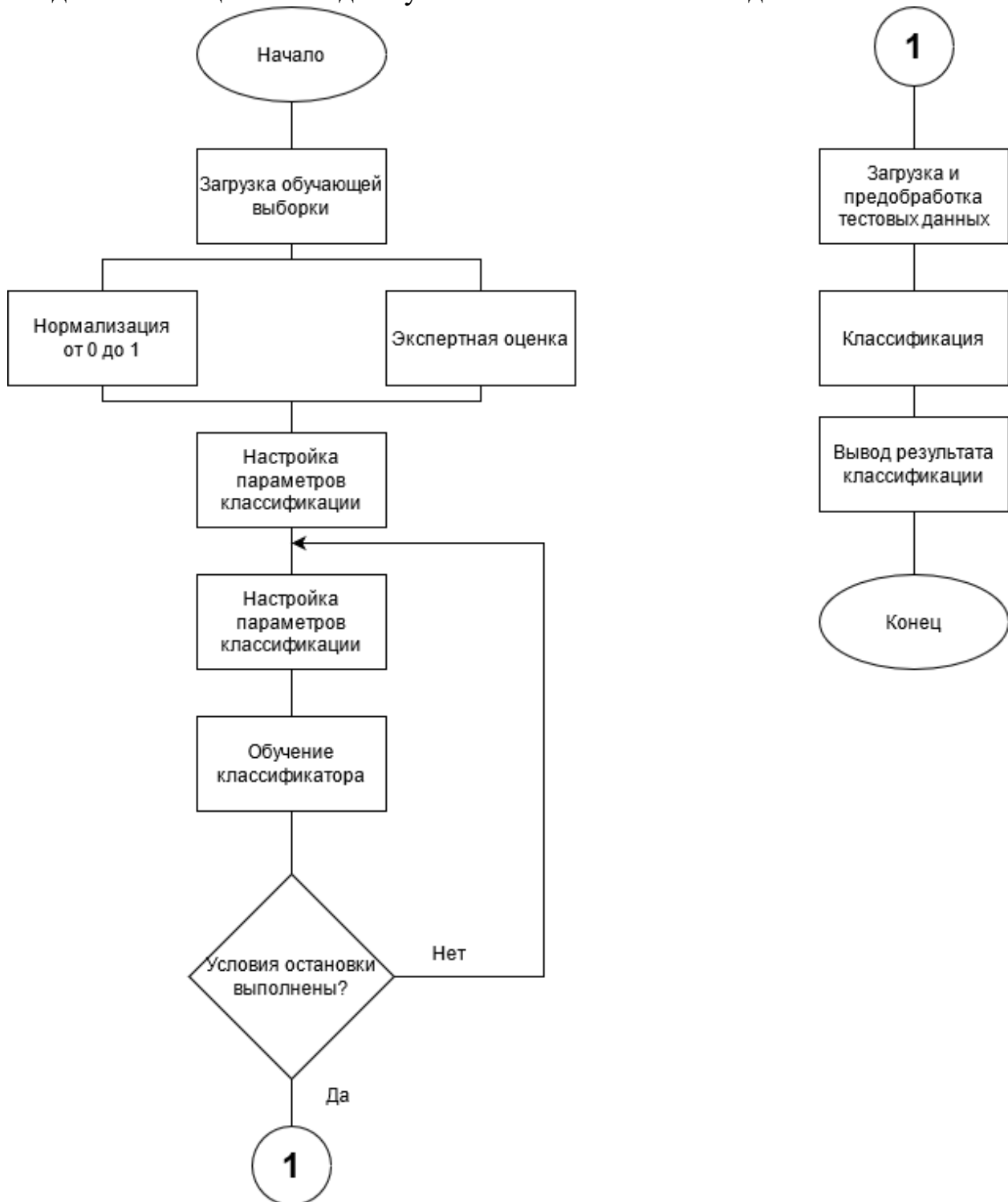


Рисунок 1 – Схема общего алгоритма работы классификатора



Предобработка данных проводится двумя методами, стандартной нормализацией в диапазоне от 0 до 1 и экспертной оценкой. Экспертная оценка используется по причине того, что уже известны нормальные значения медицинских анализов.

Параметры исследований пациента нормализуются следующим образом:

- 1) если значение меньше на 50% и более от эталонного, то параметр кодируется в 0;
- 2) если значение меньше от 50% до 25% от нижнего эталонного значения, то 1;
- 3) если параметр находится в пределах от -25% до -10% от нижнего порога, то кодируется в 2;
- 4) если параметр лежит в диапазоне от -10% до нижнего порога нормы, то кодируется в 3;
- 5) если значение лежит в экспертном диапазоне, то это считается нормой и кодируется в 4;
- 6) если параметр находится в границах между верхним эталонным значением и +10% от эталона, то 5;
- 7) если параметр находится в пределах от +10% до +25% от верхнего эталонного порога, то кодируется в 6;
- 8) если значение больше от 25% до 50% от верхнего эталонного значения, то 7;
- 9) если значение превосходит более, чем на 50% от эталонного, то 8.

Также будут выявлены основные параметры классификатора, при которых достигается наибольшая точность обучения и тестирования.

Второй частью классификатора является нейронная сеть с архитектурой класс типа многослойный персептрон, которая классифицирует вектор результатов медицинских анализов, взятых у пациентов. Такая сеть состоит из множества наборов нейронов, называемых слоями. Множество входных узлов называют входным слоем сети, при этом сигнал двигается от слоя к слою в прямом направлении. На рисунке 2 представлен пример многослойного персептрона с двумя скрытыми слоями. С сигмоидами в качестве функции активации.

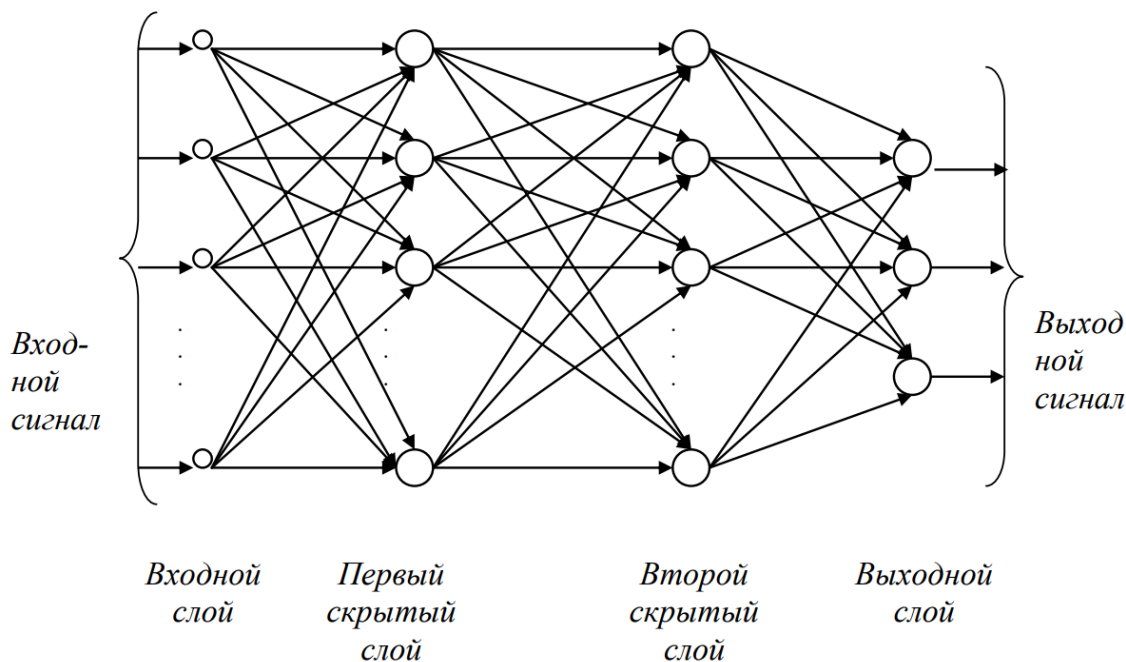


Рисунок 2 – Схема двухслойной сигмоидальной нейронной сети

Число входных нейронов равно размеру входного вектора анализов пациента, а число выходных – количеству классов, число скрытых слоёв и нейронов в них устанавливается при создании сети. Для обучения сети использовался метод обратного распространения ошибки.

Эксперименты производились при размере обучающей выборки анализов, которые были взяты у 1000 пациентов за 2010-2020 годы и разбиты на 10 классов диагнозов. Данные для обучения были взяты из ГБУЗ Самарского Областного Клинического Кардиологического Диспансера им. В.П. Полякова. В результате проведенных экспериментов были определены оптимальные значения параметров нейронной сети, при которых процент распознавания находится в диапазоне 75-82%. Для получения таких результатов количество нейронов в первом скрытом слое должно составлять 70, во втором 25, коэффициент обучения должен быть равен 0,01.

Литература

1. Машинное обучение [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://newtonew.com/tech/machine-learning-novice> (дата обращения 17.03.2021)
2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]/ Осовский С. – М.: Научно-техническое издательство «Горячая линия–Телеком», 2017.-448 с.
3. Журавлев, Ю.И. Математические методы. Программная система. Практические применения [Текст]/ Ю.И. Журавлев, В.В. Рязанов., Сенько О.В. –М.: Фазис, 2006. – 159 с.
4. Specht D. F. IEEE Trans. Neural Networks 2 (6)/ D. F. Specht. – Kansas City, 1991 – 568 p.



АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ КАРТ ПАЦИЕНТОВ

(Самарский университет)

Повсеместная компьютеризация, использование интернета, перенос информации из бумажных архивов на цифровые носители – всё это стало обычным делом для большинства отраслей человеческой деятельности, в том числе и сферы медицинских услуг.

Современные медицинские организации создают и накапливают огромные объемы данных. Чтобы успешно их обрабатывать, разрабатываются и используются специальные информационные системы, такие как ЕГИЗ (единая государственная информационная система в сфере здравоохранения) [1] или ЕМИАС (единая медицинская информационно-аналитическая система) [2]. Они, безусловно, помогают среднестатистическому человеку проще заботиться о своем здоровье, но существует ряд проблем, связанных с такого рода программным обеспечением.

Во-первых, трудности с получением доступа к электронной карте. Современный человек чаще переезжает, мигрирует из одного города в другой [3], и в целом является более мобильным, чем наши предки. Но мы всё ещё подвержены влиянию различных болезней, и не застрахованы от несчастных случаев во время командировок. Поэтому необходим своевременный и легкодоступный способ получения своей медицинской карты или перенос информации между базами данных разных субъектов РФ

Во-вторых, безопасность данных. Какой бы защищенной ни была система, есть вероятность, что её взломают, и персональная информация будет искажена или украдена злоумышленниками. Особенно это касается централизованных баз данных. Даже крупнейший Американский финансовый холдинг - JPMorgan Chase Bank – не смог противостоять хакерской атаке, а данные более 76 миллионов человек были украдены [4]. Децентрализация приложения поможет снизить риск несанкционированного доступа.

Для решения этих проблем предлагается концепт автоматизированной информационной системы децентрализованного хранения данных на основе технологии блокчейн и умных контрактов, способный решить эти проблемы.

Блокчейн – распределенная база данных, которая содержит информацию обо всех транзакциях, проведенных участниками системы [5]. Умный контракт – алгоритм, который позволяет сформировать и предоставить информацию о владении какими-либо данными.

У смарт-контрактов есть определенный набор свойств [6]:

- Умные контракты находятся внутри сети блокчейн;
- У них есть свой счёт, следовательно, есть адрес и баланс;
- Они способны отправлять сообщения и получать транзакции;



- Они активируются при получении транзакции, а также могут быть деактивированы;

На рисунке 1 можно увидеть схематичное изображение смарт-контракта.

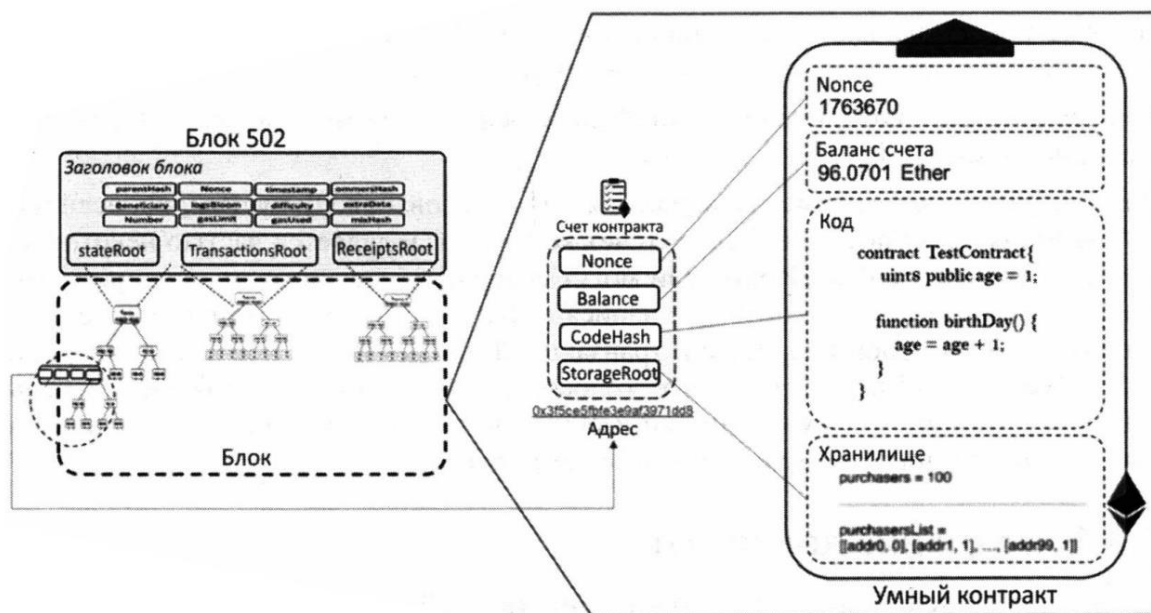


Рисунок 1 – Изображение типового смарт-контракта блокчейна Ethereum

Участники сети общаются по принципу peer-to-peer или каждый-с-каждым. Общий принцип взаимодействия между пользователями можно наблюдать на рисунке 2.

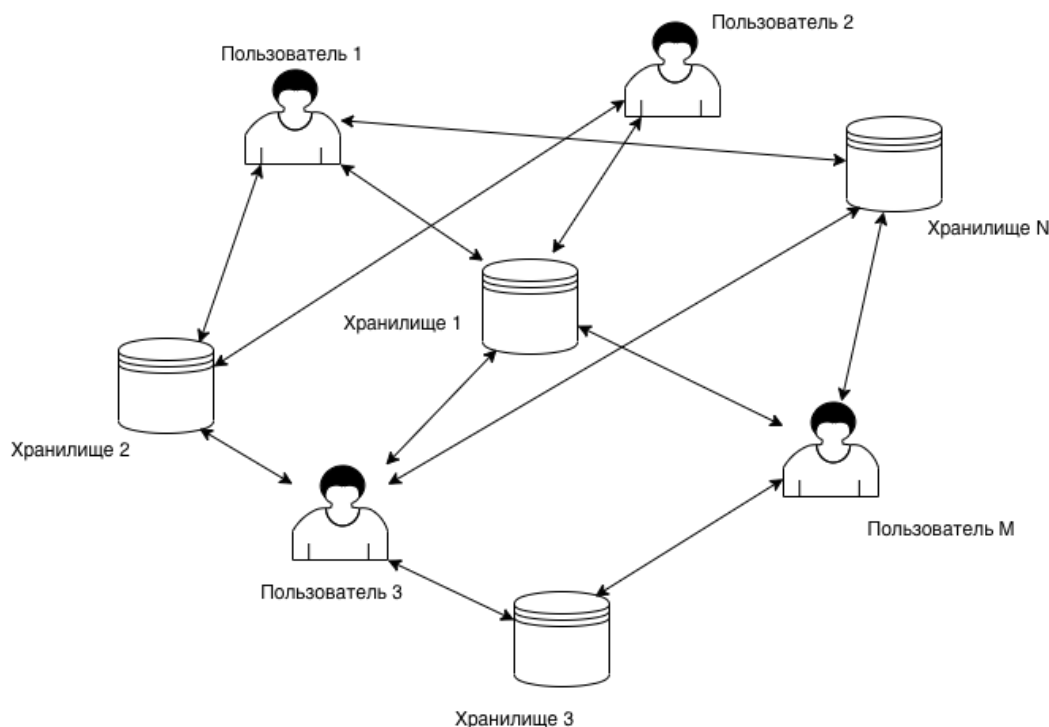


Рисунок 2 – Принцип взаимодействия пользователей в распределенной системе



В системе зарегистрированы пользователи и «сервера-хранилища», предоставляющие доступ к медицинским картам. Для предотвращения бессмысленного дублирования огромного количества записей, используется принцип шардинга: если в системе зарегистрировано N серверов, то достаточно дублировать данные лишь на n экземплярах, где $0.5 * N < n < N$.

Каждый пользователь обладает своим ID или, по-другому, публичным ключом. Для осуществления записи в хранилище, используется смарт-контракт «Писатель». Пользователь с ролью пациента отправляет пользователю-врачу по специальной ссылке свой идентификатор, и после верификации у врача появляется доступ к добавлению в хранилище информации, связанной с пациентом. В транзакции хранятся публичные ключи пациента и врача, дата и время приема, а также медицинские записи и, в случае необходимости, список назначенных лекарств.

Для извлечения данных используется система чеков. Перед обращением к серверу-хранилищу пользователь резервирует часть внутрисистемных денежных средств на специальном смарт контракте - «Чековая книжка», который подписан персональным публичным ключом. Как только пациенту необходимо будет получить данные, информация об этом распространяется по всем доступным серверам. Тот узел базы данных, что смог предоставить самую актуальную информацию раньше всех, получает «чек» с денежной компенсацией. Такая система мотивации должна поощрять хранилища данных, которые часто синхронизируют информацию и обладают достаточными вычислительными мощностями.

Для запуска системы, необходимо использовать подсистему авторизации пользователей, подсистему управлением смарт-контрактами, а также подсистему запросов к узлам распределенной БД. На рисунке 3 можно наблюдать структурную схему системы.



Рисунок 3 – Структурная схема системы



Таким образом, был разработан концепт автоматизированной информационной системы хранения медицинских карт пациентов. Данная работа лежит в основе моей магистерской выпускной квалификационной работы. Уже реализованы подсистемы авторизации и управления смарт-контрактов, распределенная база данных и подсистемы запросов к её узлам. В дальнейшем планируется полная реализация АИС, включающая в себя визуализацию приложения, подсистему справочной информации и интеграцию с существующими медицинскими системами.

Литература

1. Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения [Электронный ресурс]. URL: <https://egisz.rosminzdrav.ru/> (Дата обращения: 19 апреля 2021)
2. Единая медицинская информационно-аналитическая система [Электронный ресурс]. URL: <http://medlan.samara.ru/> (Дата обращения: 19 апреля 2021).
3. Миграционный прирост населения по городам с числом жителей 100 тыс. человек и более [Электронный ресурс]. URL: <https://showdata.gks.ru/report/279006> (Дата обращения: 19 апреля 2021).
4. Cathy Chan. Hackers' Attack on JPMorgan Chase Affects Millions. The New York Times [Электронный ресурс] URL https://dealbook.nytimes.com/2014/10/02/jpmorgan-discovers-further-cyber-security-issues/?_php=true&_type=blogs&_r=0 (Дата обращения: 19 апреля 2021).
5. Генкин А. Блокчейн: Как это работает и что нас ждёт завтра [Текст] / А. Генкин, А. Михеев. М.: Альпина Паблишер, 2017, 39 с.
6. Сингхал, Б. Блокчейн: Руководство для начинающих разработчиков [Текст] / Б. Сингхал, Г. Дамеджа, П.С. Панда. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2020. – 200 с.

Е.И. Шевченко, В.А. Васюков, Т.Б. Ефимова

ДИАГНОСТИКА И ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ МЕДИЦИНА: ДВА ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ

(Самарский государственный экономический университет)

В текущих реалиях искусственный интеллект представляет собой развивающееся направление во многих сферах человеческой жизни, в частности- в сфере здравоохранения. Технологии искусственного интеллекта не только облегчают текущую деятельность медицинских работников, но и способны качественно изменить скорость и направление развития медицинских технологий [2]. Кроме того, использование искусственного интеллекта в здравоохранении



способно повысить скорость разработки нового оборудования, лекарств, хирургических инструментов и т. д.

В качестве классификации систем искусственного интеллекта в медицине выделяют два крупных направления развития и использования искусственного интеллекта. Каждое направление является самодостаточным, ресурсоемким и активно развивающимся, однако лишь взаимозависимое развитие двух данных направлений позволит достичь наилучших результатов в медицине.

Первое направление развития и использования искусственного интеллекта в медицине включает в себя методы диагностики заболеваний на основе интеллектуального анализа данных [3]. В данном случае подразумевается сбор данных на основе полученных результатов анализов, а именно – томографии, ультразвукового исследования, клинических и генетических анализов. Совокупность необходимых данных позволяет обобщать, анализировать и принимать решение о заболевании пациента с определенной вероятностью.

Основная задача использования искусственного интеллекта в рамках первого направления заключается именно в постановке диагноза. Сегодня оно является основным, что связано, прежде всего, с возможностью получения большого объема данных пациентов по заболеваниям и возможностью на их основе обучения интеллектуальных систем. К настоящему времени накопилось огромное количество снимков, изображений, исследований, характеризующих пациентов с тем или иным заболеванием.

Быстрое развитие данного направления обуславливается так же быстротой совершенствования методов обработки изображений и идентификации снимков, что позволяет развивать автоматизированную диагностику на основе различных видов томографии, рентгенологии и флюорографии. Текущие результаты тестирования использования интеллектуальных систем диагностики показали, что компьютеры способны на высоком уровне выявлять, распознавать и классифицировать большое количество видов заболеваний на уровне высоко компетентного врача с многолетним стажем.

Достижения в рамках первого развития и использования искусственного интеллекта в медицине уже сейчас играют значительную роль в здравоохранении. Быстрое развитие систем искусственного интеллекта в медицине обуславливается быстрым развитием различных заболеваний.

Вторым основным направлением разработок искусственного интеллекта в медицине является определение оптимального типа лечения. В данном случае подразумевается определение дозировки лекарственных препаратов, выбор алгоритма диагностики и методов лечения. Оно ориентировано на конкретного пациента с учетом его персональных характеристик, результатов анализов, диагностических исследований и является реализацией концепции персонализированной медицины.

Данное направление отличается от первого направления, в первую очередь, тем, что задачи выбора оптимального решения требуют огромного объема обучающих данных, которых, к сожалению, в настоящее время далеко не достаточно [1]. Более того, по многим видам лечения, особенно новым, их просто



нет, что существенно затрудняет развитие интеллектуальных систем, связанных с этим направлением.

На сегодняшний день второе направление развития и использования искусственного интеллекта в медицине находится практически на начальном этапе своего развития [4]. Однако, быстрое развитие телемедицины, цифровизации, технологий хранения больших данных позволяет верить и надеяться на развитие второго направления уже в ближайшее время. Особенно важна реализация хранения больших объемов данных пациентов на ресурсе, который был бы доступен всем специалистам медицинской области.

Таким образом, развитие систем искусственного интеллекта в медицине происходит в рамках двух направлений: методы диагностики заболеваний и определение оптимального типа лечения. Доминирование первого направления обуславливается простотой его реализации по сравнению со вторым направлением. Однако, как говорилось ранее, оба направления развития искусственного интеллекта в медицине взаимозависимы и взаимосвязаны.

Литература

1. Богомолова, А. И. Искусственный интеллект и экспертные системы в мобильной медицине / А. И. Богомолов, В. П. Невежин, Г. А. Жданов // Хроноэкономика. – 2018. - № 3. – С. 17-28.

2. Епрынцева, Н.А. Искусственный интеллект, разработка и области применения/Н.А. Епрынцева//Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах.- 2020.- №1 (19).- С.79-81.

3. Жуков О.Б., Искусственный интеллект в медицине: от гибридных исследований и клинической валидации до разработки моделей применения/ Жуков О.Б., Щеплев П.А.//Андрология и генитальная хирургия-2019.- 20(3).-20 - 26.

4. Мелдо, А.А. Искусственный интеллект в медицине: современное состояние и основные направления развития интеллектуальной диагностики /Мелдо А.А., Уткин Л.В., Трофимова Т.Н.//Лучевая диагностика и терапия. - 2020. -№ 1 (11). -С. 9-17.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ КАТАСТРОФ: ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРИ ПОИСКЕ И МЕДИЦИНСКОЙ СОРТИРОВКЕ ПОСТРАДАВШИХ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

(Пензенский государственный университет)

При ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) следует учитывать следующие факторы:

- дефицит времени, отводимого на поиск пострадавших, оказание им помощи, эвакуацию из зоны ЧС;

- безопасность личного состава поисково-спасательной команды (ПСК).

Алгоритм проведения поисково-спасательных работ (ПСР) в обязательном порядке должен включать следующие этапы [1]:

- разведка зоны ЧС;

- поиск пострадавших, определение их местонахождения;

- минимизация уровней воздействия поражающих факторов (ПФ) ЧС;

- оказание пострадавшим медицинской помощи;

- эвакуация транспортабельных пострадавших.

Стоит также отметить, что при большом количестве пострадавших значительную роль играет их медицинская сортировка, проводимая с целью выявления очередности оказания им (пострадавшим) помощи.

Предлагается решение поставленных задач посредством группы беспилотных воздушных судов (БВС), каждое из которых выполняет свою определенную функцию (концепция построения такой группы БВС приведена в [2]):

- БВС координирующего назначения осуществляет задачи ведения всей группы БВС к месту проведения ПСР, поиска путей эвакуации, разметки данных путей, оповещения лиц, находящихся в зоне ЧС посредством громкоговорящей связи;

- БВС поискового назначения осуществляет задачи по поиску пострадавших, анализу функционального состояния их организма, проведению их медицинской сортировки;

- БВС медицинского назначения осуществляет задачи по оказанию экстренной помощи пострадавшим, доставки им аптечки, средств защиты;

- БВС эвакуационного назначения осуществляет задачи по эвакуации из зоны ЧС транспортабельных пострадавших;

- БВС экологического назначения осуществляет задачи по анализу обстановки в зоне ЧС на предмет наличия ПФ (в частности, путем проведения анализа воздушной среды на предмет наличия опасных веществ, поиска очагов возгорания и т.п.), минимизации ПФ ЧС.

Поиск пострадавших осуществляется посредством оборудования, установленного на БВС поискового назначения. Данное БВС оборудовано видеока-



мерой с инфракрасной подсветкой, позволяющей вести съемку не только при дневном свете, но и в условиях недостаточной освещенности. Кроме того, наличие у данного БВС тепловизора повышает эффективность поиска пострадавших по инфракрасному излучению. БВС поискового назначения также оснащено сверхширокополосным радаром (СШПР), позволяющим различать движение предметов сквозь такие преграды, как бетонные стены, перекрытия и т.д., что позволяет обнаруживать пострадавших под завалами по движению грудной клетки при дыхании [3].

После обнаружения пострадавшего требуется проведение анализа функционального состояния его организма с целью дальнейшего проведения медицинской сортировки. БВС поискового назначения позволяет выполнить данную задачу удаленно от пострадавшего и передать полученную информацию оператору, что значительно экономит время, отводимое на медицинскую сортировку.

Для проведения медицинской сортировки посредством БВС используется метод, основанный на алгоритме SIEVE [4]. Критериями, позволяющими отнести пострадавшего к той или иной группе, являются способность к самостоятельному передвижению, частота дыхания и сердечных сокращений. Данные критерии отслеживаются посредством видеокамеры и СШПР, которыми оснащается БВС и анализируются специализированным программным обеспечением [5].

По результатам медицинской сортировки пострадавшего относят к одной из следующих групп: «погибшие», «нуждающиеся в неотложной медицинской помощи», «нуждающиеся в срочной медицинской помощи», «легкораненые».

На основании проведенной медицинской сортировки принимается решение об оказании медицинской помощи, очередности оказания помощи, эвакуации того или иного пострадавшего. Таким образом, данная операция, осуществляемая при помощи БВС, значительно сокращает время, отводимое на оказание помощи пострадавшим, повышает эффективность ее оказания, а также способствует снижению временных затрат на проведение ПСР в целом.

Литература

1. Гражданская защита: Энциклопедия в 4-х томах. Т. I (А – И) (издание третье, переработанное и дополненное); под общей ред. В.А. Пучкова / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. 666 с. илл.
2. Способ проведения поисково-спасательных работ: 2694528 Рос. Федерация: МПК А62В 99/00 (2009.01) / Шерстнев В. В. патентообладатель и заявитель Общество с ограниченной ответственностью (ООО) «Кардиовид» - №: 2018139491; заявл. 07.11.2018; опубл. 16.07.2019 Бюл. № 20.
3. Ильясов Ф.Ш., Радары для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами / Ф.Ш. Ильясов // Технологии гражданской безопасности, том 7.–2009.–№ 3–4 (21–22). С. 86–90.
4. Жуков, С.В. Избранные лекции по медицине катастроф / С.В. Жуков, Е.Г. Королук. – Тверь: Изд-во ТверГУ, 2007. – 120 с.



5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2019665492 Российская Федерация. Автоматизированная система первичной сортировки и учета жертв чрезвычайных ситуаций / В. В. Шерстнев, О. Н. Бодин, О. Е. Безбородова ; заявитель и правообладатель В. В. Шерстнев, О. Н. Бодин, О. Е. Безбородова. – № 2019661735 ; заявл. 23.09.2019 ; опубл 25.11.2019. – 1 с.

В.В. Шорохова

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В нашем мире никто не защищен от травм и болезней, но с развитием технологий, лечение и реабилитация, дают больше шансов на восстановление и возвращение человека к привычной для него жизни.

Нейрореабилитация, помогает пациентам, столкнувшимся с тяжелой патологией, вернуться к нормальному образу жизни и свободно чувствовать себя в обществе.

Ежегодно 6 млн человек во всем мире переносят инсульт. 4,5 млн случаев, к сожалению, завершаются летальным исходом.

Последствия инсульта – двигательные, речевые и когнитивные нарушения, которые отчасти и в разной степени могут быть обратимы при активной реабилитации. Именно поэтому современные врачи считают, что начинать заниматься восстановлением пациента нужно, едва минует острый период. Ранняя реабилитация после перенесенного инсульта может вернуть человека к нормальной жизни.

Раньше, многие пациенты, пережившие инсульт, до конца своей жизни так и не могли полностью восстановиться от его последствий. Сейчас же существует множество разработок и методов реабилитаций для таких пациентов, что дает им шанс вернуться к нормальной жизни. Одним из таких методов является зеркальная терапия (ЗТ).

В классической ЗТ используется зеркальный бокс для того, чтобы пациенты могли видеть в зеркале изображение движущейся здоровой руки, тем самым обеспечивая стимуляцию коры головного мозга посредством визуальной обратной связи и вызывая у пациента ощущение, что фантомная конечность может нормально двигаться и расслабляться. Данный подход может облегчить фантомно-болевого синдром, а также вызвать прогресс в суставной активности, скорости и точности движений у пациентов с инсультом с легкой, средней и тяжелой инвалидностью конечностей.

Еще один вид терапии – это использование вспомогательной виртуальной реальности (ВР), которая может помочь решить проблему существования такого ограничения, как отсутствие реального иммерсивного опыта, которым обла-



дает традиционный вид ЗТ. Таким образом, для проверки физиологических эффектов ЗТ будет использоваться транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) первичной моторной коры в парадигме, подобной той, что использовалась для оценки эффекта "зеркальных нейронов" (ЗН).

На данный момент разрабатывается проект по нейрореабилитации, который представляет собой поиск физиологических и поведенческих доказательств эффективности применения методологии зеркальной терапии в виртуальной реальности (ЗТВР) для повышения двигательной работоспособности у здоровых людей и двигательной нейрореабилитации у пациентов с инсультом.

Использование ЗТВР предполагает получение полноценного иммерсивного опыта движения рук. В данном проекте предлагается исследовать надежность применения методологии ЗТВР на физиологическом уровне с помощью тестирования подхода зеркальной терапии (ЗТ) и транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС). В основном исследовании посвящено проверке физиологического эффекта феномена зеркальных нейронов (ЗН), индуцированного ТМС, что в свою очередь позволяет предсказать последующий поведенческий результат использования методов ЗТ (как для традиционной, так и для ЗТВР).

Эффективность от применения зеркальной терапии в виртуальной реальности (ЗТВР), увеличивается, благодаря сочетанию анодной транскраниальной стимуляцией постоянным током (ТСПоТ) с ЗТ. Анодная ТСПоТ сенсомоторной коры оказывает нейропластическое фасилитирующее влияние на моторную кору, а также вызывает повышение корковой возбудимости. Следовательно, предполагается, что эффекты, связанные с ТСПоТ, могут вызывать длительные положительные эффекты применения ЗТ и, вероятно, стабильные изменения пластичности. Также в экспериментах мы будем использовать парадигму ТМС-ЗН для прогнозирования эффектов комбинированного протокола ЗТ + ТСПоТ. Таким образом, как и в предыдущем пункте, предлагается совершенно новый подход, основанный на предыдущих данных. С помощью комбинации ТМС, ТСПоТ и ЗТВР разрабатывается новый подход для улучшения двигательной активности как у здоровых людей, так и у пациентов, перенесших инсульт.

В рамках проекта ведется разработка программного обеспечения (ПО) для нейрореабилитации. Предполагается, что программное обеспечение, будет позволять производить регистрацию пользователя и сессии эксперимента с использованием виртуальной реальности.

ПО будет отвечать за регистрацию пользователей, их сопровождение и ведение. В нем будет отображаться план лечения, и будут доступны тесты и исследования. Пользователи выступают в роли экспериментатора (тот, кто проводит исследование) или в качестве пациента (который проходит нейрореабилитацию или исследование).

Тесты могут проводить различные лаборатории, которые имеют возможность их выложить, и провести на большой массе людей доклинические исследования. Так же различные организации могут объединяться для того, чтобы одно и то же исследование могло тиражироваться, для охвата большей группы людей (потенциальных пациентов). Тесты будут находиться на отдельной



платформе, в том числе и в виртуальной реальности, подключенной к приложению.

В ПО будут храниться все данные исследований (что происходило с пациентом; что происходило на исследовании; какое было проведено исследование).

Публичными будут только те данные, которые не являются персональными. Исследования будут в обезличенном виде с указанием пола и возраста.

С помощью ПО будет отправляться приглашение пациентам на тестирование, производиться запись на определенную дату и время. После посещения, пациент сможет увидеть информацию о проведении своего исследования. А также просмотреть информацию о предыдущих исследованиях.

А.В. Якина

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ПАССИВНОЙ РАЗРАБОТКИ ЛУЧЕЗАПЯСТНОГО СУСТАВА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Нарушение функциональности отдельных систем организма, одним из которых является нарушение подвижности верхних конечностей, может быть следствием всевозможных травм или тяжелых заболеваний, например, инсульт. В самых тяжелых случаях инсульт приводит к частичной или полной парализации конечностей, вследствие чего человек становится инвалидом. По данным первого за всю историю «Всемирного доклада об инвалидности», выпущенного совместными усилиями ВОЗ и Всемирного банка (2012 г.), в настоящее время в мире насчитывается более одного миллиарда инвалидов. Около 15% населения в мире имеет какие-либо формы инвалидности.[1,56]

Для восстановления подвижности верхней конечности необходимо применять своевременные меры по реабилитации, продолжительность которых может достигать нескольких лет. Одной из таких мер является применение систем и устройств для пассивной разработки верхних конечностей. Такие устройства позволяют моделировать естественные движения рук человека, подбирать индивидуальные программы восстановления для каждого пациента и постоянно контролировать состояние их лечения.[2,37]

Качество реабилитации и восстановления после различных травм или тяжелых заболеваний во многом зависит от возможностей устройств для реабилитации. На современном рынке медицинских приборов представлен большой выбор устройств для пассивной разработки лучезапястного сустава. Для достижения наилучшего результата в реабилитации и восстановлении подвижности лучезапястного сустава важно правильно подобрать устройство для разработки лучезапястного сустава, технические характеристики и возможности которого будут полностью удовлетворять критериям его подбора.



Основной целью данной статьи является расширение функциональных возможностей системы управления устройством для разработки лучезапястного сустава.

Для расширения функциональных возможностей системы управления необходимо:

- проанализировать биомеханику лучезапястного сустава в свободном движении;
- использовать современные технологии создания интеллектуальных систем управления, которые позволяют реализовывать различные законы управления системой «рука - механическое устройство».

С биомеханической позиции свободная верхняя конечность - это незамкнутая биокинематическая цепь, в которую снабжаются кинематические пары. Кинематические пары этой цепи имеют числа степеней свободы, число которых в суставах опорно-двигательного аппарата человек варьируются от 1 до 3. В таблице 1 представлены количества степеней свободы лучезапястного сустава.

Таблица 1

Название сустава	Вид движения	Анатомически допустимый размах движения, град	Число степеней свободы сустава
Лучезапястный сустав	Сгибание-разгибание	70-90	2
	Отведение-приведение	150-160	

На рис. 1 представлена система управления устройством для разработки лучезапястного сустава, с учетом особенностей биомеханики лучезапястного сустава и анализа современных технологий создания интеллектуальных систем.

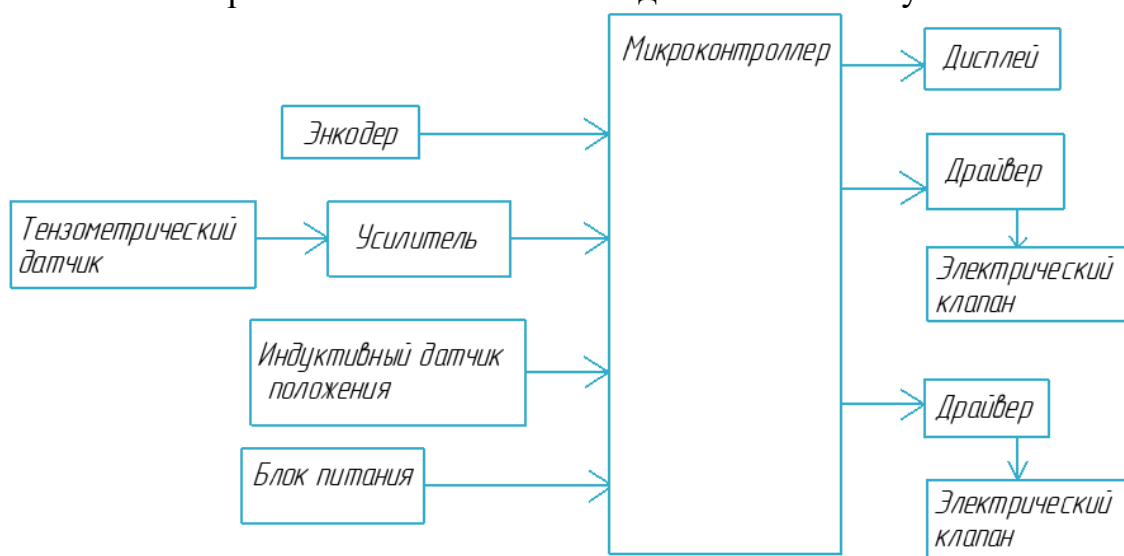


Рисунок 1 - Структурная схема системы управления устройством для разработки лучезапястного сустава



Принцип работы: Рукой, которую необходимо разрабатывать, пациент прикладывает определенное усилие к устройству. Усилие измеряется с помощью тензометрического датчика и преобразуется в электрический сигнал.[3,52] Сигнал с тензометрического датчика поступает в усилитель, где происходит усиление сигнала в 100 раз. Далее сигнал с усилителя приходит на выводы микроконтроллера, которые являются выводами АЦП. В АЦП сигнал преобразуется из аналогового сигнала в цифровой сигнал. Далее происходит определение нагрузочных усилий, необходимых для работы самого устройства. С микроконтроллера подается сигнал на драйвер. Драйвер в данной схеме служит силовой развязкой между системой управления и электрическим клапаном.

Сигнал с драйвера поступает на электрический клапан, вследствие чего происходит открытие электрического клапана и начинается подача рабочей жидкости в гидравлическую систему.

Начинается работа устройства. Микроконтроллером считываются данные с энкодера, в которых содержатся данные о координатах устройства в пространстве относительно горизонтальной поверхности.

По достижении конечного положения рабочего диапазона работы устройства срабатывает индуктивный датчик положения[3,89], и данные об этом выводятся на жидкокристаллический индикатор. После этого с микроконтроллера снова подается сигнал через драйвер на второго электрический клапан, который обеспечивает вывод рабочей жидкости из гидравлической системы. Работа устройства для разработки лучезапястного сустава заканчивается.

Блок питания обеспечивается питанием всю систему управления.

Литература

1. Воробьев А.А., Петрухин А.В., Засыпкина О.А., Кривоножкина П.С. Клинико-анатомические требования к активным и пассивным экзоскелетам верхней конечности // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2014. №1 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kliniko-anatomicheskie-trebovaniya-k-aktivnym-i-passivnym-ekzoskeletam-verhney-konechnosti> (дата обращения: 19.04.2021).
2. Закиров Ринат Исхакович, Шептунов Сергей Александрович, Шевхужев Астемир Османович ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-suschestvuyuschih-robotizirovannyh-reabilitatsionnyh-kompleksov> (дата обращения: 19.04.2021).
3. Воротников С. А. Информационные устройства робототехнических систем: Учеб. пособие – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005.- 384с. (дата обращения: 19.04.2021)



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

П.А. Горбунов, Е.В. Симонова

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ БОРТОВОГО КОМПЬЮТЕРА АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ ПОЕЗДКИ В МОБИЛЬНОМ ПРИЛОЖЕНИИ

(Самарский университет)

Введение

Под «бортовой диагностикой автомобиля» понимается система программно-аппаратных средств, способная определить и идентифицировать неисправности системы управления двигателем, двигателя, а также возможные причины их возникновения. Системы бортовой диагностики предоставляют владельцу транспортного средства или специалисту по ремонту доступ к состоянию различных подсистем транспортного средства. Данные, предоставляемые системой диагностики, могут быть также использованы для определения стоимости поездки.

Система бортовой диагностики автомобиля

OBD (On-board diagnostics – бортовая диагностика) – это общий термин, относящийся к самодиагностике автомобиля и возможности получения информации от бортовых систем. Системы OBD позволяют получить доступ к информации о состоянии различных систем автомобиля. Современные реализации OBD используют стандартный цифровой разъем, по которому можно получать данные с автомобиля в реальном времени, в том числе стандартизированные коды неисправностей (DTC – Diagnostic Trouble Codes), позволяющие идентифицировать неисправность [1].

Спецификация OBD-II предусматривает стандартизированный аппаратный интерфейс и представляет собой колодку диагностического разъёма, соответствующую стандарту SAE J1962, с 16-ю контактами (2x8) для подключения диагностического оборудования к автомобилю.

OBD-II позволяет производить запись и анализ данных, характеризующих состояние двигателя в реальном режиме времени (частота дискретизации потока данных составляет 1 секунду). Однако такого важного параметра, как расход топлива, в общем протоколе обмена данных не имеется [2].

Для современных бензиновых двигателей, поскольку для выполнения экологических норм стехиометрическое соотношение воздуха и бензина поддерживается практически на всём диапазоне нагрузок, расход топлива можно считать пропорциональным расходу воздуха [3]:

$$F = \frac{AirMass}{\lambda \cdot AFR}, (1)$$



где $AirMass$ – количество воздуха, поступающего в двигатель, которое измеряется с помощью датчика MAFS (Mass Air Flow Sensor – датчик массового расхода воздуха) и может быть получено OBD-II командой, λ – доля кислорода в выхлопных газах, AFR – стехиометрическое соотношение воздух/топливо (14,7 для бензина).

Рассчитаем потребление топлива в литрах за один час:

$$FF = \frac{F \cdot 3600}{\rho}, \quad (2)$$

где ρ – плотность бензина (770 г/л).

Искомое значение потребления топлива на 100 км:

$$FC = \frac{FF \cdot 100}{V}, \quad (3)$$

где V – скорость автомобиля в текущий момент времени.

Подставляем формулы (1) и (2) в (3) и получаем формулу для определения расхода топлива автомобилем на 100 км:

$$FC = \frac{AirMass \cdot 36000}{\lambda \cdot AFR \cdot \rho \cdot V}, \quad (4)$$

Полученная формула может использоваться в мобильном приложении для предварительного расчета стоимости поездки.

Мобильное приложение для предварительного расчета стоимости поездки

Мобильное приложение обеспечивает взаимодействие мобильного устройства под управлением операционной системы Android с бортовым компьютером автомобиля (рисунок 1).

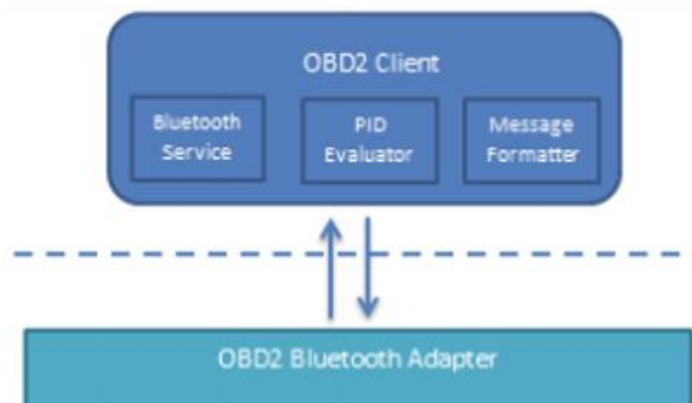


Рисунок 1 – Архитектура мобильного приложения

Существует пять диагностических протоколов, которые регламентированы в OBD-II. Команды OBD-II унифицированы, но поскольку OBD-II объединяет несколько различных сигнальных протоколов, полного единообразия не получается:

- Для передачи информации могут использоваться различные физические линии.
- Могут значительно отличаться частоты передачи.
- Могут отличаться правила формирования вспомогательной информации: заголовков и окончаний пакетов.



Для решения этой проблемы используются специализированные устройства – адаптеры. Адаптер предоставляет возможности автоматического или программного управления типом и параметрами соединения. Смартфон или компьютер подключается к адаптеру по проводному или беспроводному соединению и получает команды высокого уровня. Исполнение соответствующих команд предполагает либо изменение настроек самого адаптера, либо ретрансляцию команд на бортовой компьютер автомобиля в соответствии с настройками адаптера.

Для считывания диагностических данных используются специальные команды PID's. PID (Parameter id's — Бортовые диагностические идентификаторы параметров) – коды, которые используются для запроса показателей определенных датчиков автомобиля [4].

Приложение позволяет подключаться к OBD-II адаптеру, отправлять команды, получать и обрабатывать данные с датчиков автомобиля в реальном времени (рисунок 2). Работа с OBD-II с помощью адаптера происходит в несколько этапов:

- Подключение к адаптеру (Bluetooth, Wi-Fi).
- Отправка инициализационных команд (инициализационной строки).

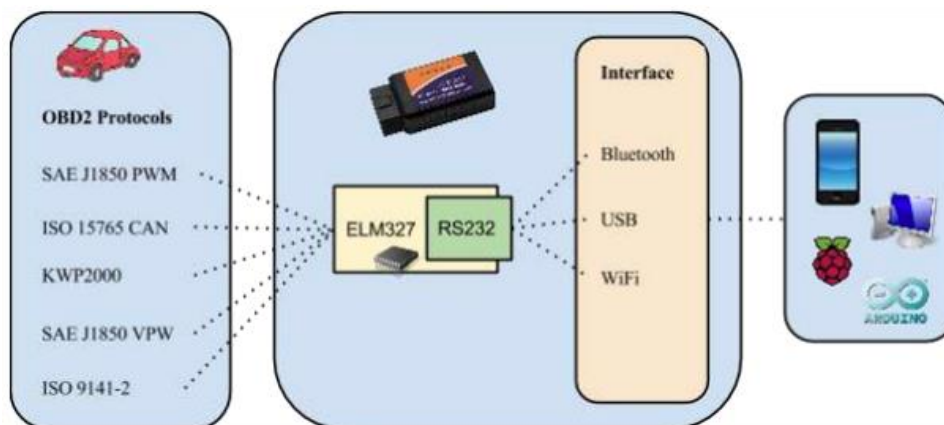


Рисунок 2 – OBD-II адаптер

Для реализации предварительного расчета стоимости поездки в мобильное приложение интегрируется картографический сервис для обеспечения взаимодействия мобильного устройства с бортовым компьютером автомобиля. Данный сервис позволяет построить маршрут поездки с указанием начальной и конечной точек. Данный сервис позволяет также определить дальность поездки.

Для определения стоимости поездки используются следующие параметры:

1. Средний расход топлива на 100 км;
2. Маршрут поездки;
3. Цена 1 л топлива.

Первые два параметра определяются на основе данных бортового компьютера автомобиля и картографического сервиса соответственно. Цена на топливо может получена на основе открытых данных систем ведения топливных



карт или сервисов, предоставляющих API для получения актуальных данных о цене на топливо.

Заключение

Таким образом, данное мобильное приложение способно в реальном времени получать фактические данные с бортового компьютера автомобиля на мобильное устройство, обрабатывать их и при помощи интегрированного картографического сервиса с учетом цен на топливо рассчитывать стоимость поездок для данного автомобиля.

Литература

1. OBD-2 – что такое диагностический стандарт OBD-II [Электронный ресурс]. – <https://elm-scanner.ru/obd-2/history-obd-2.html> (дата обращения: 07.01.2021).
2. Методика определения расхода топлива автомобиля с использованием данных диагностического протокола OBD-II [Электронный ресурс]. – <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38849> (дата обращения: 08.01.2021).
3. OBD-II sensor diagnostics for monitoring vehicle operation and consumption [Электронный ресурс]. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484719308649#b11> (дата обращения: 09.01.2021).
4. OBD-II reader – диагностика автомобиля [Электронный ресурс]. – <https://habr.com/ru/post/444726/> (дата обращения: 08.01.2021).

М.Г. Дарбинян, О.Н. Сапрыкин

СРАВНЕНИЕ ГРАВИТАЦИОННОЙ И ЛУЧЕВОЙ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ МАТРИЦ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ

(Самарский университет)

Понимание мобильности населения в городской среде имеет решающее значение для многих сфер городской жизни, таких как планирование городской транспортной инфраструктуры, прогнозирование трафика и различные услуги на основе определения местоположения. Новые методы сбора данных позволяют исследователям использовать методы машинного обучения на огромном количестве данных о мобильности для анализа и прогнозирования поведения людей.

Что касается городских условий, появление больших геоданных стимулирует исследования, связанные с мобильностью, и делает значительный прогресс в этой области. Понимание механизмов, лежащих в основе моделей мобильности населения, имеет решающее значение для улучшения способности оптимизировать и прогнозировать транспортные потоки. Наиболее популярной моде-



лью оценки матрицы корреспонденций является гравитационная модель. Она широко используется для прогнозирования транспортных потоков как внутри населенных пунктов, так и между населенными пунктами [1]. Однако она обладает рядом недостатков, и в последнее время популярность набирает лучевая модель, которая быстро получила широкое распространение из-за простой формы и отсутствия оцениваемых параметров [2, 3]. В работе проведен анализ моделей на примере города Сиэтл (США).

Применительно к транспортному моделированию, гравитационная модель показывает зависимость интенсивности транспортного потока T_{ij} от всех отправок из i района m_i и всех прибытий в j района m_j , а так же от затрат на передвижения между районами i и j - c_{ij} .

$$T_{ij} = k \frac{m_i^\alpha m_j^\beta}{c_{ij}^\gamma}, i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M, \quad (1)$$

где k – постоянная величина, c_{ij} – затраты на передвижение, которые можно рассматривать как расстояние между районами i и j , или как стоимость прохождения расстояния между рассматриваемыми районами, N – общее количество районов отправления, M – общее количество районов прибытия, α и β – параметры, оцениваемые исходя из экспериментальных данных.

Модель излучения описывает схемы подвижности без какой-либо оценки параметров, зависимость отправок i и прибытий в j определяется формулой:

$$T_{ij} = T_i \frac{m_i m_j}{(m_i + s_{ij})(m_j + s_{ij})} \quad (2)$$

где T_i – транспортный поток отправок i , а s_{ij} – общая численность населения в области, описываемой окружностью радиуса r - расстояния между районами i и j . Модель излучения имеет несколько преимуществ по сравнению с моделью гравитации: четкая теоретическая основа, универсальность из-за отсутствия параметров, которые необходимо оценить, и лучший прогноз для дальних отправок. Однако модель излучения требует дополнительной информации о T_i , в отличие от модели гравитации.

Для проведения анализа моделей были взяты данные о мобильности в городе Сиэтл с сервиса Mapbox Movement. Данные представлены в виде dataset на рисунке 1: geometry – условная нумерация района, xlon и xlat – координаты центра данного района, bounds – границы района представленные в виде двух диагональных точек, activity_index_total – коэффициент интенсивности в данном районе.



	geography	xlon	xlat	bounds	activity_index_total	timestamp	geometry
0	021230030221110220	-122.18925476074219	47.629768273433115	-122.18994140625, 47.62930553023398, -122.1885...	0.034846	2020-03-01 00:00	None
1	021230021333112030	-122.36228942871094	47.56679730551614	-122.36297607421875, 47.56633400505088, -122.3...	0.026962	2020-03-01 00:00	None
2	021230021313313233	-122.34992980957031	47.651050125924776	-122.35061645507812, 47.65058757118734, -122.3...	0.081698	2020-03-01 00:00	None
3	021230021313211000	-122.39799499511719	47.66492492449192	-122.398681640625, 47.66446249265729, -122.397...	0.03168	2020-03-01 00:00	None
4	021230030200221032	-122.32933044433594	47.70652719885535	-122.33001708984375, 47.70606513569574, -122.3...	0.079986	2020-03-01 00:00	None
...

Рис.1 – данные Marbox Movement
По данным рассчитаны мощности районов m_i и m_j (Рис. 2).

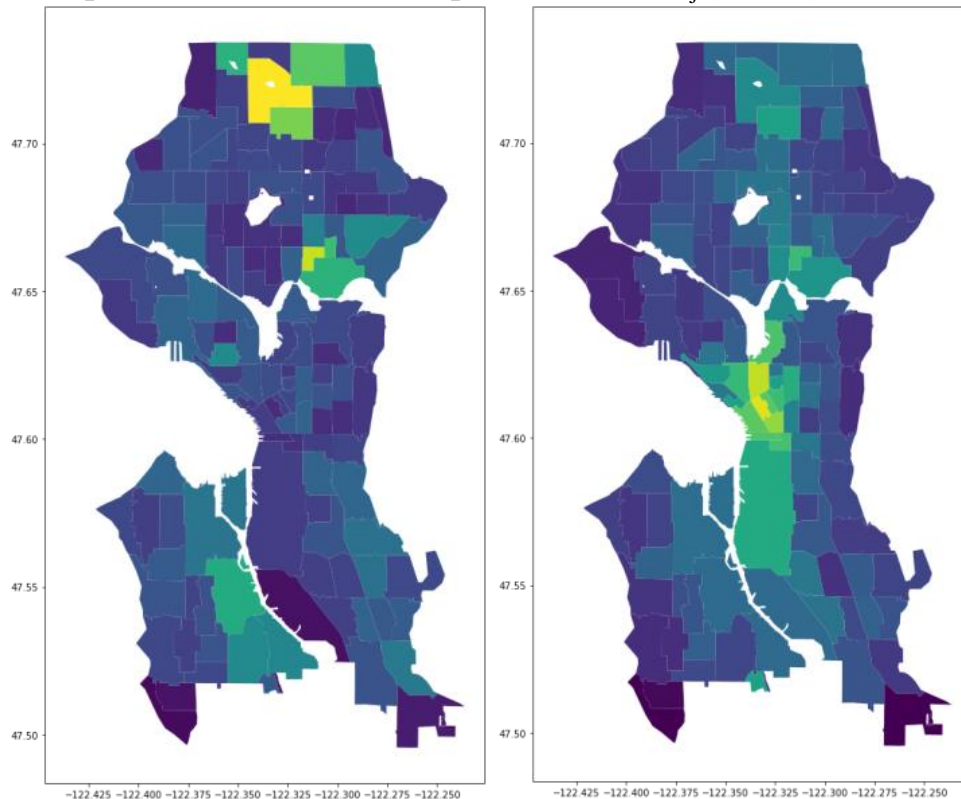


Рис.2 – Объем отправок и прибытий на основе данных Marbox Movement

Решение поставленной задачи реализовано на языке программирования Python в Jupyter ноутбуке, который позволяет работать с моделью итеративно, пошагово внося изменения. Сравнение построенных моделей с данными детекторов на улично-дорожной сети по GEN метрике [4], показало преимущество лучевой модели перед гравитационной. Соответственно, применение лучевой модели более предпочтительно при моделировании городской мобильности.

В работе рассмотрены две модели моделирования мобильности населения: гравитационная и лучевая. Авторами получены статистические данные, на основе которых оценены матрицы корреспонденций по указанным методам, проведен их сравнительный анализ. Дальнейшие исследования связаны с калибровкой имитационной модели, построенной по матрице корреспонденций на основе лучевой модели.



Литература

1. Швецов В. И., Математическое моделирование транспортных потоков/ В. И. Швецов // Автомат. и телемех.- 2003. – Вып. 11.
2. Maria Stefanouli, Serafeim Polyzosa. Gravity vs radiation model: two approaches on commuting in Greece [Текст]/ Stefanouli Maria, Polyzosa Serafeim// 3rd CSUM 2016, 26 – 27 May 2016.
3. Chaogui Kang, Yu Liu, Diansheng Guo, Kun Qin. A Generalized Radiation Model for Human Mobility: Spatial Scale, Searching Direction and Trip Constraint [Текст] / Chaogui, Liu Yu, Guo Diansheng, Qin Kun // PLOS ONE, 2015.
4. Feldman O., The GEN Measure And Quality Of The Highway Assignment Models, European Transport Conference At: Glasgow, October 2012

В.Д. Демина, О.В. Ермилина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ И ДИНАМИКИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

(Пензенский государственный университет)

Все возрастающая интенсивность транспортных потоков в городах, делает актуальным применение математических методов, позволяющих осуществлять их автоматическое управление на основе использования методов современной теории управления. Это позволяет обоснованно давать рекомендации по управлению автомобильными потоками с целью предотвращения аварийных ситуаций и снижения вероятности возникновения транспортных заторов.

Система управления транспортными потоками является классическим примером сложной системы с присущими ей свойствами: наличием цели управления; большими размерами по числу выполняемых функций; сложным, вероятностным и динамическим поведением; необходимостью высокой автоматизации управления.

В теории и практике регулирования уличного движения сложились два направления работ, отражающих структуру дорожно-транспортной сети больших городов. Эти два направления различаются изучаемым объектом. Это может быть либо отдельный перекресток, либо система перекрестков.

Для этого по экспериментальным данным была проведена регистрация плотности транспортных потоков на двух разных перекрестках. На рис. 1 по оси абсцисс откладывается число транспортных средств, проехавших мимо наблюдателя в течении 5 секунд, по оси ординат – дискретное время с шагом дискретизации также 5 секунд.

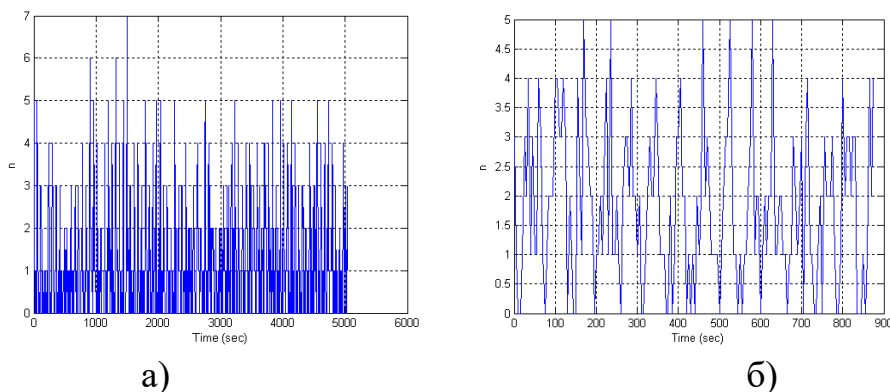


Рисунок 15 – Плотности транспортных потоков

Оценка математического ожидания транспортных потоков рассчитывается по формуле

$$\hat{m} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt .$$

Соответственно оценки математических ожиданий для потоков равны: для первого потока $m = 1,78$ машин, для второго потока $m = 2,172$ машин.

Оценка дисперсии

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T [x(t) - m]^2 dt$$

Соответственно равны: для первого потока $\sigma = 1,7588$, а для второго потока $\sigma = 1,7588$.

Оценка корреляционной функции определяется по формуле:

$$R_{xx}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T x_0(t)x_0(t + \tau) dt ,$$

где $x_0(t) = x(t) - \hat{m}$ - центрированный случайный сигнал.

На рисунках 2 показаны рассчитанные по временным трендам автокорреляционные функции.

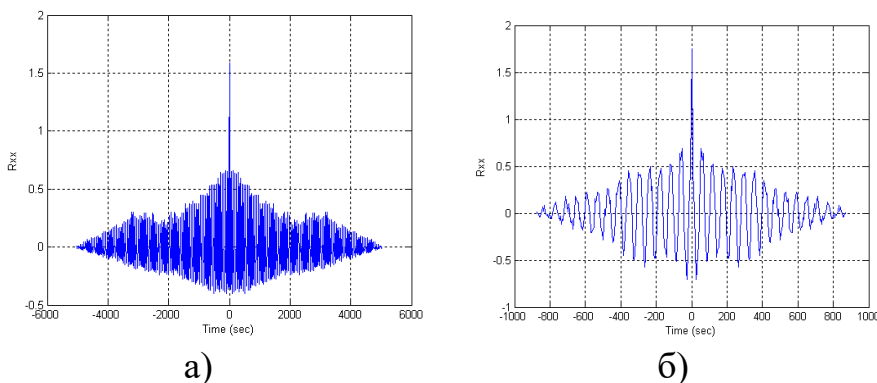


Рисунок 2 – Автокорреляционные функции транспортного потока

Для получения приемлемой точности оценок характеристик случайных процессов длительность реализации процесса по которой вычисляются оценки



должна превышать интервал корреляции. Интервал корреляции τ_{\max} - это значение аргумента корреляционной функции начиная с которого все ее последующие значения не превышают $(0,01 - 0,05R(0))$. Спектральные плотности мощности транспортных потоков показаны на рисунке 3.

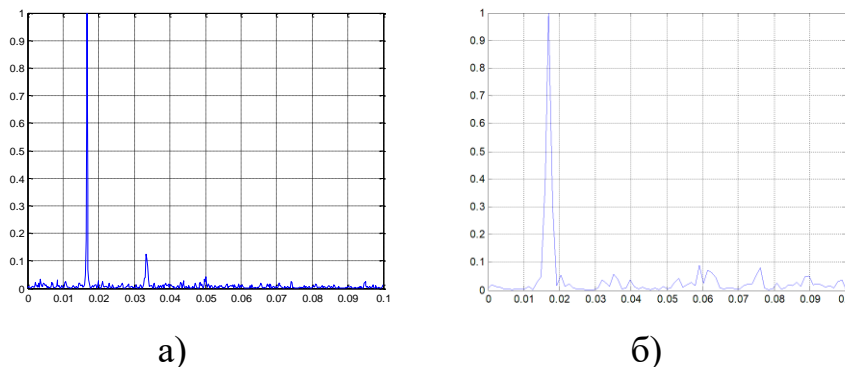


Рисунок 3 – Спектральные плотности мощности транспортного потока

На рисунке 4 показаны гистограммы распределения транспортных потоков.

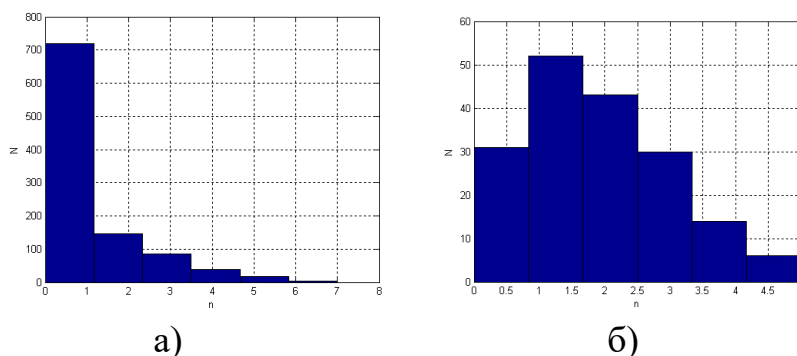


Рисунок 4 – Гистограммы распределения транспортных потоков

Анализ полученных результатов позволил установить периодичность транспортного потока, обусловленную работой светофоров.

Проверим статистическую гипотезу по критерию Колмогорова-Смирнова (также известный, как критерий согласия Колмогорова) о принадлежности эмпирического распределения, заданного гистограммами (рисунок 4), распределению Пуассона. Критерий Колмогорова-Смирнова о проверке гипотезы об однородности двух эмпирических законов распределения является одним из основных непараметрических методов, так как достаточно чувствителен к различиям в исследуемых выборках. Данная гипотеза подтвердилась, следовательно, интенсивность транспортных потоков распределена по закону Пуассона.

Модели транспортных потоков, построенные по экспериментальным данным показаны на рисунке 5.

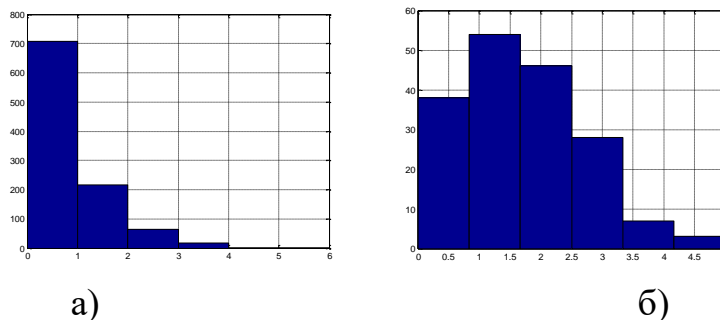


Рисунок 5 – Гистограммы распределения моделей транспортных потоков
На рисунках 6 показаны рассчитанные по временным трендам автокорреляционные функции.

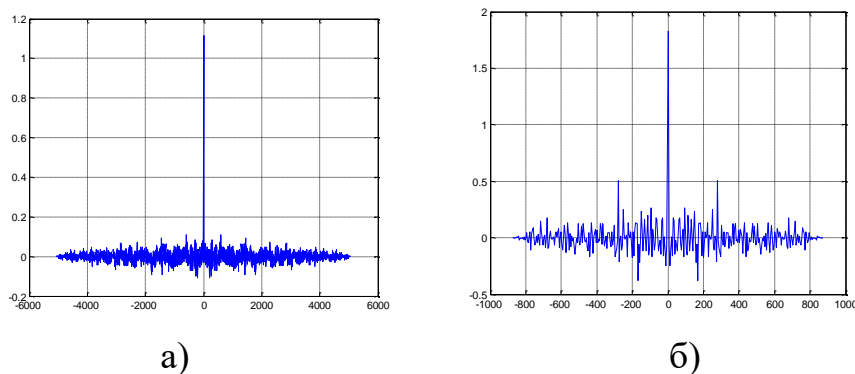


Рисунок 6 - Автокорреляционные функции моделей транспортных потоков
Спектральные плотности мощности моделей транспортных потоков показаны на рисунке 7.

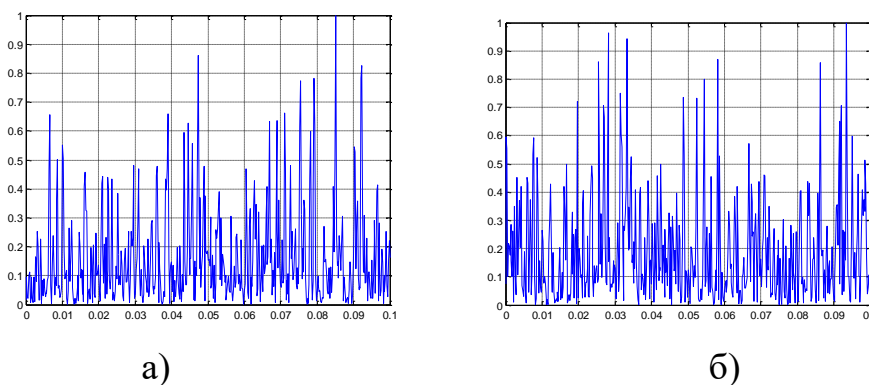


Рисунок 7 – Спектральные плотности мощности моделей транспортного потока
На рисунке 8 показаны модели плотностей транспортных потоков.

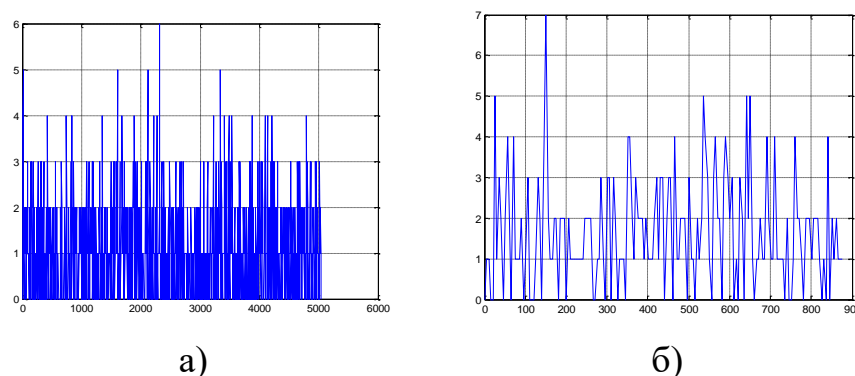


Рисунок 8 – Модели плотностей транспортных потоков



Спектральные плотности мощности моделей транспортного потока заметно отличаются от спектральной плотности мощности потока, снятого экспериментально. Рассчитаны условия возникновения автоколебаний на направлении перекрестка без возмущения и с ним. В результате расчета условия автоколебаний модель системы управления транспортным потоком на одном направлении перекрестка совпала с моделируемыми. Также было установлено, что при увеличении интенсивности транспортных средств на перекрестке отсутствует режим автоколебаний, и система теряет устойчивость.

Литература

1. Автоматические системы транспортных средств / В.В. Беляков и др. - М.: Форум, 2016. - 352 с.
2. Бершадский, В. Ф. Основы управления механическими транспортными средствами и безопасность движения / В.Ф. Бершадский, В.И. Дудко, Н.И. Дудко. - М.: Амалфея, 2016. - 458 с.
3. Тихонов, В.И. Случайные процессы. Примеры и задачи. Т. 1 – Случайные величины и процессы: учеб. Пособие для вузов / В.И. Тихонов, Б.И. Шахтарин, В.В. Сизых. – М.: «Радио и связь», 2003. - 400 с.
4. Жанказиев, С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. Пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.

А.Р. Диязитдинова, Е.В. Сударушкина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОПОЛНЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КАРТ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Постановка задачи

Общественный транспорт формирует важную часть производственной инфраструктуры города. Слаженное, стабильное и эффективное функционирование общественного транспорта является необходимым условием для обеспечения качественной жизни населения и устойчивого развития экономики города. Если говорить о статистике, то всего в России транспортные карты действует в 75 городах и их примерное количество составляет более 60 млн.

Большая часть населения в городах при составлении требуемых маршрутов вынуждена использовать так называемые интермодальные перевозки (включающих несколько видов транспорта), что и обуславливает необходимость использования доступного и надежного инструмента оплаты проезда, защищенного от несанкционированного доступа. Одним из таких инструментов могут выступать мобильные технологии, получившие широкое распространение в связи с доступностью смартфонов.



Для того, чтобы разрабатываемое мобильное приложение «приглянулось» пользователю, разработчик должен уделить особое внимание к пользовательскому интерфейсу (UI, user interface).

В работе рассматривается этап проектирования интерфейса мобильного приложения для пополнения транспортных карт с учетом соблюдения требований эргономики к UI.

Сравнительный анализ аналогов

Перед тем, как начать проектирование интерфейса мобильного приложения был проведен сравнительный анализ существующих аналогов на предмет как дизайна, так и функциональных требований (поскольку именно функциональные возможности любого программного продукта диктуют условия к UI). Сравнительные характеристики приведены в табл. 1.

Также в результате анализа наиболее популярных аналогов были выделены минимальный набор функциональных требований к мобильному приложению для пополнения транспортных карт:

- существование личного кабинета для гибкого управления транспортной картой;
- возможность пополнения карт с помощью штрих-кода или шаблона реквизитов;
- возможность проведения оплаты проезда с помощью технологии NFC (Near Field Communication);
- ведение истории (журнала) проведенных операций, в том числе сохранение чека (билета, отчета о проведенной оплате);
- получение информационных уведомлений (например, о повышении тарифа, о необходимости пополнения счета).

Описание пользовательского интерфейса

На этапе разработки пользовательского интерфейса для мобильного приложения необходимо уделить внимание значительному количеству деталей, поскольку, в отличие от разработки web-приложения, при разработке мобильного приложения изменения в UI на поздних стадиях могут привести к существенному увеличению длительности разработки [1].

Изучив имеющиеся публикации по тестированию UI мобильных приложений, были выделены следующие юзабилити-особенности, на которые следует обратить пристальное внимание [1, 2]:

1) Акцент на визуальную иерархию, т.е. размещение элементов управления таким образом, чтобы наиболее важные (или чаще востребованные пользователями) из них были выделены сильнее. Соблюсти данное требование можно, в том числе и экспертным путем, предъявляя потенциальным пользователям несколько вариантов одной и той же экранной формы и получая от них обратную связь.

2) Дизайн UI должен быть «гибким». Под гибкостью дизайна принято понимать способность мобильного приложения смотреться гармонично на любом устройстве. Данное требование также носит субъективный характер.



3) Осваиваемость оценивает способность пользователя осваивать компетентное управление мобильным приложением после некоторого периода обучения. Часто используют такое понятие как «интуитивно понятный интерфейс».

4) Удовлетворенность, которая оценивает восприятия и ощущение удобства пользователями разработанного приложения. Данный показатель фиксируется с помощью устных и письменных опросов.

Таблица 1. Обзор аналогов мобильных приложений

Приложения / Функции	Транспортная карта	Мой проездной	Подорожник	Сбербанк	Проездной (проектируемое приложение)
Территория распространения	для держателей карт Золотая корона	Москва	Санкт-Петербург	на территории РФ	Самара
Поддерживаемые платформы	Android и iOS	Android и Windows	Android и iOS	Android и iOS	Android и iOS
Пополнение карты	+	+	+-	+	+
Несколько карт привязать	+	+	+	+	+
Пополнение через штрих-код	+	-	-	+	+
Оплата проезда	-	+	-	+	+
История по карте	+	+	+	+	+
Простой интерфейс	+	+	+	-	+
Проверка баланса карты	+	+	+	-	+

Как видно из описания, тестирование эргономичности мобильного приложения является инструментом исследования, в основе которого лежит экспериментальное исследование.

При разработке интерфейса проектируемого мобильного приложения для пополнения транспортных карт были также учтены дизайны существующих аналогов. Ниже представлены основные экранные формы разрабатываемого прототипа (рис. 1 – рис. 2).

После запуска приложения на экране отображается главный экран с пунктами меню.

На следующем рисунке представлены основные экраны для выполнения пользовательского сценария «Пополнение карты».

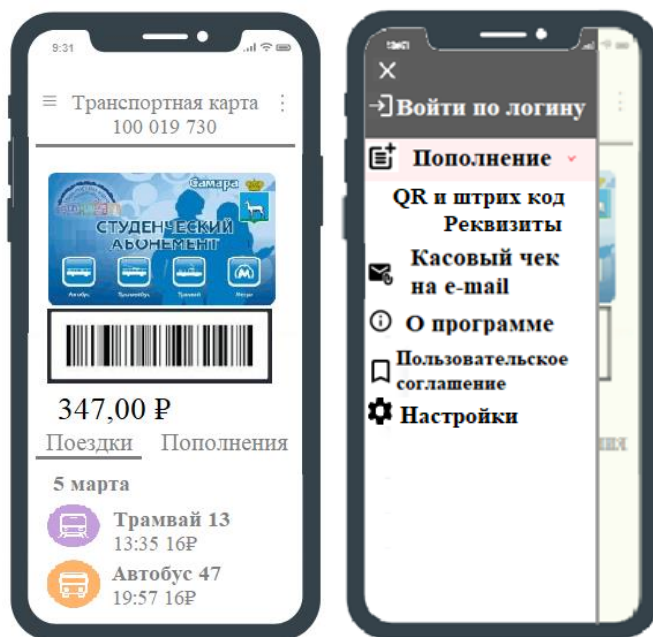


Рис. 1. Прототип экрана «Главный экран и меню»

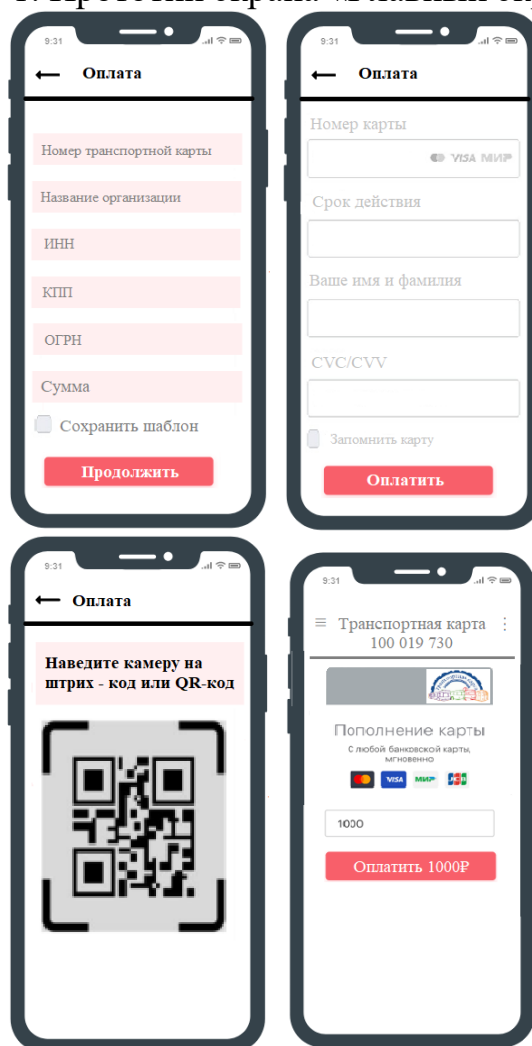


Рис. 2. Прототип экрана «Пополнение карты»



В результате проведенной работы была изучена предметная область, описаны и проанализированы основные аналоги, выявлены их недостатки; выделены основные функциональные требования к мобильному приложению и разработан пользовательский интерфейс с учетом юзабилити-требований.

Литература

1. Ким В.Ю. Особенности разработки дизайна пользовательского интерфейса для мобильного приложения // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2015. №18. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-razrabotki-dizayna-polzovatelskogo-interfeysa-dlya-mobilnogo-prilozheniya> (дата обращения: 16.04.2021).

2. Атисков А.Ю., Давидович И.И. Тестирование эргономики пользовательского интерфейса мобильных приложений // Научный вестник НГТУ, т. 57, №4, с. 119 - 130.

А.А. Ионов, В.Э. Дорош, Д.В. Десятков

АЛГОРИТМ ПРОЕЗДА БЕСПИЛОТНЫМ ТРАМВАЙНЫМ ВАГОНОМ Т-ОБРАЗНОГО ПЕРЕКРЕСТКА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Прогресс затронул все элементы жизни, окружающие человека, не исключением является городской общественный транспорт. В его облике произошли существенные изменения. Среди которых применяемые силовые агрегаты, элементная база, экологичность транспортных средств, уровень информативности и многое др. [1]. В настоящее время ведется активная работа по автоматизации и применению беспилотных технологий в управлении общественным транспортом, существует тенденция к переходу на полностью беспилотное управление. К странам, идущим по пути реализации беспилотного муниципального транспорта (автобусов) можно отнести США, Швецию, Эстонию, Финляндию, а в последнее время к ним присоединилась Россия за счет начала работ по созданию на базе научного центра НАМИ в кооперации с КАМАЗом беспилотника «Шатл» [2].

Проведенные исследования, отраженные в работе [3] показали, что трамвайный вагон (ТВ) может быть переведён в беспилотный режим управления. Изучение вопроса автоматизации показало, что уязвимым звеном является процесс проезда перекрестка ТВ. В настоящее время для регулировки проезда ТВ перекрестка существует несколько способов: использование отдельного для трамвая «Т-образного» светофора, по сигналам регулировщика, а также по правилам дорожного движения с использованием знаков. При этом во всех указанных случаях решение о способе и направлении проезда перекрестка принимает оператор вагона. А, значит, при использовании беспилотного ТВ данные способы не подходят. Соответственно для полноценного функционирования беспилот-



ного ТВ требуется разработка алгоритма проезда им перекрестка с помощью автоматического стрелочного перевода (АСП). Подробное описание АСП приведено в работе [4]. Данный алгоритм позволит сделать движение беспилотного ТВ безопасным и снизит транспортную нагрузку на перекрестки, а также при управлении ТВ оператором снизить нагрузку на него.

Система управлением АСП при приближении ТВ к перекрестку считывает данные (направление, маршрут) с ТВ и сопоставляет с базой данных маршрутов загруженной на память микропроцессора АСП.

Далее происходит определение очередности проезда, которое основывается на положении ТВ на перекрестке и правилах приоритета проезда.

В качестве примера рассмотрим ситуацию, изображенную на рисунке 1.

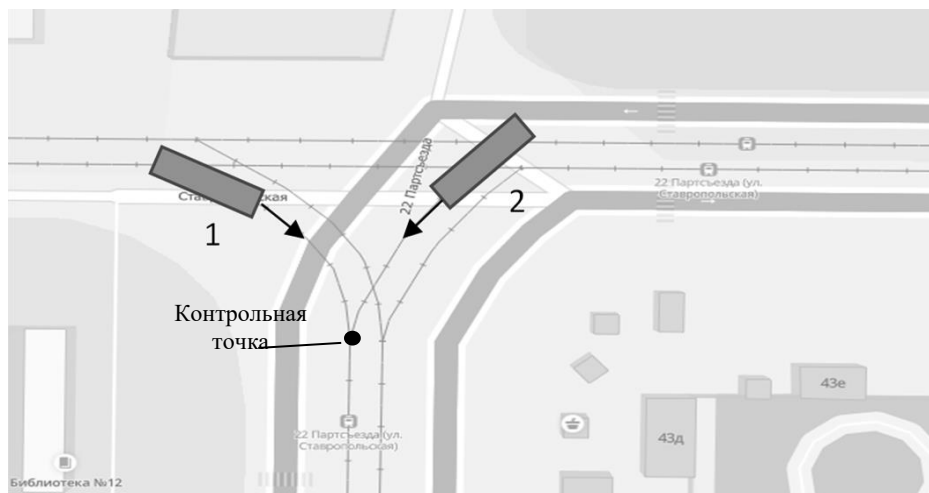


Рис.1. Схема проезда Т-образного перекрестка

В данном случае в первую очередь переводится стрелка для первого трамвая, т. к. он в соответствии с правилами ПДД имеет преимущество [5]. При прохождении им контрольной точки, расположенной в конце спаренного АСП, происходит срабатывание стрелки для второго трамвая, разрешая ему движение. Контрольная точка представляет собой рельсовый датчик механического принципа, информация с датчика передается на микропроцессор АСП через кабель.

Так как помимо ТВ на проезжей части присутствуют ТС, и пешеходы для безопасности движения необходимо, также наличие камер. Движение ТВ осуществляется по одной координате, в пределах рельсового пути, то вполне достаточно установить две камеры, в начале вагона и в конце. Первая камера фиксирует обстановку, происходящую перед составом [6], а вторая камера наличие ТС рядом с ТВ, а также возникновения ДТП с участием других участников движения. Камеры не способны распознавать удаленные объекты и строить детализированные карты, к тому же их функциональность напрямую зависит от погодных условий. Компенсировать эти недостатки могут два радара, излучающие радиосигналы с частотой в десятки гигагерц. Радары с частотой излучения в 24 ГГц и 77 ГГц уже применяются в системах ADAS для заблаговремен-



ного торможения при обнаружении пересечения курсов движения с пешеходом или другим авто.

На рисунке 2 представлен предлагаемый алгоритм проезда перекрестка.

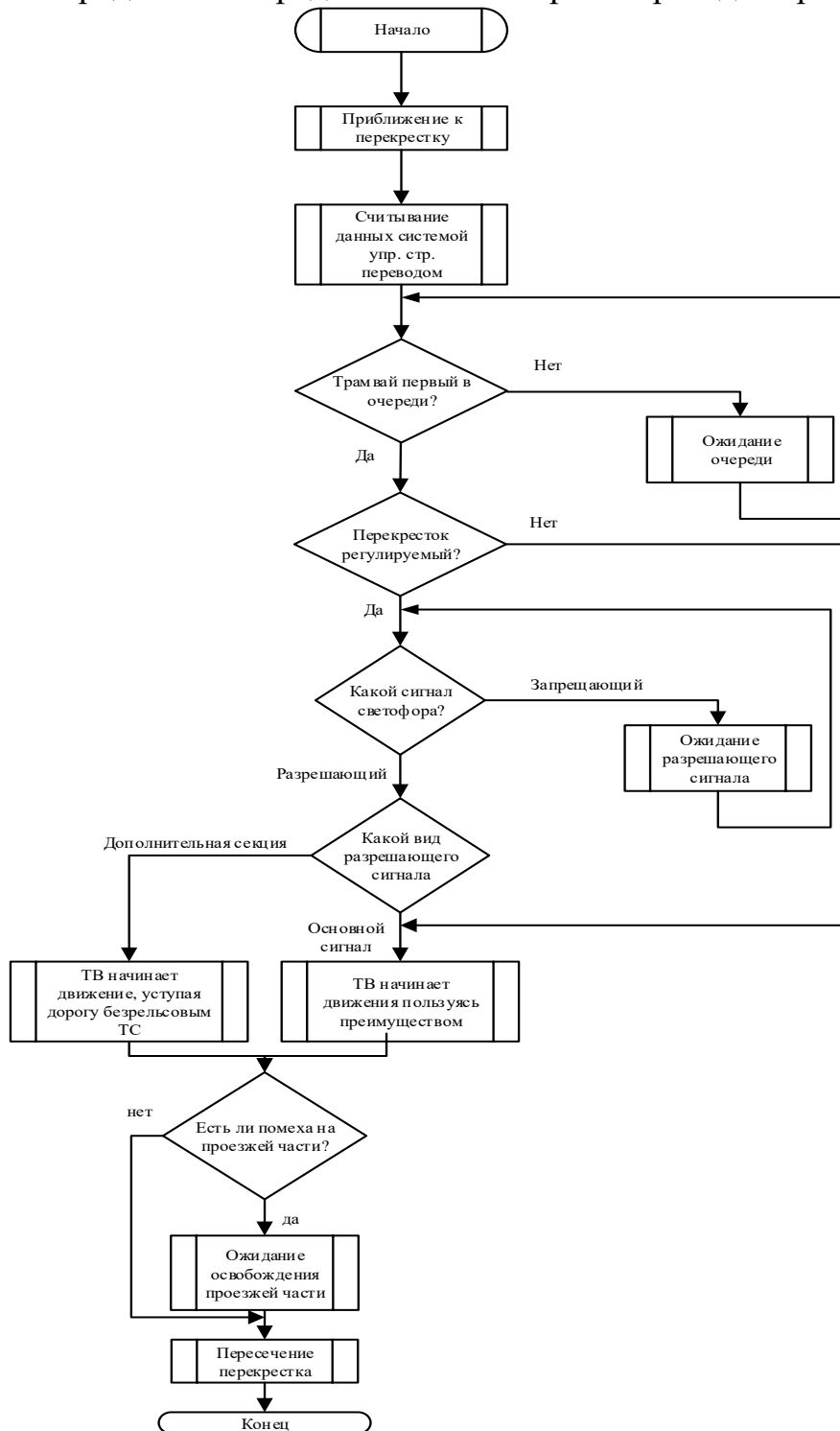


Рис.2. Алгоритм проезда перекрестка

При подъезде к перекрестку камера распознает наличие регулирующих устройств, которым ТВ обязан подчиниться. Далее при запрещающем сигнале светофора или регулировщика, камера считывает расстояние до стоп-линии и передает сигнал на внутренний управляющий микроконтроллер для того, чтобы



ТВ остановился, не заезжая за нее. При получении разрешающего сигнала трамвай начинает движение.

По правилам ПДД РФ трамвай имеет преимущество перед безрельсовыми видами транспорта в большинстве случаев. Исключением является тот случай, когда трамвай поворачивает под включенную в дополнительной секции зеленую стрелку одновременно с красным или желтым сигналом. Поэтому трамваю с помощью камер и радаров необходимо отслеживать нахождение ТС на проезжей части, а также пешеходов, переходящих дорогу.

В случае если на путях оказывается ТС или пешеход, камеры и радары считывают это и передают сигнал на микроконтроллер, где он обрабатывается и передается на систему управления движением, вследствие чего ТВ останавливается. При устранении препятствия трамвай начинает движение.

Отработка и внедрение системы проезда перекрестка беспилотным ТВ позволит безопасно и эффективно использовать технологию автоведения ТВ без участия человека. Применение данной системы позволит снизить напряжённость трафика на перекрестках и сделать их движение по ним более комфортным.

Литература

1. Михайлов А. Вихри в городских джунглях // Грузовик пресс. 2019. № 7. С. 22–27
2. Сайкин А.М., Туктакиев Г.С., Журавлев А.В., Зайцева Е.П. Развитие наземных беспилотных транспортных средств, систем помощи водителю и компонентов по данным патентных публикаций // Сборник трудов Международного автомобильного научного форума МАНФ2017. М.: Государственный научный центр Российской Федерации «НАМИ», 2017. С. 110–119.
3. Ионов А.А., Дорош В.Э., Десятков Д.В. Разработка концепции автоматического ведения трамвая для городских транспортных систем // 77-я Всероссийская научно-тематическая конференция «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии». Самара. 2020. – С. 574-583.
4. Дорош В.Э., Десятков Д.В. Автоматизация стрелочного перевода для трамвайных путей на примере г. о. Самары // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник материалов 47-й научной конференции обучающихся СамГУПС. 2020. С. 165-168.
5. Правила дорожного движения Российской Федерации [Электронный ресурс] / Справочно-информационная система «Консультант Плюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru/document/> – Дата доступа : 10.03.2021.
6. Ионов А.А., Дорош В.Э., Десятков Д.В. Структурный синтез системы автоматического управления внутренними системами на примере трамвайного вагона // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : материалы III Всероссийской научно-практической конференции (Самара, 26–27 января 2021 г.). – Самара : СамГУПС, 2021. –С. 52.



А.Н. Ионов, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ДИСЛОКАЦИИ ГЕООБЪЕКТОВ «ДЕТСКАЯ ПЛОЩАДКА» НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ В СРЕДЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ITSGIS»

(Самарский университет)

Причина появления детских площадок и в России, и в Европе была одинаковой. Их создавали на деньги благотворителей для того, чтобы занять детей из необеспеченных семей, в которых у родителей не было возможности самим заниматься ребёнком или нанять домашних воспитателей. Так в городах надеялись уменьшить риск беспризорности и детской преступности [1].

В наше время идет активная постройка новых жилых зданий и целых жилых комплексов, в которых будут жить семьи с детьми. Следовательно, возникает необходимость обустраивать территории детскими площадками.

Поскольку в настоящее время большая часть информации переносится в пространство сети интернет, необходимо постоянно актуализировать информацию о различных геообъектах городской инфраструктуры, в частности, о детских площадках, – на электронных картах городов. В связи с этим стала актуальной задача разработки плагина для работы с геообъектами «Детская площадка» в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS».

«ITSGIS» – это ГИС с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры (дома, дороги, дорожные знаки, светофоры, световые опоры, закрепленные территории, остановки общественного транспорта, транспортные маршруты и др.), специализированными геообъектами (ДТП, места концентрации ДТП, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети, и др.) [2]. Дополнительные программные модули (плагины) расширяют функциональность системы и позволяют работать с различными геообъектами – точечными, линейными и полигональными геометриями на электронной карте с прикрепленной к ним семантической информацией.

Авторами был разработан плагин дислокации геообъектов «Детская площадка» на электронной карте в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS», позволяющий работать с детскими площадками на электронной карте. Рассмотрим его основные возможности.

После того как пользователь авторизовался в системе и выбрал нужную ему карту, система предоставляет ему возможность выбрать категорию геообъектов (каждая категория – это отдельный плагин), с которыми он может вести работу.

Детская площадка – это территория, на которой расположены элементы детского уличного игрового оборудования, на ней могут располагаться как не-



зависимые объекты детской площадки (качели, песочница), так и целый комплекс различных объектов (домик с горкой, лестницей и качелями). Следовательно, плагин должен предоставить возможность работы как территориями, так и с элементами геообъектов «Детская площадка»: добавлять новые, изменять информацию об уже имеющихся.

На рисунке 1 приведена форма «Работа с информацией территории геообъекта «Детская площадка», где администратор вводит информацию о территории детской площадки: площадь, статус, тип ограждения, вид владельца территории. Помимо этого можно изменить тип покрытия, выбрав его из списка, находящегося в левой части формы.

Рисунок 1 – Форма «Работа с информацией территории геообъекта «Детская площадка», раздел «Основная информация»

На рисунке 2 приведена экранная форма вкладки «Обслуживание». Здесь администратор может добавить или изменить даты обслуживания и данные организаций, которые за них отвечают.

Рисунок 2 – Форма «Работа с информацией территории геообъекта «Детская площадка», раздел «Обслуживание»

На рисунке 3 приведен раздел «Фото», в котором можно добавлять новые фото или удалить уже существующее.

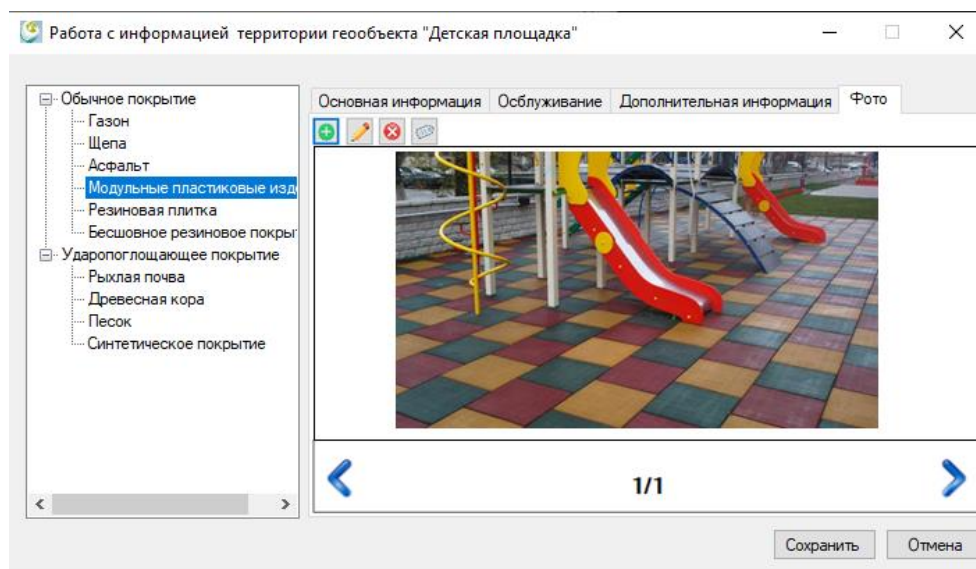


Рисунок 3 – Форма «Работа с информацией территории геообъекта «Детская площадка», раздел «Фото»

Кроме работы с территориями в плагине имеется возможность работать с отдельными элементами детской площадки. Из рисунка 4 видно, что администратор может задать длину, ширину, высоту, статус, тип материала. Кроме того, можно изменить тип элемента детской площадки, выбрав его из списка, находящегося в левой части формы, а также работать с фотографиями объектов (рисунок 5).

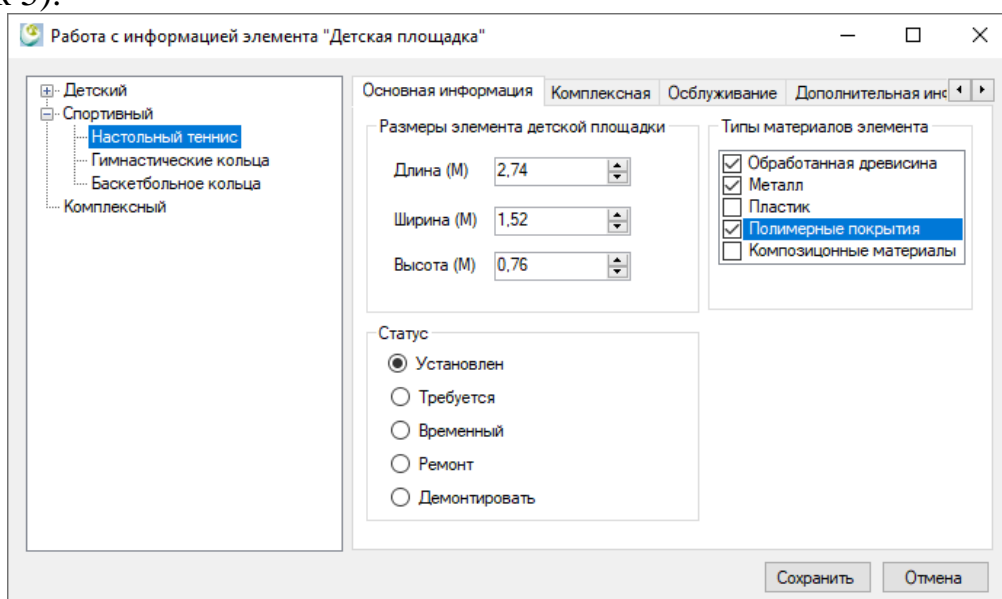


Рисунок 4 – Форма «Работа с информацией элемента «Детская площадка», раздел «Основная информация»

Архитектура системы приведена на рисунке 6 в виде диаграммы развертывания. ГИС «ITSGIS» имеет трехзвенную архитектуру и включает в себя: сервер баз данных (здесь расположена база данных системы и необходимое программное обеспечение); серверная часть (сервер приложений), где расположено ядро системы и компоненты доступа к данным; клиентская часть, где расположена основная часть системы, в том числе и плагин «Детская площадка».

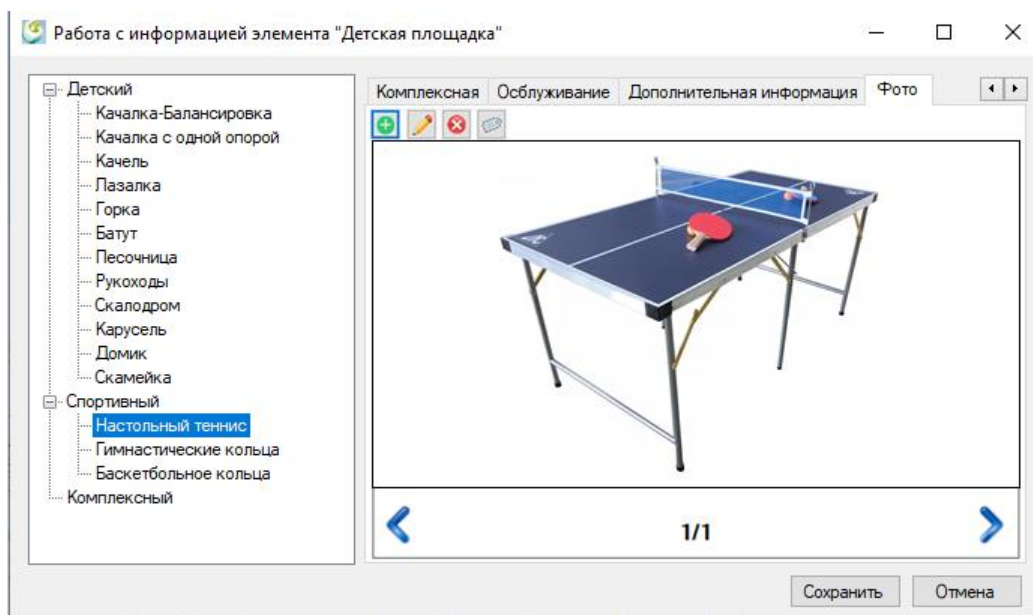


Рисунок 5 – Форма «Работа с информацией элемента
«Детская площадка», раздел «Фото»

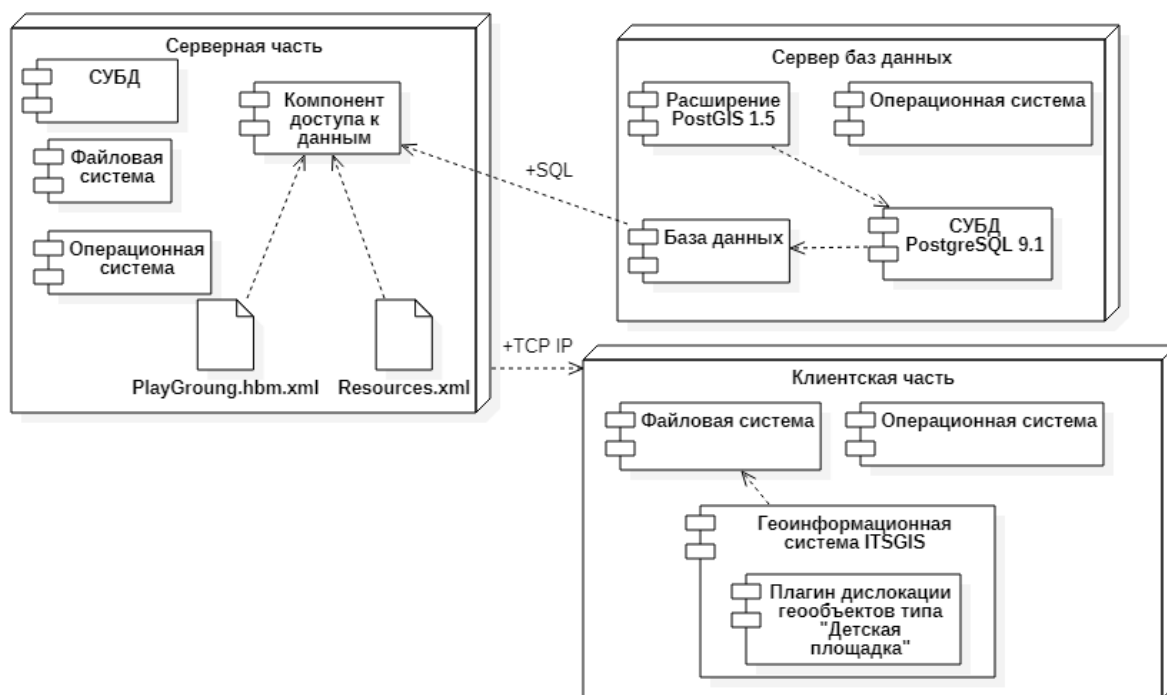


Рисунок 6 – Диаграмма развертывания системы

Литература

- 1 История детских площадок в России [Электронный ресурс]//Strelka Mag [сайт]. URL: <https://strelkamag.com/ru/article/history-of-russian-playgrounds> (дата обращения: 12.04.2021).
- 2 Описание геоинформационной системы «ITSGIS» [Электронный ресурс]//ITSGIS [сайт]. URL: <http://itsgis.ru/about/> (дата обращения: 15.04.2021).



А.А. Коротышева, С.Н. Жуков

АЛГОРИТМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В НАВИГАЦИОННОМ ОСНАЩЕНИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

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

Введение

В современном мире для построения маршрутов движения водители автомобильного транспорта вместо обычных «бумажных» карт используют навигаторы, предоставляющие географическую информацию о местоположении и основанные на геоинформационных системах (ГИС) [1].

Одним из перспективных направлений в этой сфере является применение технологии дополненной реальности (augmented reality, AR) в виде проекции информации на лобовое стекло автомобиля. Такой способ вывода информации называется технологией HUD (head-up display, проекционный дисплей) [2].

Разработка и применение подобных алгоритмов дополненной реальности совместно с реализацией технологии HUD является актуальной задачей для повышения безопасности дорожного движения. В данной работе предложен и программно реализован алгоритм визуализации объектов с динамическими параметрами, функционально зависящими от геоинформационных данных с использованием сервисов OSRM (Open Street Routing Machine) и Open Street Map [3, 4].

Алгоритм построения маршрута

Основная задача ГИС - построение оптимального маршрута по критерию минимального расстояния или времени. Дорожная сеть, необходимая для поиска, состоит из местных дорог, городских улиц и магистралей и представляется в виде графа, где ребра – это дороги, а вершины – перекрестки, промежуточные и конечные точки. Используемые в ГИС алгоритмы выполняют предварительную обработку графа для ускорения работы отдельных запросов и более эффективного использования памяти. Предварительная обработка графа представляет процесс «сжатия» узлов графа по одному за проход. Чтобы выполнить сжатие, вычисляется кратчайший путь между ближайшими соседями узла, на них размещаются ярлыки и узел помечается как обработанный.

В данной работе для построения маршрутов был выбран маршрутный сервис OSRM – открытый проект с http - сервисом, использующий для оптимизации маршрута эффективный алгоритм Contraction Hierarchies [5]. Обычно в литературе в качестве алгоритмов маршрутизации применяют алгоритмы Дейкстры или A* [6, 7].

Алгоритм Дейкстры определяется выражением

$$d[v] = \min_{p: u[p]=false} d[p], \quad (1)$$



где $d[v]$ - текущая длина кратчайшего пути из s в v для вершины v , $u[p]$ - булевский массив, в котором сначала все узлы не помечены (значение элементов – false), а на очередной итерации выбирается вершина v с самой маленькой величиной $d[v]$ среди тех, которые ещё не помечены. Выбранная вершина отмечается помеченной, после чего на текущей итерации из вершины v выполняются релаксации — просматриваются все ребра (v, to) , которые исходят из вершины, причем для каждого узла алгоритм пробует улучшить значение $d[to]$:

$$d[to] = \min(d[to], d[v] + len) \quad (2)$$

где len - длина текущего ребра. В конечном итоге после n итераций, все узлы станут помеченными, а алгоритм завершит работу.

Алгоритм A^* определяется выражением

$$f(n) = g(n) + h(n), \quad (3)$$

где $f(n)$ - минимальная стоимость перехода в соседний узел, $g(n)$ - стоимость пути от начальной вершины до любой другой, $h(n)$ - эвристическое приближение стоимости пути от узла n до конечного узла.

Выбранный алгоритм Contraction Hierarchies работает быстрее алгоритмов Дейкстры или A^* , не требует дополнительной памяти, имеет относительно быстрый препроцессинг и состоит из двух стадий. Стадия препроцесса: вершины сортируются в каком-либо жёстком порядке, далее каждая пара рёбер проверяется на предмет её упрощения (возможность заменить эту пару одним ребром). Стадия запроса: с начальной и конечной точки маршрута запускается двусторонний алгоритм Дейкстры с условием, что волны идут только вверх по иерархии (когда они встретятся — путь найден), далее последовательно восстанавливаются сокращённые рёбра.

Расчет расстояния между точками маршрута будем производить по формуле гаверсинусов, чтобы избежать проблем с небольшими расстояниями

$$\Delta\sigma = 2 \arcsin \left\{ \sqrt{\sin^2 \left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) + \cos \phi_1 \cos \phi_2 \sin^2 \left(\frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right\}, \quad (4)$$

где - $\phi_1, \lambda_1; \phi_2, \lambda_2$ - широта и долгота двух точек в радианах, $\Delta\lambda$ - разница координат по долготу, $\Delta\sigma = \arccos\{\sin \phi_1 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \cos \phi_2 \cos \Delta\lambda\}$ - угловая разница.

Начальный азимут от начальной точки к конечной точке вычислим по формуле

$$\theta = \text{atan2}(\sin \Delta\lambda \cos \phi_2, \cos \phi_1 \sin \phi_2 - \sin \phi_1 \cos \phi_2 \cos \Delta\lambda). \quad (5)$$

Алгоритм визуализации и результаты моделирования

В качестве источника геоинформационных данных при реализации алгоритма визуализации объектов дополненной реальности (рисунок 1) был выбран OpenStreetMap - проект с открытым исходным кодом, которой является аналогом плиточных картографических сервисов, используемых такими системами, как OpenLayers. OpenStreetMap имеет глобальные векторные данные на уровне улиц и других пространственных объектов [4].



При построении маршрута определяются начальная и конечная координаты маршрута, их значения обрабатываются и передаются в маршрутный сервис OSRM. Для определения координат используется приемник GPS спутниковой системы навигации. Скаченные с серверов Open Street Map тайлы объединяются в карту, полученные координаты переводятся в систему координат карты и визуализируются посредством 2D-графики.

Видеопоток с камеры поступает в функцию отрисовки объекта, в которой производится обработка и анализ каждого кадра видеопотока. Вычисляется маска объекта, его растяжение и поворот, что позволяет однозначно задать положение объекта в пространстве. Затем объект выводится на экран при помощи графической библиотеки.

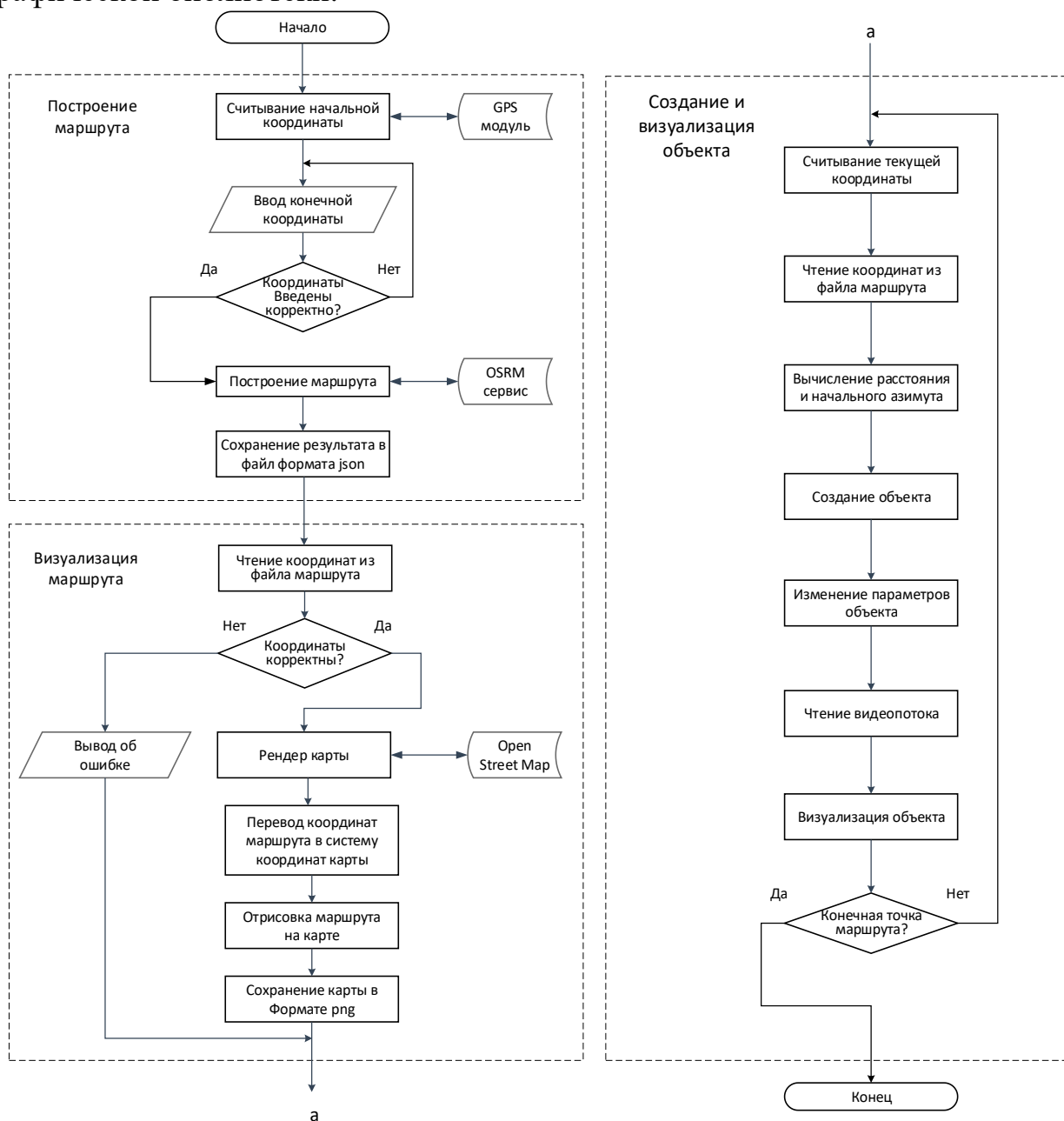


Рис. 1. Алгоритм визуализации объектов дополненной реальности



Разработанный алгоритм был реализован и опробован в программе на языке Python. При проведении моделирования с использованием сервиса OSRM сначала был построен оптимальный граф маршрута (рисунок 2). Затем в режиме реального времени программный код выводил на экран изображение дороги, полученное от видеокamеры, а также дополнительный слой с визуализацией направления движения по заданному маршруту в виде «подсказок» - стрелок-указателей. Маршрут сохранялся в отдельном файле формата json.

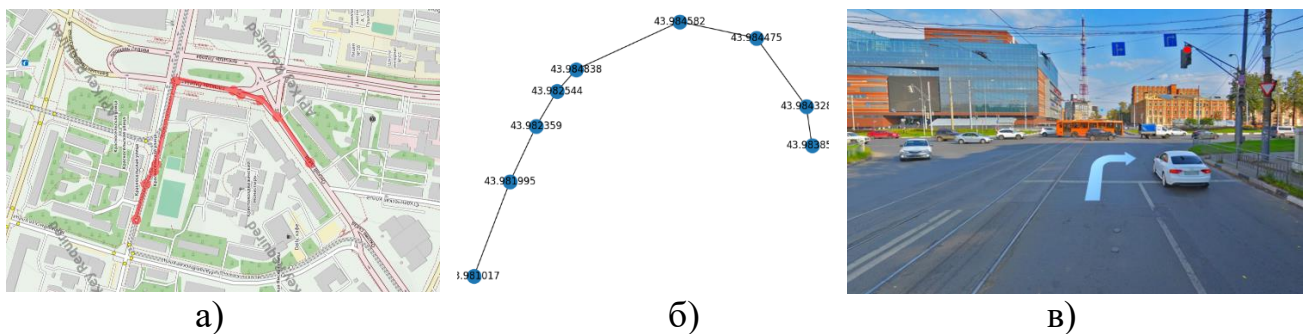


Рис. 2. Результаты моделирования: а) маршрут на карте, б) граф маршрута, в) визуализация объекта дополненной реальности.

Заключение

Создан и опробован алгоритм визуализации объектов с динамическими параметрами, функционально зависящими от геоинформационных данных с использованием сервисов OSRM и Open Street Map. Разработанный интерактивный интерфейс программы визуализации дополненной реальности с проекцией на лобовое стекло автомобиля обладает интегрированным эффектом от совмещения преимуществ навигационных систем и сервисов геоинформационных данных. Предложенный алгоритм может быть использован в программном обеспечении системы навигационного оснащения автомобиля.

Литература

- 1 Капралов, Е.Г. Геоинформатика / Капралов Е., Кошкарев А., Тикун В., Лурье И., Семин В., Серапинас Б., Сидоренко В., Симонов А. – М.: Academia, 2010.
- 2 Charissis V., Papanastasiou S. Human-machine collaboration through vehicle head up display interface / Cogn Tech Work, 2010. Vol. 12, pp. 41–50.
- 3 OSRM API Documentation [Электронный ресурс] // Project OSRM: [сайт]. URL: <http://project-osrm.org/docs/v5.22.0/api/#general-options> (дата обращения: 31.03.2021).
- 4 OpenStreetMap - wiki-карта мира [Электронный ресурс] // OpenStreetMap: [сайт]. URL: <https://www.openstreetmap.org/> (дата обращения: 31.03.2021).
- 5 Geisberger R., Sanders P., Schultes D., and Delling D. Contraction Hierarchies: Faster and Simpler Hierarchical Routing in Road Networks / Proceedings of



the 7th Workshop on Experimental Algorithms (WEA'08). 5038 of Lecture Notes in Computer Science, 2008, pp. 319–333.

6 Dijkstra E. W. A Note on Two Problems in Connexion with Graphs // Numerische Mathematik, 1959. Vol. 1, pp. 269–271.

7 Hart P. E., Nilsson N. J., Raphael B. A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths // IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics SSC4, 1968. Vol. 2, pp. 100 - 107.

В.С. Кузьмин, Д.В. Еленев

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА ПРЕДПРИЯТИЯ

(Самарский университет)

Транспортный комплекс является важным технологическим объектом для предприятия. Он обеспечивает перевозку грузов в определенные технологические зоны. Данные технологические объекты применяются в различных отраслях: космических, атомных, авиационных и горнодобывающих.

Автоматизированная система управления транспортным комплексом состоит из следующих элементов: программируемые логические контроллеры, панельный компьютер в промышленном исполнении. На рисунке 1 представлена аппаратная структура автоматизированной и вычислительной системы управления [2].

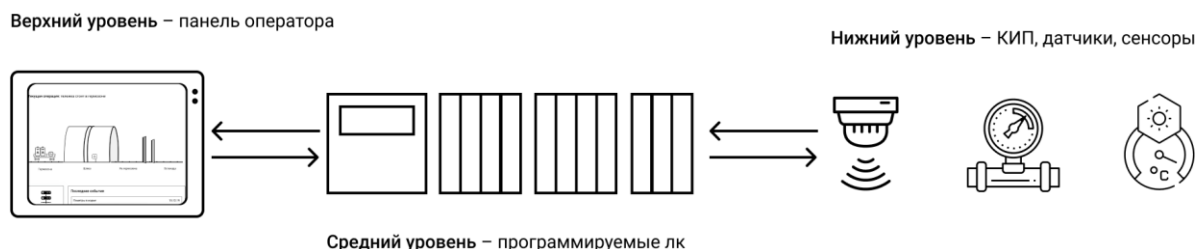


Рисунок 1

С датчиков полевого уровня на программируемый логический контроллер поступают дискретные и аналоговые сигналы с технологического объекта предприятия, после их обработки на программируемом логическом контроллере через интерфейс Ethernet по протоколу modbus TCP обработанные сигналы поступают программное решения панельного компьютера [3].

Основные алгоритмы работы и безопасности важных элементов транспортного комплекса заложены в программируемых логических контроллерах согласно правилам и требованиям основ автоматизированных систем управления технологическими процессами [4]. На рисунке 2 изображены примеры алгоритмов возникновения аварийных ситуаций элементов технологического объекта: выход из строя концевого выключателя, выход из строя реле давления.

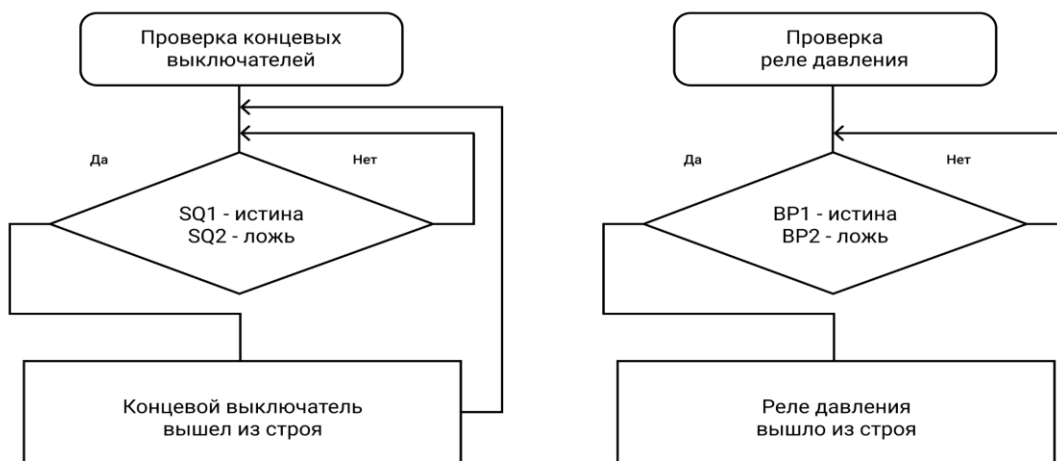


Рисунок 2

С помощью программного решения который внедрен в панельный компьютер (панель оператора) обслуживающий персонал осуществляет мониторинг состояний компонентов технологического объекта. Программное решение осуществляет вывод дискретных и аналоговых сигналов, например, давление в клапанах, срабатывание концевого выключателя. На рисунке 3 показана программная архитектура решения, которая осуществляет мониторинг состояний транспортного комплекса.

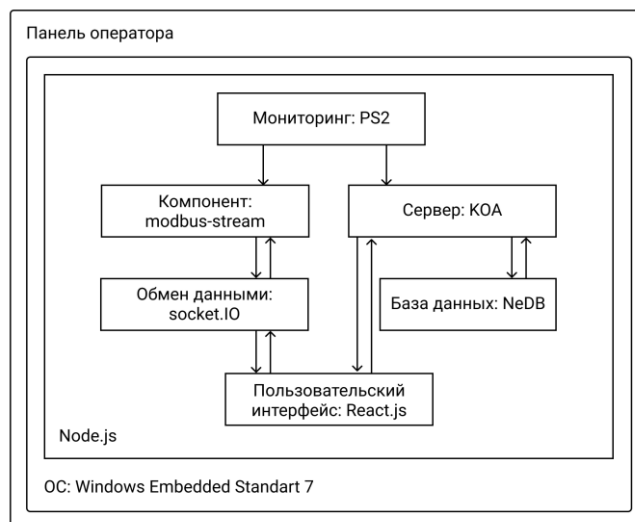


Рисунок 3

Спроектированный интерфейс позволяет оператору следить за состоянием как за отдельными элементами, так и за состоянием технологического объекта целиком. На рисунке 4 представлен прототип пользовательского интерфейса мониторинга транспортного комплекса, на котором показаны мнемосхема работы транспортного комплекса с анимацией текущей операцией, дискретные и аналоговые сигналы, журнал событий.

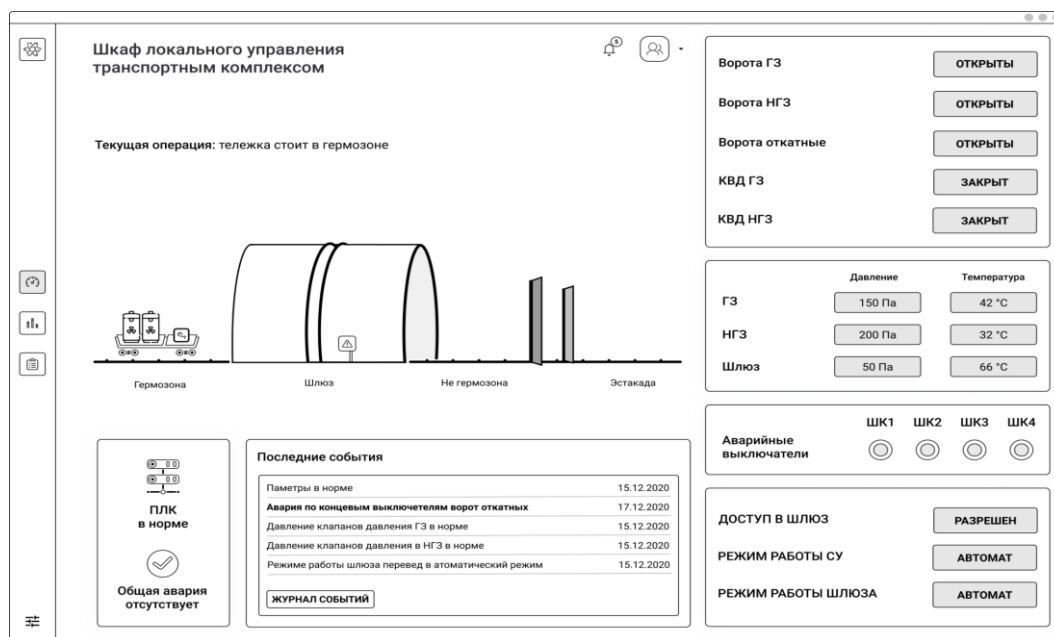


Рисунок 4

Внедренное программное решение обеспечивает вывод прогнозируемых состояний элементов автоматизированной системы управления технологическим процессом за счет применения экстраполяции [7]. Данный тип аппроксимации предназначен для распространения результатов, полученных из наблюдений над одной частью явления на другую его часть, недоступную для наблюдения. Перспективным направлением дальнейшей работы развития системы является учет и исследование возмущающих воздействий, в том числе при возникновении помех при измерениях.

Литература

1. Кузьмин, В.С. Разработка программного модуля для управления транспортным комплексом Беларусской АЭС / В.С. Кузьмин, К.В. Садова // Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, 2018. – С. 4-6.
2. Меньков, А.В. Теоретические основы автоматизированного управления / А.В. Меньков, В.А. Острейковский – М.: Оникс, 2005. – 640 с.
3. Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов – М.: Академия, 2012. – 352 с.
4. Перухин, М.Ю. Технические средства контроля в системах управления технологическими процессами: учебное пособие/ М.Ю. Перухин, В.П. Ившин – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. – 147 с.
5. Кузьмин В.С., Еленев Д.В. Мониторинг и прогнозирование результатов работы транспортного комплекса предприятия / VI Международная конференция и молодёжная школа «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2020).



Е.Р. Майоров, О.Н. Сапрыкин

АНАЛИЗ ДАННЫХ UBER MOVEMENT НА ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

(Самарский университет)

Жизнь в современном мегаполисе практически невозможно представить без личного автомобиля. Однако их массовое использование превратило этот вид транспорта из самого удобного и быстрого, в самый медленный и затратный по времени. Одной из основных причин этого является несоответствие городской транспортной инфраструктуры транспортному спросу. В настоящее время многие города пытаются исправить это и занимаются реконструкцией улично-дорожной сети в целях: увеличения пропускной способности, качества дорог, безопасности и др. [1] Однако, часто возникает вопрос оценки и прогнозирования таких изменений (например, количество полос или светофорный цикл). Современным и практичным способом прогнозирования и поиска сбалансированного решения как на конкретном участке дороги, так и на городской сети в целом, является моделирование проектов [2]. Однако в процессе создания имитационной модели часто возникает проблема соответствия этой модели реальной мобильности населения города. Многие современные исследователи занимаются анализом данных и определением наиболее подходящих данных для оценки соответствия модельных данных реальным.

Один из основных критериев при поиске данных является их открытость. Многие государства заботятся о защите прав их граждан на неприкосновенность частной жизни и поэтому ограничивают распространение персональных данных. Однако некоторые компании, которые специализируются на сборе данных и Big Data анализе, анонимизируют персональные данные, что позволяет их использовать в исследованиях.

Одной из таких компаний, предоставляющих открытые данные о мобильности населения в городах является Uber со своим сервисом Movement. Компания Uber уже много лет является лидером среди приложений такси и за это время собрала большое количество статистической информации. В сервисе Uber Movement находится агрегированная информация о среднем времени затрачиваемого на передвижения из одного транспортного района в другой (Рисунок 1).

Эти данные можно экспортировать и использовать для анализа собственными средствами и методами. Формат данных представлен на рисунке 2: sourceid – номер транспортного района отправления, dstid – номер транспортного района назначения, mean_travel_time – среднее время, необходимое для передвижения из района отправления в район назначения.

Для проведение сравнительного анализа и анализа соответствия этих данных реальным, был разработан экспериментальный метод, основанный на



проверке имитационном моделировании транспортных потоков. Метод состоит из следующих основных шагов:

1. Импорт и предварительная обработка данных Uber Movement.
2. Преобразование временной матрицы в матрицу корреспонденций.
3. Создание имитационной модели по матрице корреспонденций.
4. Сравнение интенсивности транспортных потоков в модели с данными детекторов.

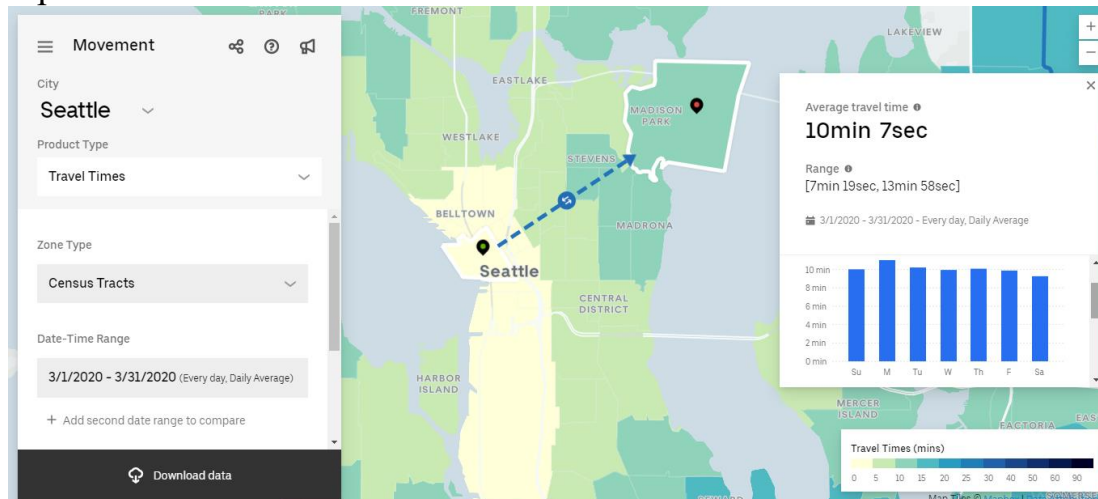


Рисунок 1 – Сервис Uber Movement

	A	B	C	D	E
1	sourceid	dstid	hod	mean_travel_time	standard_deviation_travel_time
2	658	101	19	1088.21	397.11
3	241	83	18	1552.0	367.42
4	702	227	8	2620.78	652.56
5	610	581	19	453.22	79.15
6	240	93	18	2086.2	658.23
7	267	319	10	1064.8	277.81
8	641	271	19	2150.0	493.76
9	66	109	20	708.88	179.24
10	6	193	11	1588.25	709.3
11	17	83	11	896.5	183.64
12	285	139	10	828.89	126.75
13	136	536	10	1130.44	142.9
14	166	236	10	802.7	213.03
15	134	556	10	1589.38	116.89
16	152	376	10	1510.2	451.87

Рисунок 2 – Цифровой формат данных Uber Movement

Преобразование временной матрицы Uber Movement в матрицу корреспонденций выполнялось по формуле:

$$T_{ij} = \frac{L_{ij} * p}{t_{ij}} \quad (1)$$

- T_{ij} – объем перемещений между районами;
- L_{ij} – манхэттенское расстояние между районами;
- p – суммарная плотность населения в районе отправления и районе назначения;



- t_{ij} – среднее время, затрачиваемое между районами.

Имитационное моделирование проводилось в программном продукте SUMO [3], который обладает средствами моделирования синтетического транспортного спроса по матрице корреспонденций.

Проверка корректности имитационной модели осуществляется при помощи GEN-анализа:

$$GEN = \sqrt{\frac{2(M-C)^2}{M+C}} \quad (2)$$

где M – данные об интенсивности Uber Movement, C – данные об интенсивности с государственного сайта статистики. Считается, что модель адекватно описывает реальные транспортные потоки, если 85% и более замеров имеют значение $GEN < 5$ [4].

Метод был опробован на открытых данных города Сиэтл (США). С официального сайта Сиэтла были экспортированы статистические данные в формате среднего значения интенсивности на участках улично-дорожной сети за 24 часа в рабочие дни (с понедельника по пятницу) – AWDТ (Average Weekday Day Traffic). Эти данные использовались для валидации модели, построенной по данным Uber Movement.

Анализ результатов имитационного моделирования показал, что 52% данных взятых с Uber Movement входят в адекватное значение $GEN < 5$, 76% - входят в диапазон $GEN < 10$.

Помимо GEN-анализа так же был проведен регрессионный анализ, сравнивающий моделируемый и реальный транспортные потоки (рисунок 3) [5].

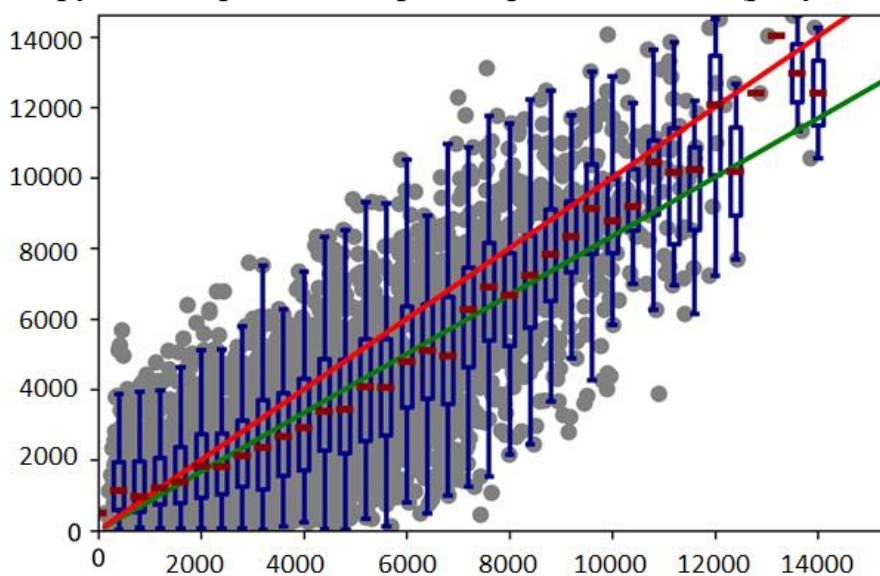


Рисунок 3 – График линейной регрессии

Так же были вычислены значение коэффициента $b=0.8389$, значение среднеквадратичной ошибки = 19292674.63 и R^2 (коэффициент детерминации) = 0.60.



Полученные результаты говорят о том, что модель построенная на основе данных Uber Movement не отвечает требованиям адекватности по GEN метрике, однако регрессионный анализ показывает причину таких значений. Из графика видно, что моделируемый поток в среднем на 17% ниже реальных данных. Возможными путями исправления модели являются:

- введение дополнительных коэффициентов в формулу (1)
- калибровка имитационной модели на данных детекторов.

Литература

1. Михайлов А.Ю., Головных И.М., Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов// – Новосибирск: Наука, – 2004. – с.267
2. Швецов В. И., Математическое моделирование транспортных потоков// Автомат. и телемех., – 2003. – №11. – с.3–46.
3. Lopez P.A. et al., Microscopic Traffic Simulation using SUMO, 2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Maui, HI, USA, 2018, pp. 2575-2582, doi: 10.1109/ITSC.2018.8569938
4. Feldman O., The GEN Measure And Quality Of The Highway Assignment Models, European Transport Conference At: Glasgow, October 2012
5. Шашков, В.Б. Прикладной регрессионный анализ. Многофакторная регрессия// Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, – 2003. – с.363.

А.А. Мещеряков

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ДЛЯ МОРСКИХ СУДОВ

(Самарский университет)

Одной из важных проблем судоходства является задача построения оптимального маршрута с учетом метеорологических условий и обеспечения безопасности прохождения пути. Построение оптимального по времени маршрута с учетом данных прогноза погоды особенно важно с точки зрения сокращения экономических затрат. Поэтому проведение исследований по оптимизации маршрута по указанным критериям крайне актуально в навигации.

Несмотря на быстрое развитие информационных технологий в последние годы, до сих пор не существует универсального общепринятого метода построения оптимальных маршрутов, гарантирующего вычислительную простоту и точность прогноза.

Для решения задачи построения оптимального маршрута сначала необходимо описать математическую модель. Скорость судна при плавании в данной модели описывается следующим соотношением:

$$V = V_0 + V_{wt}\alpha + V_{wd}\beta,$$

Где V_0 - собственная скорость судна;



V_{wt} - скорость течения;

V_{wd} - скорость ветра;

α - коэффициент угла между курсом и направлением течения;

β - коэффициент угла между курсом и направлением ветра;

Длительность движения судна будет изменяться в зависимости от степени воздействия внешних факторов на отдельных отрезках маршрута. В общем случае

$$t = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} + \dots + \frac{S_n}{V_n},$$

Где S_1, S_2, \dots, S_n — отрезки пути судна, на которых наблюдаются разные гидрометеорологические условия, мили;

V_1, V_2, \dots, V_n — абсолютная скорость судна на соответствующих участках пути, узлы;

Таким образом, общее время плавания с учетом скорости и направления ветра и течения на всех промежутках пути выражается следующей формулой:

$$t = \frac{S_1}{V_0 + V_{1wt}\alpha_1 + V_{wd1}\beta_1} + \frac{S_2}{V_0 + V_{2wt}\alpha_2 + V_{wd2}\beta_2} + \dots + \frac{S_n}{V_0 + V_{nwt}\alpha_n + V_{wdn}\beta_n} + t_{ST}$$

Из формулы следует, что мы должны решить следующую задачу оптимизации для каждого участка пути S :

$$\begin{cases} S \rightarrow \min \\ V_{wt}\alpha \rightarrow \max \\ V_{wd}\beta \rightarrow \max \end{cases}$$

Разбиение на участки S будет проводиться в тех точках, где меняется направление ветра или течения, либо в следствие обхода препятствий меняется курс судна.

Данная математическая модель обладает аддитивностью и оптимальной подструктурой, что позволяет решать рассматриваемую задачу в терминах динамического программирования.

В основе метода лежит идея рассмотрения исходной задачи как представителя семейства сходных с ней задач. Данный метод применим к задачам с оптимальной подструктурой, выглядящим как набор перекрывающихся подзадач, сложность которых чуть меньше исходной. Подход динамического программирования состоит в том, чтобы решить каждую подзадачу только один раз, сократив тем самым и количество вычислений.

Оптимальная подструктура в динамическом программировании означает, что оптимальное решение подзадач меньшего размера может быть использовано для решения исходной задачи. В общем случае мы можем решить задачу, в которой присутствует оптимальная подструктура, проделывая следующие три шага.

1. Разбиение задачи на подзадачи меньшего размера.
2. Нахождение оптимального решения подзадач рекурсивно, проделывая такой же трехшаговый алгоритм.



3. Использование полученного решения подзадач для конструирования решения исходной задачи.

Одним из основных свойств задач, решаемых с помощью динамического программирования, является аддитивность. Неаддитивные задачи решаются другими методами.

Одним из классических примеров методов динамического программирования является алгоритм Дейкстры. Данный алгоритм находит кратчайшие пути от одной из вершин графа до всех остальных.

Сложность алгоритма Дейкстры зависит от способа нахождения вершины, расстояние до которой ищется, а также способа хранения множества непосещённых вершин и способа обновления меток. Обозначим через n количество вершин, а через m — количество рёбер в графе G .

В простейшем случае, когда для поиска вершины с минимальным расстоянием $d[v]$ просматривается всё множество вершин, а для хранения величин d используется массив, время работы алгоритма есть $O(n^2)$. Основной цикл выполняется порядка n раз, в каждом из них на нахождение минимума тратится порядка n операций. На циклы по соседям каждой посещаемой вершины тратится количество операций, пропорциональное количеству рёбер m (поскольку каждое ребро встречается в этих циклах ровно дважды и требует константное число операций). Таким образом, общее время работы алгоритма $O(n^2 + m)$, но, так как $m \leq n(n-1)$, оно составляет $O(n^2)$.

Данная сложность алгоритма является существенным недостатком при большом количестве узлов. В случае решения задачи поиска оптимального маршрута для морских судов, вершинами графа являются географические координаты с подходящей для данного судна глубиной. Точность построения маршрута (и, как следствие, безопасность прохождения пути) при этом растёт с увеличением масштаба координат, что в свою очередь приводит к росту количества вершин графа и значительному увеличению времени работы алгоритма.

Исходя из этой особенности, алгоритм Дейкстры плохо применим для построения длинных маршрутов в открытых водах.

Популярным улучшением алгоритма Дейкстры является алгоритм A^* , который представляет собой поиск первого наилучшего совпадения на графе, который так же учитывает стоимость перехода от одной вершины к другой.

Порядок обхода вершин определяется эвристической функцией:

$$f(x) = h(x) + g(x),$$

Где $h(x)$ - функция оценки расстояния от текущей вершины до конечной;

$g(x)$ - функция стоимости достижения текущей вершины из начальной;

Сложность данного алгоритма оценивается следующим образом:

$$|h(x) - h^*(x)| \leq O(\log h^*(x)),$$

Где h^* - оптимальная эвристика, то есть точная оценка расстояния из текущей вершины x до конечной;

Данный алгоритм работает существенно быстрее, чем алгоритм Дейкстры, однако он не способен корректировать уже пройденную часть марш-



рута в случае, если на пути встречается препятствие и его можно обойти более оптимальным способом.

Для устранения вышеназванных недостатков рассмотренных алгоритмов был разработан новый алгоритм, основанный на методе A^* , учитывающий препятствия на пути и обходящий их оптимальным способом. Для целей данной работы назовем разработанный алгоритм «модифицированный A^* ».

Модифицированный алгоритм A^* рекурсивно использует принципы динамического программирования. Путь из начальной в конечную точку разбивается на участки, в которых отсутствуют препятствия и курс судна остается неизменным. На граничных точках между участками, где необходимо обойти препятствие прежде, чем попасть на следующий прямолинейный участок, используется метод обхода вершин графа из алгоритма A^* .

Псевдокод разработанного алгоритма:

Обозначения

- $Z[1..n][1..k]$ - матрица координат, в которой точки с подходящей для судна глубиной обозначены числом 0, мелководье - числом 1.
- a — текущая начальная вершина
- b - текущая точка
- A - начальная вершина, от которой строится маршрут
- B - конечная вершина, до которой строится маршрут
- U — множество посещённых граничных вершин
- L - множество непосещённых граничных точек препятствия
- $d(A,B)$ — по окончании работы алгоритма равно длине кратчайшего пути из A до вершины B

Присвоим $a \leftarrow A$, $d(A,B) = 0$

Пока $Z[i][k] == 0$ или $b \neq B$, строим прямолинейный маршрут от a до B , проходящий через координаты $Z[i][k]$.

Если $Z[i][k] == 1$, добавляем точку b с координатами $Z[i][k]$ в L .

Пока L не пусто:

Сортируем L по расстоянию до конечной точки B

Если путь из a в b является касательным к текущему препятствию:

$$d(A,B) += d(a,b)$$

Запускаем алгоритм с параметрами $a = b$

Иначе:

добавляем все соседние вершины от b в L , если они тоже граничные точки препятствия.

Удаляем b из L

Добавляем b в U

Данный алгоритм позволяет избежать излишней кривизны пути при обходе препятствий за счет повторного пересчета маршрута на некоторых участках для обхода препятствия по касательной.



Литература

1. Левитин А. В. Глава 9. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ — М.: Вильямс, 2016. — С. 189—195. — 576 с. — ISBN 978-5-8459-0987-9
2. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2014. — С. 1296. — ISBN 0-07-013151-1.
3. Рассел, Стюарт (2018). Искусственный интеллект: современные методы. (4-ое издание.). Бостон: Пирсон. ISBN 978-0134610993. OCLC 1021874142.

Т.И. Михеева, Н.М. Клепиков, С.В. Михеев

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ В СРЕДЕ «ITSGIS»

(Самарский университет)

Методы распознавания дорожных знаков, используемые в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS», реализуются на использовании аппаратных и программных модулей: камера, плата захвата изображения, база данных, модуль обнаружения, модуль классификации.

Изображение с камеры поступает на вход системы. Затем алгоритмом определяется дислокация дорожного знака. После этого знак распознается плагином распознавания.

База данных содержит схему в зависимости от поставленных перед распознаванием задачи.

Системы могут распознавать следующие знаки дорожного движения:

- ограничение скорости;
- въезд запрещен;
- обгон запрещен;
- отмена запрета обгона;
- движение прямо;
- движение налево;
- движение направо;
- движение прямо или налево;
- движение прямо или направо;
- объезд препятствия слева;
- объезд препятствия справа;
- переходный переход;
- главная дорога;
- уступите дорогу.

Точность распознавания заметно уменьшается, если знак дорожного движения испачкан, частично перекрыт чем-либо или наклонен.



Рассмотрим существующие методы, применяемые для распознавания дорожных знаков. В интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» рассмотрены:

- сравнение с шаблоном;
- метод Виолы Джонса;
- искусственные нейронные сети;
- свёрточные нейронные сети.

Сравнение с шаблоном

При распознавании происходит сравнение изображения с ранее зарегистрированными данными. Существует два метода сравнения.

- 1 Идентификация – полученное изображение сравнивается с большим количеством шаблонов, которые сохранены в базе данных системы (один ко многим). Отвечает на вопрос – кто это, занимает больше времени, содержит большее количество ошибок.
- 2 Верификация – полученное изображение сравнивается с зарегистрированным шаблоном (один к одному). Отвечает на вопрос – тот ли это, с кем сравнивается отпечаток, гораздо быстрее по времени, безошибочнее, но требует ввод дополнительного идентификатора, например, карта или пинкод.

Метод Виолы Джонса

Метод Виолы-Джонса – наиболее популярный алгоритм, позволяющий с высокой скоростью обнаруживать области расположения объектов на изображениях. Был предложен в 2001 году Полом Виола и Майклом Джонсом. Несмотря на то, что основная задача метода состоит в обнаружении лиц, он может использоваться для распознавания различных классов объектов. Существует множество реализаций, в том числе в составе библиотеки компьютерного зрения OpenCV.

Основопологающей идеей при создании метода Виолы-Джонса для распознавания лиц является выделение признаков изображения и последующего обучения алгоритма на них.

Признаки, используемые методом, используют суммирование пикселей из прямоугольных регионов. Признаки, использованные Виолой и Джонсом, содержат более одной прямоугольной области. На рисунке 1 показано четыре различных типа признаков.

Значение для каждого признака вычисляется как вычитание суммы пикселей в белых прямоугольниках из суммы пикселей в черных. Несмотря на чувствительность прямоугольных признаков к вертикальным и горизонтальным особенностям изображений, они весьма примитивны, и результат их поиска груб. Тем не менее, при условии сохранения изображения в интегральном формате, проверка такого признака на конкретной позиции проводится за константное время, что является преимуществом по сравнению с более точными вариантами. Каждая прямоугольная область в используемых признаках всегда смежна с другим прямоугольником, поэтому расчет признака с 2 прямоуголь-



никами состоит из 6 обращений в интегральный массив, для признака с 3 прямоугольниками – из 8, с 4 прямоугольниками – из 9.

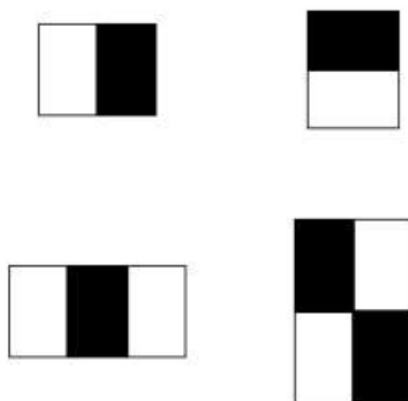


Рис. 1. Типы признаков для алгоритма Виолы-Джонса

Базовый метод Виолы-Джонса имеет ряд недостатков:

- длительное время работы алгоритма обучения. В ходе обучения методу необходимо проанализировать большое количество тестовых изображений;
- большое количество близко расположенных друг к другу результатов из-за применения различных масштабов и скользящего окна.

Искусственные нейронные сети

В настоящее время существует огромное количество нейросетевых областей, которые были созданы для решения задач распознавания объектов на изображениях. Решение этих задач привело к возникновению трудностей, которые связаны с образами объектов их подтверждением и разного рода искажениям: повороты, шум, смещения, изменение размера. Во многих случаях такую сложность можно избежать, благодаря правильному выбору нейросетевой архитектуры и её способа обучения.

После исследования множества работ, связанных с этой проблемой, был сделан вывод, что на сегодняшний момент не существует идеальной модели, которая могла бы быть не чувствительна ко всем 4 видам искажений, описанным выше.

Искусственная нейронная сеть — математическая модель, а также её программная реализация, которая создана по принципу функционирования биологических нейронных сетей, а именно сетей нервных клеток живого организма. Такие понятия возникли при попытке смоделировать эти процессы, после изучения процессов, которые протекают в человеческом мозге.

После того, как алгоритм обучения был разработан, получаемые модели стали использоваться в задачах прогнозирования, распознавания образов, управления и др. [1, 2].

На рисунке 2 приведен пример строения нейронной сети:

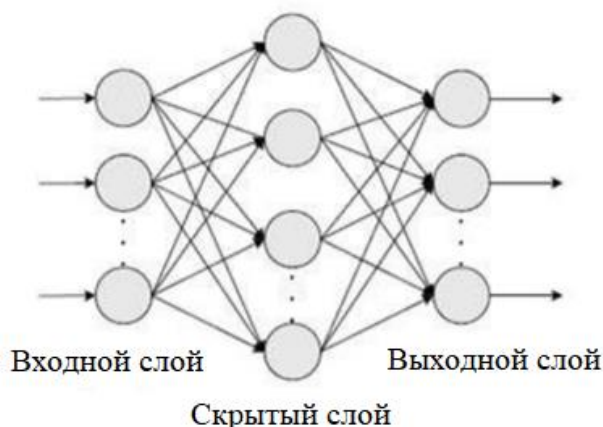


Рис. 2. Строение нейронной сети

Существующие плюсы ИНС:

- высокие классифицирующие способности;
- высокая скорость работы;
- обучение по базе данных изображений.

Из минусов можно выделить:

- трудоемкий и долгий процесс выбора архитектуры ИНС;
- большое количество слоёв, нейронов и весовых коэффициентов;
- долгий и сложный процесс обучения, возможно до переобучения.

Трудность задачи заключается в том, что на изображениях реальных сцен дорожные знаки могут быть подвержены искажениям, размыты или быть зашумлены, а также знак может быть повернут, может быть грязным или даже деформирован. Обычная ИНС очень чувствительная к подобным искажениям.

В дополнение к вышесказанному следует упомянуть, что изображения, полученные с камеры, состоят содержать в себе большое количество пикселей, из-за этого размер ИНС будет возрастать, из этого следует, что и всех ее составляющих. Следовательно, будет увеличиваться сложность вычислений и ресурсоемкость при обучении и время работы [3].

Исходя из проведенного анализа, мы видим все существующие недостатки классических искусственных нейронных сетей, поэтому следует использовать свёрточные нейронные сети, которые имеют такие преимущества:

- устойчивость к смещениям;
- устойчивость к искажению входного сигнала;
- устойчивость к поворотам;
- устойчивость к изменению масштаба и др.

Свёрточные нейронные сети

Свёрточная нейронная сеть – специальная архитектура искусственных нейронных сетей, предложенная Яном Лекуном и нацеленная на эффективное распознавание изображений, входит в состав технологий глубокого обучения.

Данная технология опирается на аналогии зрительной оры головного мозга и его принципами работы, в которой были открыты простые клетки, которые



реагируют на прямые линии под разными углами, и сложные клетки, которые реагируют на активацию определённого набора простых клеток.

Исходя из этого, идея свёрточных нейронных сетей заключается в том, что чередуются свёрточным слоем и слоями подвыборки [4, 5].

Одним из важных моментов в изучении свёрточных нейронных сетей является определение «разделяемых» весов, то есть определённая часть нейронов одного из изучаемых слоев нейронной сети может использовать одинаковые весовые коэффициенты. Такие нейроны использующие одинаковые веса, после нахождения, объединяются в карты признаков, а каждый из нейронов, связан с частью нейронов предыдущего слоя из-за входящий карт признаков [6].

Во время вычисления сети каждый нейрон выполняет свертку определенной области предыдущего слоя, который определяется множеством нейронов, связанных с данным нейроном. Слои свёрточной нейронной сети, построенные по данному принципу, называются свёрточными слоями.

В свёрточной нейронной сети, помимо свёрточных слоев могут быть слои подвыборки, которые выполняют функции уменьшения размерности пространства карт признаков, а также полносвязные слои, в которых выходной слой, как правило, всегда полносвязный [7].

Архитектура данной сети представлена на рисунке 3.

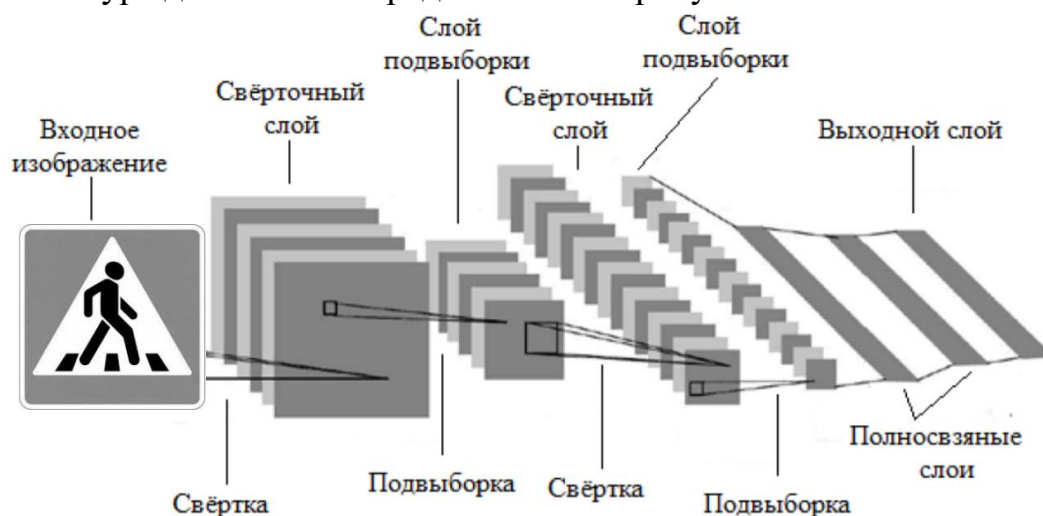


Рис. 3. Строение свёрточной нейронной сети

Распознавание дорожных знаков

На этапе различения дорожных знаков алгоритм классификации использует специально подготовленные эталонные бинарные изображения, которые являются внутренними областями дорожных знаков. На рисунке 4 изображены несколько таких шаблонов

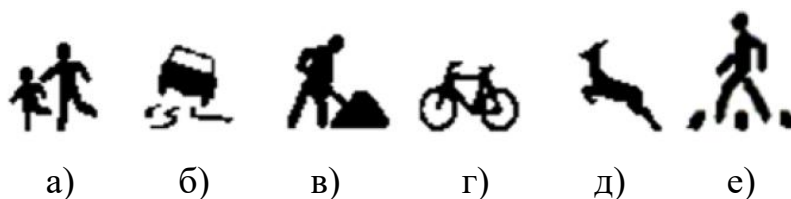


Рис. 4. Шаблоны для алгоритма классификации



Для распознавания знака используется простое вычитание двух изображений и выбор пары с наименьшим значением, которое будет указывать на наибольшую близость эталона. В случае больших значений, алгоритм выдаст сообщение о ложном обнаружении, так как ни одно из эталонных изображений не похоже на локализованную область. Это обозначает, что найденная область не содержит дорожный знак.

На рисунке 5 демонстрируется пример распознавания знака «Пешеходный переход» по изображению согласно рис. 4 е).

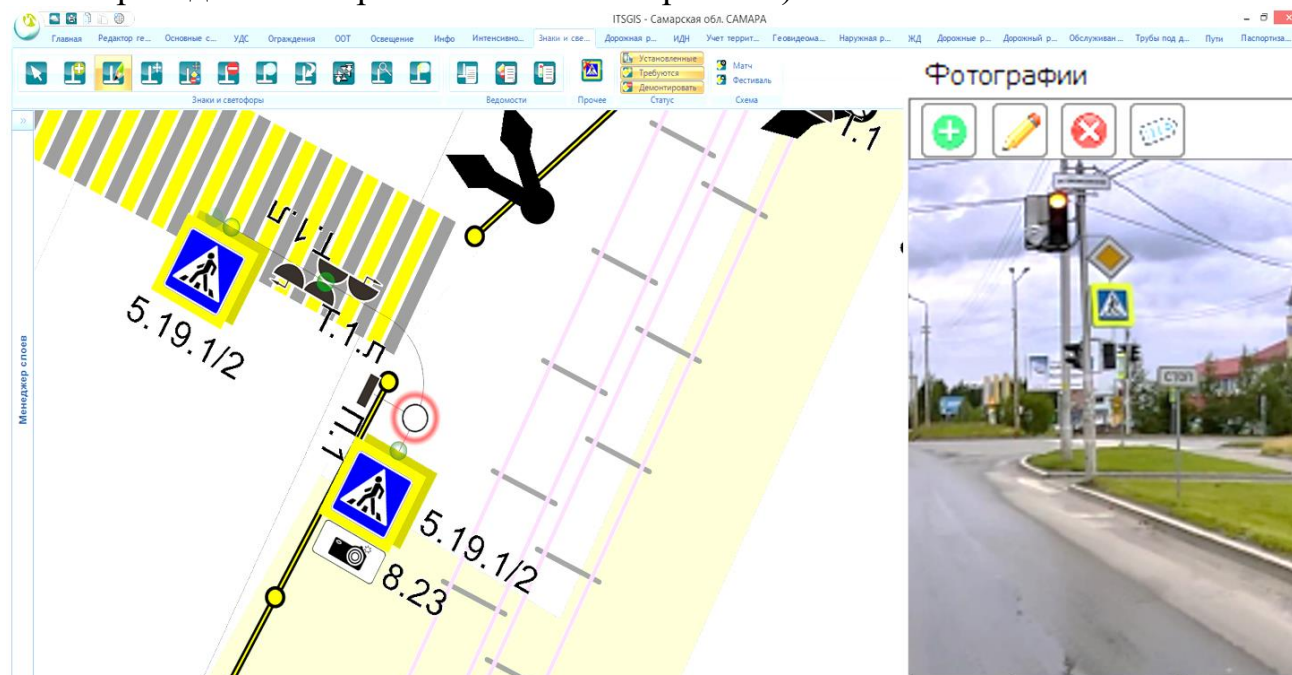


Рис. 5. Распознавание знака по изображению с визуализацией на карте в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS»

Время выполнения такого различия в среднем 1-2 мс с использованием 32 типов эталонных изображений. Под типом изображения подразумевается уникальное изображение одного дорожного знака. Эталонных изображений каждого типа может быть неограниченное количество. Так, например, в настоящей реализации данного метода было использовано по 5 изображений каждого типа, то есть всего 160 эталонных изображений.

Литература

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
2. Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей // Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 287 с.
3. Тадеусевич Р. Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ: пер. с пол. // Р. Тадеусевич [и др.]. – М.: Горячая линия-Телеком, 2011. – 408 с.
4. Михеева Т.И. Системный анализ объектов транспортной инфраструктуры в геоинформационной среде // Программные продукты и системы. – 2018. – № 1 (31). – С. 12-18.



5. Михеев С.В. Предикатные модели для экспертизы дислокации дорожных знаков / Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – С. 157-163.

6. Mikheeva T. Recognition of Urban Transport Infrastructure Objects Via Hyperspectral Images / O. Saprykin, A. Fedoseev, T. Mikheeva // In Proceedings of the 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS-2016). Rome, Italy: SCITEPRESS, 2016. – Pp. 203-208.

7. Zhang, Z. CNN Optimization and its application in traffic signs recognition based on GRA. J. Residuals Sci. Technol. 2016, 13, 6

Т.И. Михеева, И.А. Нефедов, А.В. Золотовицкий, А.С.Хаев

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДИСЛОКАЦИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЕООБЪЕКТОВ ПЛАГИНА «МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ»

(Самарский университет)

Плагин «Мостовые сооружения» является частью базы данных геообъектов интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» и служит для добавления, хранения, ведения и анализа данных о мостовых сооружениях России. Для решения указанных задач в классификации и дислокации мостовых сооружений необходима семантика всех геообъектов данного типа. Геообъекты «Мостовое сооружение» в ITSGIS – искусственное сооружение на дорогах, включающее пролетные строения и опоры, предназначенное для пропуска дороги над различными препятствиями (реками – мосты, ущельями – виадуки, другими дорогами – путепроводы) или на некоторой высоте над поверхностью земли (эстакады) [1].

Геообъектом «Мостовые сооружения» на электронной карте является совокупность цифровых данных (метрики, семантики, справочных данных), которым может соответствовать реальный объект на местности (мост, река, здание и т.д.) или группа объектов (групповое соединение различных типов транспортных средств и т.п.) или часть объекта (при сложном описании метрики объекта – она может быть разделена на два объекта, или объект может быть описан подробно (мост, лестница, ограждения, освещение и т.п.) или не имеется соответствия (поясняющие подписи, горизонталы, километровая сетка и т.д.).

Плагин стандартизации визуализации геообъектов «Мостовые сооружения» в среде ITSGIS позволяет решать следующие задачи:

- установка геообъектов на электронной карте с проверкой допустимости установки объекта;
- удаление геообъекта, установленного на карте;
- изменение дислокации установленного геообъекта;
- изменение семантики установленного геообъекта;



- создание индивидуальных и сводных ведомостей об установленных геообъектах.

Географический объект в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» – это программный объект, который является аналогом мостовых сооружений [1, 2].

Для реализации плагина «Мостовые сооружения» разработана структура базы данных, пригодная для хранения информации о мостовом сооружении. В базе данных хранится информация о типе мостового сооружения: мост (может быть разводным), путепровод, эстакада, скотопроегон, понтон, виадук, акведук, летающий паром, тоннель [3].

Построение физической модели БД производилось на основе логической модели, представленной ранее. Соответствие отношений и таблиц БД приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие отношений и таблиц

Отношение	Таблица
Мостовое сооружение	bridges_bridge
Опора	bridges_bridge_support
Пролётное строение	bridges_span_structure
Пересекаемое препятствие	bridges_bridge_obstacle
Информация о документации	bridges_documentation_info
Информация о ремонтах	bridges_info_of_repairs
Тип дефекта	bridges_defect_type
Раздел типа дефекта	bridges_defect_scroll_section
Дефект	bridges_defect
Типовой проект	bridges_typical_project
Территория	bridges_territory
Балка	bridges_span_beam
Материал	bridges_material
Ограждение	bridges_protection

Визуализация мостового сооружения на электронной карте приведена на рисунке 1.

ER-модель плагина «Мостовые сооружения» приведена на рисунке 2.

Диаграмма вариантов использования плагина «Мостовые сооружения» приведена на рисунке 3.

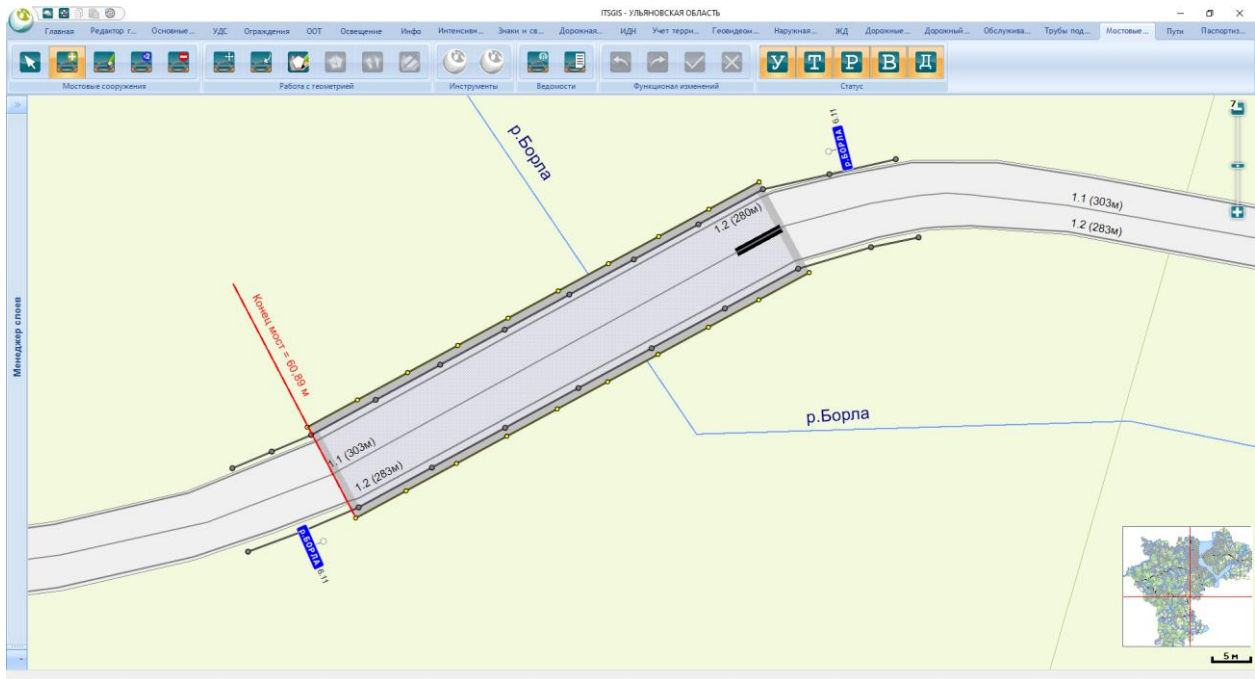


Рис. 1. Визуализация мостового сооружения на карте

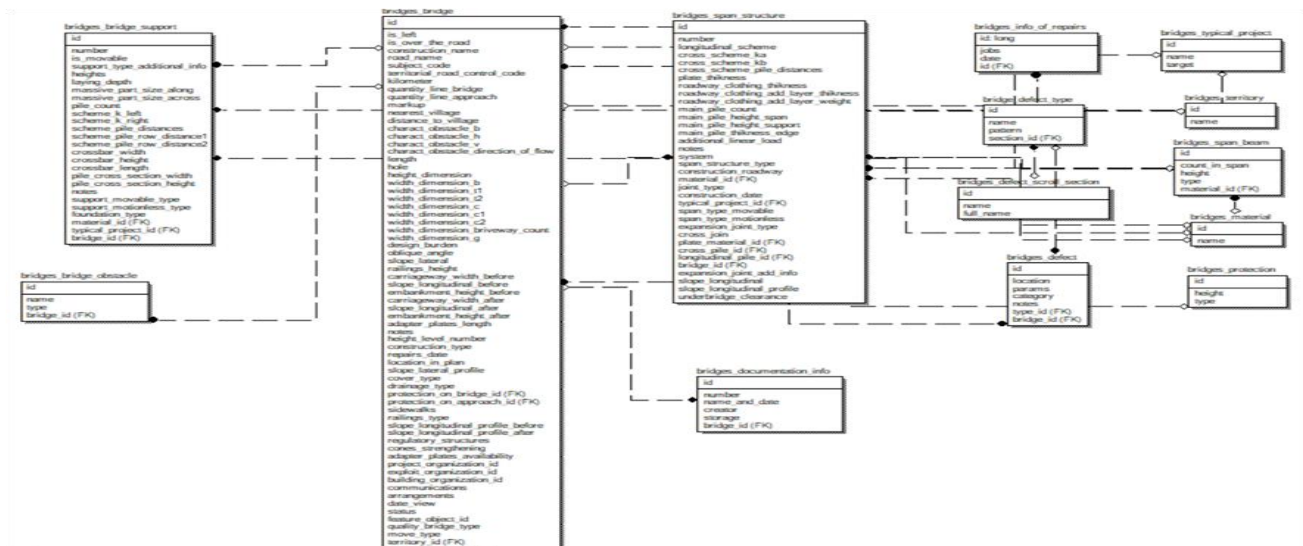


Рис. 2. ER-модель плагина «Мостовые сооружения»



Рис. 3. Диаграмма вариантов использования системы



Плагин ITSGIS «Мостовые сооружения» реализован с использованием .NET Framework 4.0 и C#.

В настоящий момент плагин «Мостовые сооружения» используется в различных городах Российской Федерации и позволяет просматривать информацию о мостовых сооружениях и формировать отчёты согласно стандарту.

Литература

1. Нефедов, И.А. Метод анализа дислокации и семантики геообъектов «мостовые сооружения» / И.А. Нефедов, Т.И. Михеева // IT & Transport / ИТ & Транспорт. – Самара : Интелтранс, 2021. – С. 82-90.
2. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и сертификация / И.М. Лифиц // Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Юрайт-Издат, 2003. – 318 с.
3. Михеева, Т.И. Стандарт дислокации и визуализации геообъектов на электронной карте в среде ITSGIS / Т.И. Михеева, О.К. Головнин, В.В. Елизаров // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры, 2018. – Ч. I. – С. 261.
4. 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 (86). – С. 301-310.
5. ITSGIS. Описание. [Электронный ресурс] URL: <http://www.itsgis.ru/site/page?page=about> (дата обращения: 17.04.2021)
6. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головин [и др.] – Самара: Интелтранс, 2016. – 171 с.
7. Михеева, Т.И. Построение геоинформационной математической модели транспортной инфраструктуры / Т.И. Михеева, О.Н. Сапрыкин, О.В. Сапрыкина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 4-2. – С. 409-412.
8. Дейт, К. Введение в системы баз данных [Текст] – М.: «Вильямс», 2000. – 848 с.
9. Осьмушин, А.А. Интеллектуальная транспортная система управления загрузкой сети / А.А. Осьмушин, А.И. Чугунов // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений, Труды VII Всероссийской научной конференции (с приглашением зарубежных ученых). В 3-х томах. – Уфа : УГАТУ, 2019 – С. 95-101.
10. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS дислокации геообъектов «Мостовые сооружения» на интерактивной карте / Т.И. Михеева, И.А. Нефедов, А.С. Хаев // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021614537. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2021.
11. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS дислокации геообъектов «Памятники» на интерактивной карте



/ Т.И. Михеева, М.М. Петряев, И.А. Нефедов, А.С. Хаев // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021614844. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2021.

Т.И. Михеева, В.Д. Павленко, А.И. Чугунов

ПЛАГИН ДИСЛОКАЦИИ ГЕООбЪЕКТОВ «АВТОЗАПРАВОЧНЫЕ СТАНЦИИ» НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ В СРЕДЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ITSGIS»

(Самарский университет)

В России пользуются широким спросом двухмерные геоинформационные системы – электронные карты с привязанной к ним информацией по объектам. Например, генеральные планы территории, которые сегодня зачастую используются для городского планирования, представляют собой изображение, полученное методом графического наложения чертежа проектируемого объекта на топографический, инженерно-топографический или фотографический план территории.

Интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS», в среде которой разработан плагин – это ГИС с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской транспортной инфраструктуры (в том числе АЗС) и специализированными геообъектами. «ITSGIS» предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской транспортной инфраструктуры (в том числе АЗС) на основе геоинформационной системы. «ITSGIS» позволяет: отображать электронные карты распространенных форматов, редактировать карту с помощью базовых графических примитивов, гибко настраивать пользовательский интерфейс [1]. Все эти возможности были использованы при разработке плагина.

Геообъектом электронной карты в ITSGIS является совокупность данных (расположения, семантики, справочной информации), отражающая характеристики объекта реального мира, например, АЗС [2].

Отдельные геообъекты на карте могут быть объединены в слои. Слои обычно содержат в себе логически связанные геообъекты, обладающие одним или несколькими общими признаками. Для объектов плагина АЗС существует собственный слой [3].

Основными типами объектов в пространстве, используемых при разработке плагина, являются точка и полигон. Набор из нескольких пространственных объектов может быть объединен в составной объект.

В пространстве точечный объект характеризуется двумя координатами – X и Y. Точечный объект используется для обозначения объекта, размеры и про-



тяженность которого не имеют значения. В плагине точечный объект используется для обозначения элементов обустройства объекта АЗС.

Полигональный объект представляется в виде некоторой площади, контур которой описан замкнутой линией. Ключевыми пространственными характеристиками для полигонального объекта можно считать центроид и замкнутую линию, формирующую контур объекта. В плагине в виде полигонального и многоточечного объектов представлен объект АЗС [4, 5].

Плагин дислокации геообъектов «Автозаправочные станции» разработан в среде ITSGIS и реализует функционал добавления и изменения объекта АЗС и его семантики в базе данных. Доступные пользователю действия приведены в диаграмме вариантов использования на рисунке 1.

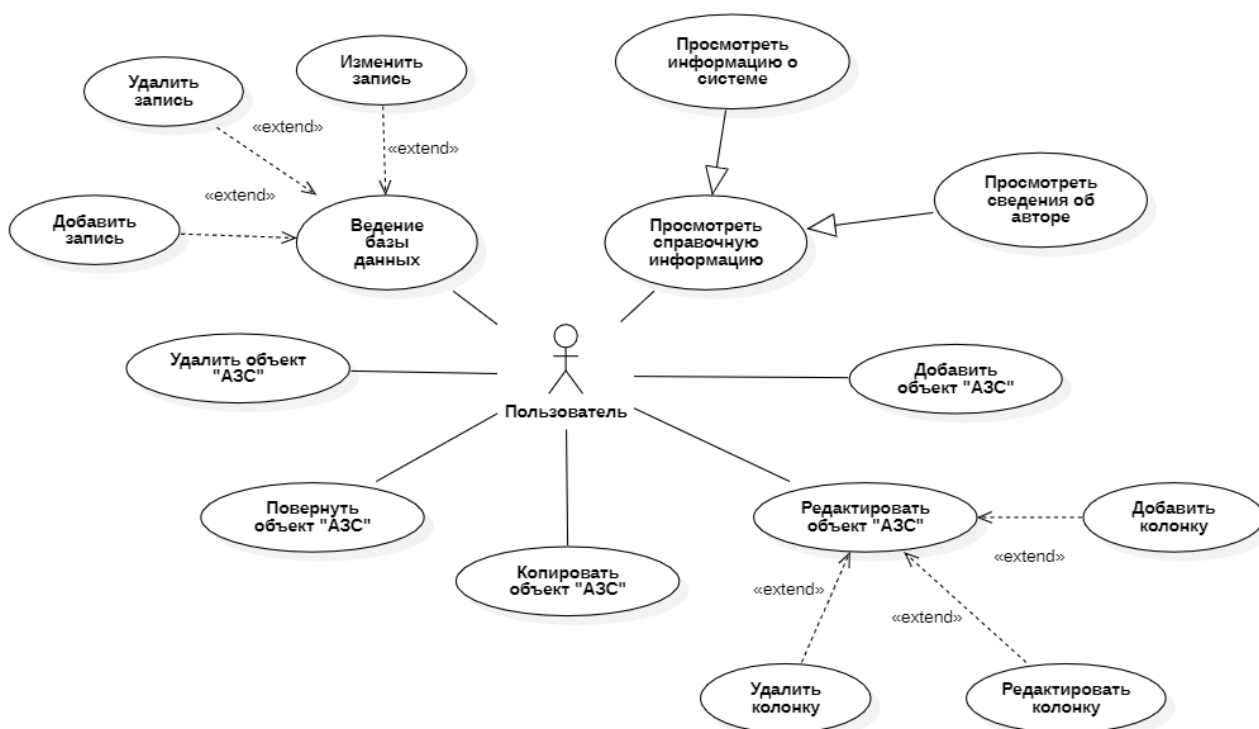


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Основной целью разработки плагина является предоставление пользователю инструментария для добавления АЗС на карту с визуализацией, редактирования ее геометрических параметров и семантики, которая включает в себя характеристики, присущие АЗС, а также набор элементов обустройства и их характеристики, также [6].

Объект АЗС задается на карте в виде полигона. Во время задания полигона пользователю необходимо левой кнопкой мыши отмечать на карте угловые точки полигона. Для завершения задания формы полигона необходимо нажать на правую кнопку мыши. Системой предусмотрено минимальное количество точек полигона – три точки. Элементы обустройства задаются на карте в виде точечных или полигональных объектов, в зависимости от типа элемента обустройства. Для задания точечного объекта пользователю необходимо выбрать



на карте желаемое место дислокации элемента обустройства и нажать левую кнопку мыши [7, 12, 13].

При необходимости редактирования семантики объекта АЗС или элемента обустройства необходимо выбрать соответствующий инструмент редактирования на панели инструментов и нажать левой кнопкой мыши на объект на карте.

В плагине также предусмотрена справочная подсистема, которая позволяет пользователю лучше разобраться в назначении инструментария плагина, а также получить дополнительные сведения. Система ведомостей плагина позволяет пользователю получить информацию по конкретному объекту АЗС или элементу обустройства. Дополнительно, в плагине разработана и заполнена форма сводной ведомости, предоставляющая информацию обо всех геообъектах АЗС на карте, расположенных в базе данных [8, 9].

Основными геообъектами ITSGIS являются объекты АЗС и его характеристики, а также элементы обустройства АЗС. Плагин ставит в соответствие геообъекту АЗС его семантику и список дополнительных элементов обустройства [10, 11].

Система ITSGIS реализована с использованием трехзвенной архитектуры, структура которой приведена на рисунке 2.

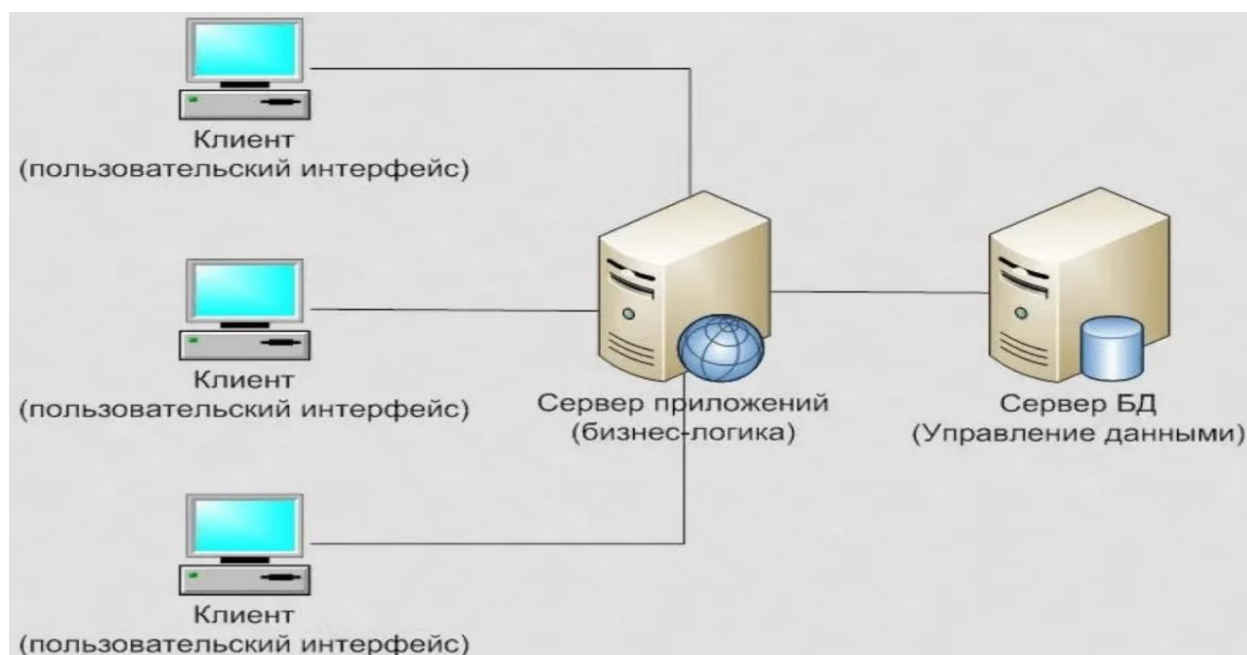


Рис. 2. Структура системы ITSGIS

Данные, используемые для работы плагина, хранятся в базе данных, логическая модель которой представлена на рисунке 3.

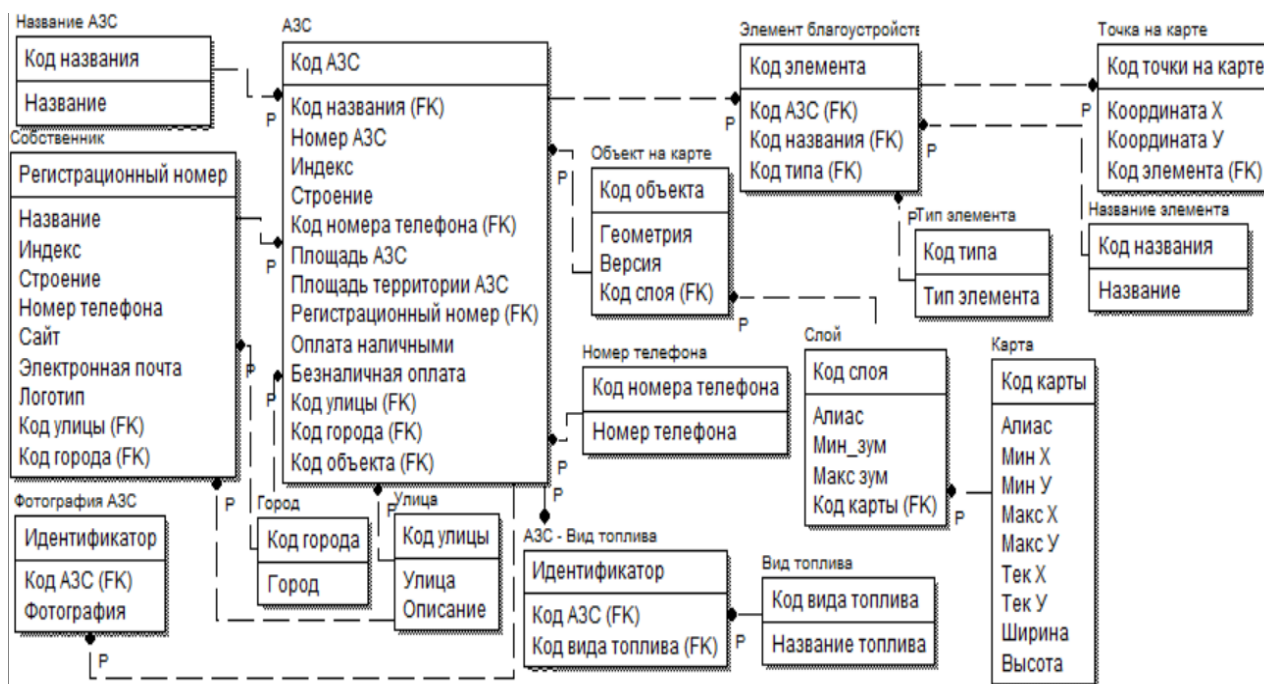


Рис. 3. Логическая модель данных

Визуально инструментарий плагина представлен в виде отдельной вкладки на панели инструментов в системе ITSGIS, что представлено на рисунке 4.



Рис. 4. Инструментарий плагина

Создание в среде «ITSGIS» плагина АЗС – процесс довольно сложнообразный и долгий. Помимо правильного заполнения формы визуализации геообъектов АЗС необходимо учитывать множество других факторов разнообразия семантики. Использование современных информационных технологий цифровой экономики в «ITSGIS» позволяет максимально сократить рутинный труд создателей АЗС, время создания и сделать АЗС более разнообразными и интересными, а процесс обучения работы в «ITSGIS» и контроля – интересным и занимательным.

Литература

1. Mikheeva, T.I. Intelligent Transport Systems: Methods, Algorithms, Realization / T.I. Mikheeva, I.G. Bogdanova, A.A. Fedoseev, O.K. Golovnin, D.A. Mikhaylov, S.V. Mikheev, A.A. Osmushin, O.N. Saprykin, O.V. Saprykina, A.V. Sidorov ; under the editorship of T. Mikheeva. – Saarbrucken : LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 164 p. – ISBN 978-3-659-12871-4.

2. Михеева, Т.И. Система медийного автоматизированного мониторинга автомобильных дорог / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – С. 193-198.



3. Михеева, Т.И. Использование принципов объектно-ориентированного проектирования интеллектуальной транспортной системы / Т.И. Михеева // Самара : Вестник Самарского государственного технического университета, 2005. – С. 141-148.
4. Михеева, Т.И. Плагин геоинформационной системы «ITSGIS» «Дислокация автомобильных заправок станций» / Т.И. Михеева, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Н.А. Кузнецов // Самара : ПИТ-13. труды Международной научно-технической конференции. Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева, 2013. – С. 252-254.
5. Михеева, Т.И. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, И.Г. Богданова // Самара : Современные проблемы науки и образования, 2013. – С. 216.
6. Mikheeva, T.I. Geoinformation technologies for development of reference system of urban infrastructure / T.I. Mikheeva, A.V. Sidorov, O.K. Golovnin // Самара : The 15th International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2013), 2013. – С. 96-99.
7. Михеева, Т.И. Автоматизация процесса построения дислокации дорожных объектов на электронной карте / Т.И. Михеева, О.А. Япрынцева, А.А. Федосеев // Самара : Организация и безопасность дорожного движения. материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, 2013. – С. 126-130.
8. О новой концепции создания многотопливных АЗС [Электронный ресурс] // Сайт научно-производственной фирмы «Реал-шторм». - URL: <http://www.realstorm.ru/index.php/2009-08-16-15-54-22/11-2009-08-24-17-04-08.html> (дата обращения: 17.04.2021).
9. Солодовников, А.В. Моделирование развития аварийных ситуаций на объектах нефтеперерабатывающей промышленности, вызванных образованием облаков топливовоздушных смесей / А.В. Солодовников // дисс. ... канд. техн. наук: 05.26.03 // Уфа:, 2006. – С. 162.
10. Шаммазов, А.М., Основы нефтепродуктообеспечения. Нефтебазы и автозаправочные станции: учебное пособие. / А.М. Шаммазов, А.А. Коршак, Г.Е. Коробков // Уфа:, 2001. – С. 231.
11. Типы и классификация АЗС – [Электронный ресурс], URL: <https://vipwash.ru/azs/kakimi-byvayut-toplivnye-karty-vidy-i-preimushchestva>
12. Михеева, Т.И. Модель пространственных данных оценки состояния объектов транспортной инфраструктуры в интеллектуальной ГИС «ITSGIS» Т.И. Михеева, А.А. Федосеев, О.К. Головнин, О.А. Япрынцева / Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем. – Уфа: Уфимский гос. авиационный технический ун-т, 2013. – С. 68-72.
13. Михеева Т.И. Исследование методов локального управления транспортными потоками / Т.И. Михеева, С.В. Михеев // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ, – 2003. С. 24-30.



Т.И. Михеева, М.М. Петряев

ОПИСАНИЕ ПЛАГИНА ПАМЯТНИКИ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ITSGIS

(Самарский университет)

Плагин памятники является частью информационной базы геообъектов «ITSGIS» и служит для добавления, хранения, ведения данных связанных с памятниками, расположенными на определенной локации. Необходимость в актуальной карте памятников была продиктована необходимостью различных организаций производить установку и обслуживание множества памятников во многих местах по всей стране и всему миру. Для обеспечения общего удобства в классификации и упорядочивания памятников необходимы общие типы и свойства характерные для всех объектов одного типа.

«ITSGIS» – это интеллектуальная транспортная геоинформационная система с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры (дома, дороги, дорожные знаки, светофоры, световые опоры, закрепленные территории, остановки общественного транспорта, транспортные маршруты, памятники и др.), специализированными геообъектами (дорожно-транспортные происшествия (ДТП), места концентрации ДТП, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети, и др.). «ITSGIS» предназначен для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационной системы.

«ITSGIS» позволяет:

- отображать карты распространенных форматов;
- редактировать карту с помощью базовых графических примитивов;
- гибко настраивать пользовательский интерфейс;
- разрабатывать разнообразные модули («плагины»), расширяющие систему.

В работе представлена автоматизированная информационная система стандартизации визуализации геообъектов в среде ITSGIS, позволяющей решать следующие задачи:

- установка геообъектов на электронной карте города с проверкой допустимости установки объекта;
- удаление геообъекта, установленного на электронной карте;
- изменение местоположения и направления установленного геообъекта;
- изменение семантических данных установленного геообъекта;
- оценка правомерности расположения уже установленного геообъекта на участке улично-дорожной сети города;
- создание отчетов об установленных геообъектах.



Географический объект (геообъект) – программный объект плагина, который является аналогом объекта реального мира, используемого в ITSGIS.

При решении об установке геообъектов «Памятник» на интерактивную карту плагин учитывает различные критерии.

Памятники подразделяются на множество разных типов, основными из них являются: статуя личности; скульптура; технические памятники; монументы; обелиски; мемориальные комплексы; памятные знаки; стелы; кресты; барельефы.

В свою очередь статуя личности может классифицироваться как: бюст, конная статуя, статуя в полный рост.

Скульптура классифицируется как: скульптура животного, скульптура предмета, фонтан, скульптура человека, абстрактная скульптура, кинетическая скульптура, скульптура смешанного типа.

Технические памятники делятся на: танк, самолет, БТР, корабль, пушка, авто, мотоцикл, поезд, ракета.

Для хранения информации о геообъекте используется база данных. В базе данных хранятся немаловажные свойства памятников. База данных в ITSGIS – это организованная структура, предназначенная для хранения, изменения и обработки взаимосвязанной информации, больших объемов данных о памятниках.

Материал – основной материал из которого изготовлен памятник.

Размеры – (высота, ширина, длина) фактические размеры устанавливаемого объекта.

На рисунке 1 представлена ER-модель базы данных геообъекта «Памятник». База данных устроена как подключаемый модуль к системе ITSGIS и обеспечивает возможность добавления и хранения необходимых характеристик геообъекта «Памятник». При необходимости добавления новых свойств объекта или модификации уже существующих данных, система устроена так, чтобы максимально просто реализовать данные модификации в базе данных.

Приведем описание некоторых сущностей текущей базы данных:

- Сущность физические данные отвечает за реальные показатели объекта такие как размеры площадь и т.д.
- Сущность объект на карте необходим для программной идентификации каждого объекта для последующего вывода их списка или других операций, в которых необходимо взять несколько объектов.
- Сущность обслуживание содержит в себе параметры, которые необходимы для обеспечения объекта. Такая информация нужна различным службам, которые следят за состоянием объекта или каким-либо образом учувствуют в его обслуживании.
- Сущность назначение памятника отвечает за суть идеи этого художественного произведения. К этой сущности пока что подведены 2 другие – Фильм и Захоронение, однако таким же образом можно определить бесконечное множество подобных им сущностей.

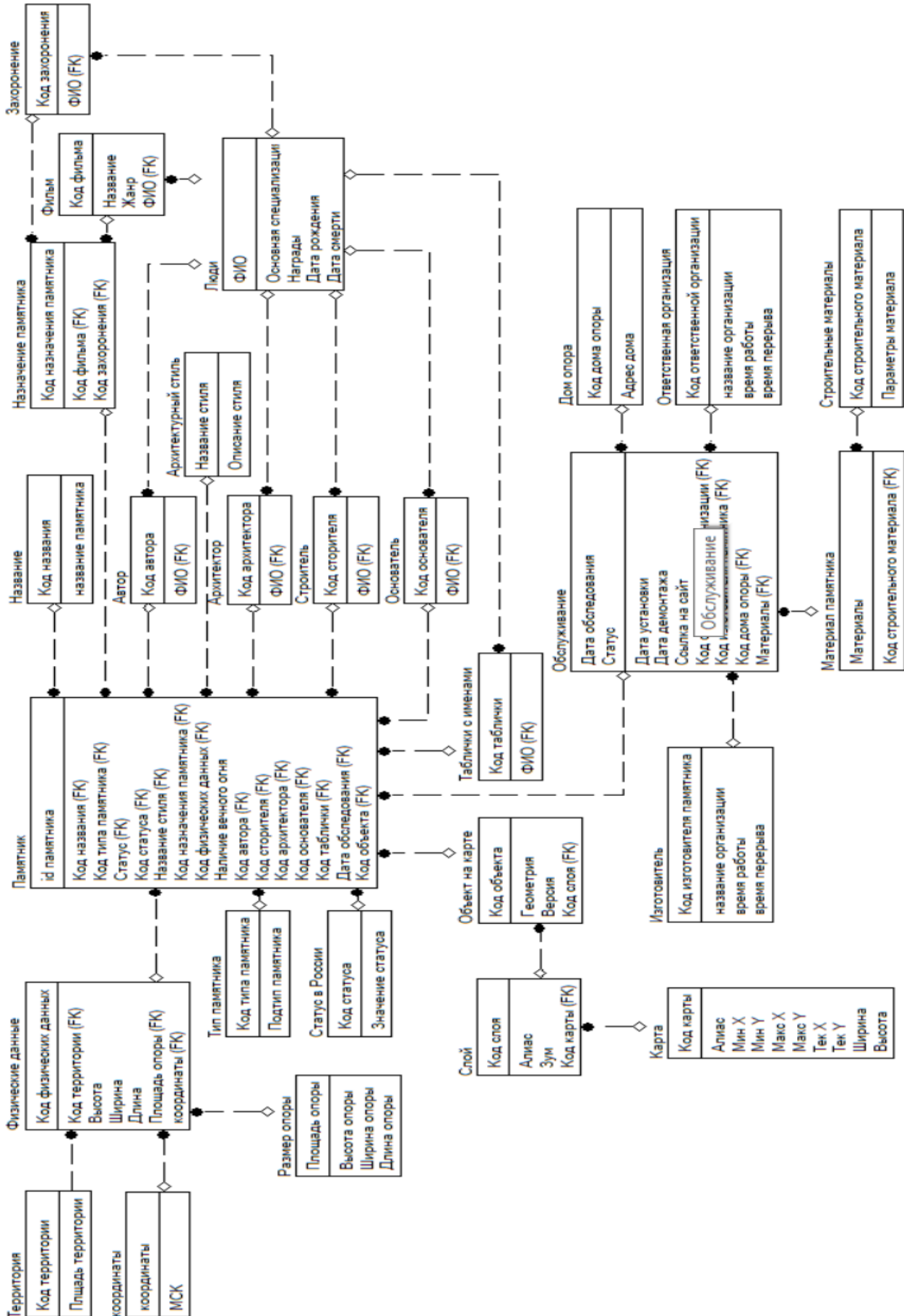


Рис. 1. ER-модель базы данных памятника



- Сущности Автор, Строитель, Архитектор, Основатель аналогичны по своей структуре и необходимы для хранения информации о соответствующих личностях, связанных с данным объектом. Они ссылаются на сущность, Люди которая является хранилищем для данных о великих людях, которые могут быть использованы в множестве различных других случаях, показанных на схеме.
- Существуют также несколько сущностей которые напрямую определяют характеристики памятника. Они одноименные и максимально понятные и описывать их не имеет смысла.

В итоге получается цельный объект Памятники, который и подключается к общей базе данных как отдельный объект и хранится в ней. В свою очередь сама система может использовать этот плагин так как это нужно разработчику.

Литература

1. Геоинформационная система [Электронный ресурс] – <https://www.tadviser.ru/a/53581>.
2. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и сертификация / И.М. Лифиц: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт-Издат, 2003. – 318 с.
3. Аронов, И.З. Практические рекомендации по разработке технических регламентов на продукцию / И.З. Аронов, В.Г. Версан // Стандарты и качество. 2004. №11. – С. 72-76.
4. Петряев, М.М. Метод анализа дислокации и семантики геообъектов «Памятники» / М.М. Петряев, Т.И. Михеева // IT & Transport / ИТ & Транспорт : сборник научных статей. – Самара : Интелтранс, 2021. – С. 72-81.
5. Михеева Т.И. Исследование методов локального управления транспортными потоками / Т.И. Михеева, С.В. Михеев // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ, – 2003. С. 24-30.
6. Михеева, Т.И. Использование принципов объектно-ориентированного проектирования интеллектуальной транспортной системы // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Физико-математические науки» №34. Самара: СамГТУ, 2004. С. 141-148.
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. 95-103.
8. Михеева, Т.И. Модель пространственных данных оценки состояния объектов транспортной инфраструктуры в интеллектуальной ГИС "ITSGIS" / Т.И. Михеева, А.А. Федосеев, О.К. Головнин, О.А. Япрынцева // Уфа : Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем, 2013. – С. 69-73.
9. Михеева, Т.И. Система медийного автоматизированного мониторинга автомобильных дорог / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – С. 193-198.



Т.И. Михеева, А.В. Шевелев, А.И. Чугунов, С.В. Михеев

ПЛАГИН ДИСЛОКАЦИИ ГЕООБЪЕКТОВ «ОСВЕЩЕНИЕ» НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ В СРЕДЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ITSGIS»

(Самарский университет)

Плагин «Освещение» является частью базы данных геообъектов интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» [1]. Плагин позволяет добавлять, хранить, а также вести данные об освещении. Для решения данных задач в классификации и дислокации объектов освещения разработана семантика всех геообъектов данного типа. Геообъект «Освещение» в системе ITSGIS – это искусственное сооружение, которое состоит из опор освещения (имеющих различные материалы, типы, углы расположения источников освещения относительно земли, статусы, назначения и др.), группировок фонарей (имеющих различные радиусы расположения фонарей, высоту и углы расположения фонарей), а также самих фонарей (имеющих различные названия, мощности и световые потоки) [1].

Совокупностью данных на электронной интерактивной карте в ITSGIS (дислокация, семантика, справочная информация), являются геообъекты «Освещение» с визуализацией характеристик геообъекта освещения в настоящем мире [2].

Отдельные геообъекты на карте могут быть объединены в группировку. Геообъекты обычно содержат в себе логически связанные объекты, обладающие одним или несколькими общими характеристиками [3, 4, 5]. Для объектов плагина «Освещение» существует соответствующий тематический слой.

Плагин дислокации точечных геообъектов «Освещение» разработан в среде «ITSGIS» и решает следующие задачи [6, 7]:

- установка опор освещения на электронной карте;
- удаление опоры освещения, установленной на карте;
- перемещение установленной опоры освещения;
- копирование опоры освещения;
- поворот опоры освещения;
- изменение семантики установленного геообъекта;
- создание сводных ведомостей об установленных геообъектах.

Визуально меню плагина представлен в виде отдельной вкладки на панели инструментов в «ITSGIS». Инструментарий плагина «Освещение» представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Меню плагина «Освещение»



ER-модель плагина «Освещение» представлена на рисунке 2.

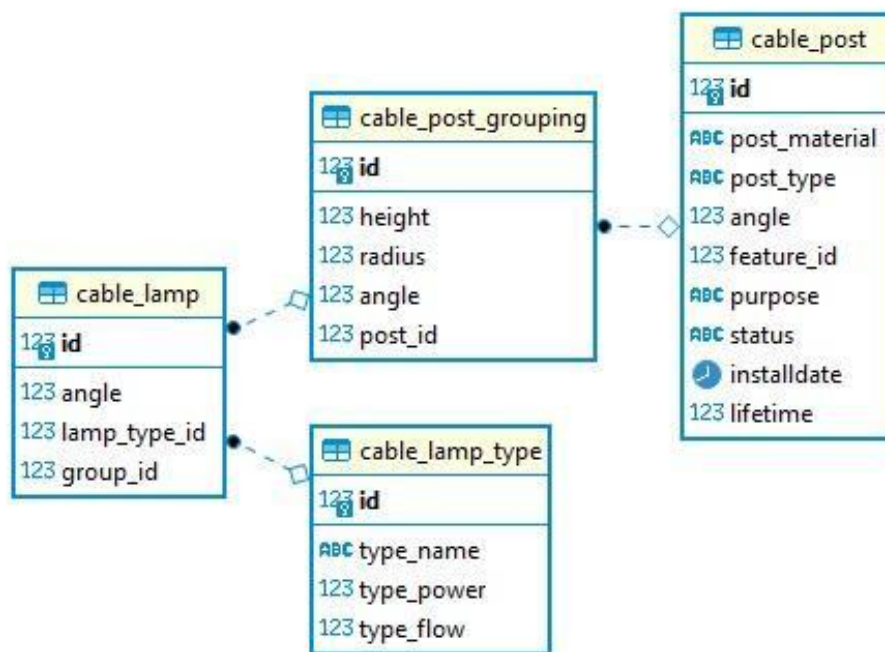


Рисунок 2 – Физическая модель базы данных

Структура доступных действий пользователю приведены в диаграмме вариантов использования на рисунке 3.

Для создания опоры освещения пользователю необходимо выбрать соответствующий инструмент добавления освещения на панели инструментов и после указать координату на карте, нажав на нужное место карты левой кнопкой мыши. Затем откроется форма, в которой пользователь вводит данные – семантику опоры освещения, а также добавляет фонари на опору освещения.

При необходимости редактирования семантики опоры освещения или источников освещения необходимо выбрать соответствующий инструмент редактирования на панели инструментов и нажать левой кнопкой мыши по геообъекту на карте.

В плагине также предусмотрена система индивидуальных и сводных ведомостей плагина, которая позволяет пользователю получить информацию по конкретному объекту освещения или источнику освещения. В плагине сводная ведомость предоставляет информацию обо всех геообъектах плагина на карте, с учетом семантики в базе данных и с дальнейшей печатью данных сводной ведомости в WORD.

Для реализации плагина «Освещение» разработана структура базы данных, необходимая для хранения информации об освещении. В БД хранится следующая информация [4]:

- опора освещения;
- группа фонарей, располагающихся на опоре;
- источник освещения;
- тип источника освещения.

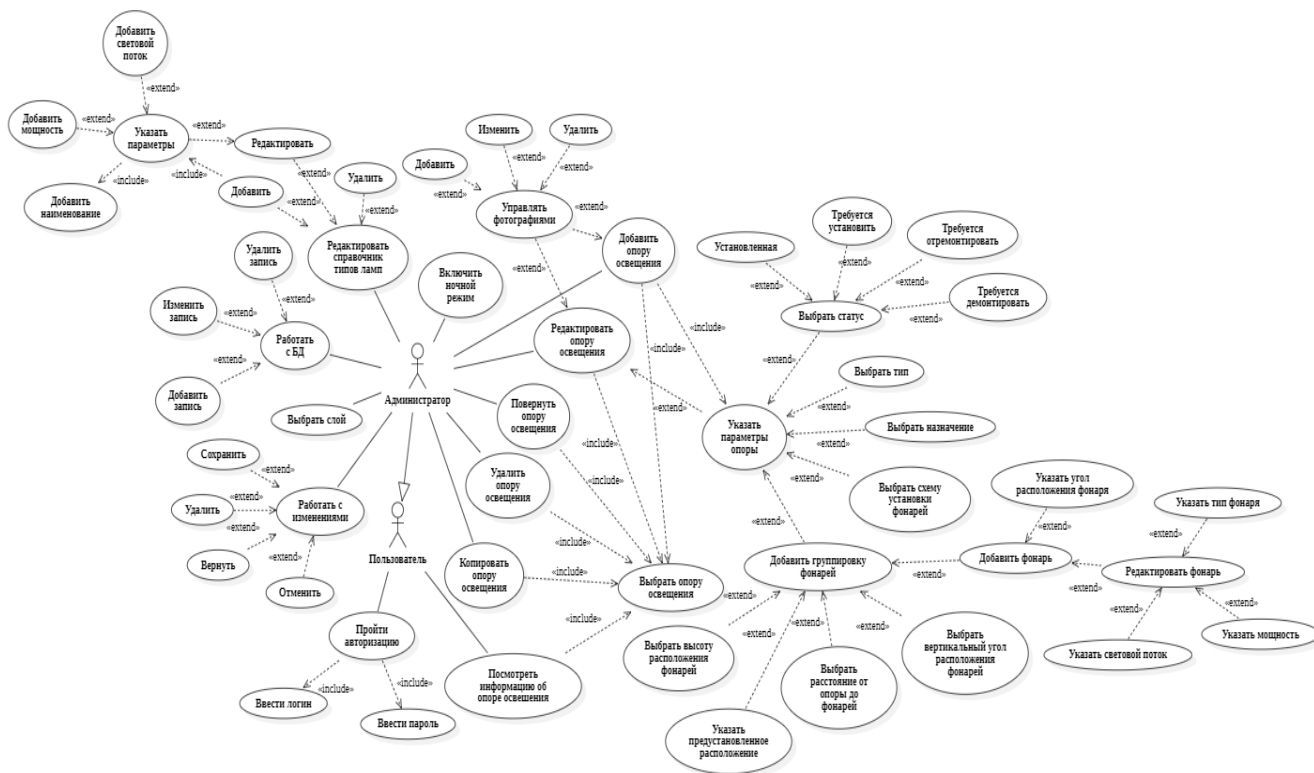


Рис.3. Диаграмма вариантов использования

Визуализация опор освещения на электронной карте представлена на рисунке 4.

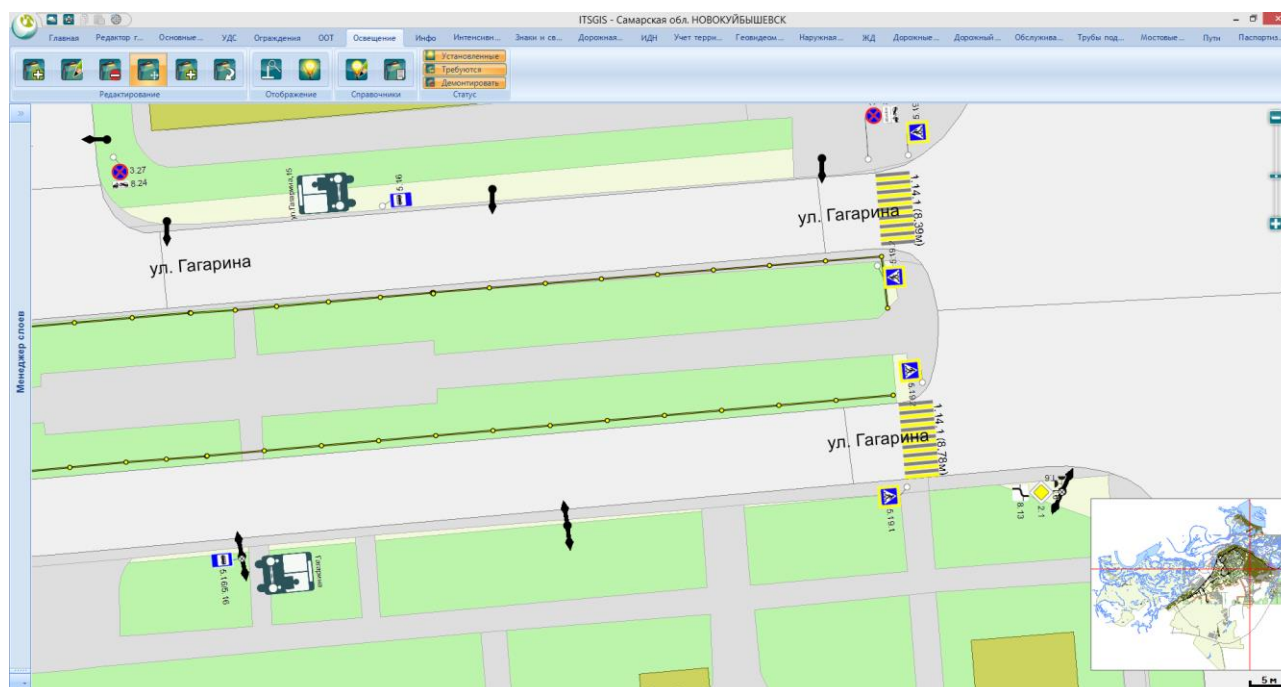


Рис. 4. Визуализация опор освещения на карте

Комплексная схема организации дорожного движения с учетом дислокации искусственного дорожного освещения выполнена на соответствующих тематических слоях интерактивной электронной карты «ITSGIS».



Сводные ведомости искусственного дорожного освещения по улицам присутствуют в базе данных. Сводные ведомости содержат:

- статус искусственного дорожного освещения (Установлен, Требуется, Ремонт, Демонтировать);
- схема установки фонарей – консольный тип;
- тип материала опоры (бетон, металл, дерево);
- назначение опоры (городское освещение, ТТУ, ЛЭП);
- группировки фонарей (высота опоры, угол расположения, количество фонарей на опоре, вид их расположения);
- координаты привязки освещения к карте города, количество опор искусственного дорожного освещения.

В среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» проводится моделирование уровня ночной освещенности, исходя из собранных во время обследования улично-дорожной сети данных о дислокации объектов уличного освещения. Моделирование проводится в разных масштабах карты города для того, чтобы просмотреть участки улично-дорожной сети, не снабженные необходимыми объектами освещения, с целью планирования установки новых объектов искусственного дорожного освещения.

Литература

- 1 Cascetta, E. Transportation systems analysis : models and applications // NY : Springer, 2009. – 752 p.
- 2 Бетелин, В.Б. Основные понятия контролируемого выполнения сложных систем / В.Б. Бетелин, В.А. Галатенко, К.А. Костюхин // Информационные технологии. 2013. № 3. Приложение. – 32 с.
- 3 Araghi, S. Optimal design of traffic signal controller, using neural networks and fuzzy logic systems / S. Araghi, A. Khosravi, D. Creighton // Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks 2014 (IJCNN) 6-11 July, 2014, Beijing, China. - Pp. 42-47.
- 4 Разработка геоинформационной системы [Электронный ресурс] – <https://sovzond.ru/services/gis/services/>
- 5 Mikheeva, T.I. Intelligent Transport Systems: Methods, Algorithms, Realization / T.I. Mikheeva, I.G. Bogdanova, A.A. Fedoseev, O.K. Golovnin, D.A. Mikhaylov, S.V. Mikheev, A.A. Osmushin, O.N. Saprykin, O.V. Saprykina, A.V. Sidorov ; under the editorship of T. Mikheeva. – Saarbrucken : LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 164 p. – ISBN 978-3-659-12871-4.
- 6 Михеева, Т.И. Система медийного автоматизированного мониторинга автомобильных дорог / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – С. 193-198.
- 7 Михеева, Т.И. Модель пространственных данных оценки состояния объектов транспортной инфраструктуры в интеллектуальной ГИС «ITSGIS» Т.И. Михеева, А.А. Федосеев, О.К. Головнин, О.А. Япрынцева / Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информаци-



онных систем. – Уфа: Уфимский гос. авиационный технический ун-т, 2013. – С. 68-72.

8 Михеева Т.И. Исследование методов локального управления транспортными потоками / Т.И. Михеева, С.В. Михеев // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ, – 2003. С. 24-30.

9 Barcelo, J. Microscopic traffic simulation : a tool for the design, analysis and evaluation of intelligent transport systems / J. Barcelo [et al.] // Journal of Intelligent and Robotic Systems. – 2005. – Т. 41, № 2 – 3. – P. 173 – 203.

10 ГОСТ Р 52282-2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний [Текст] – Введ. 2004-12-15. – М.: Государственное специализированное монтажно-эксплуатационное предприятие МВД России совместно с Научно-исследовательским центром Государственной инспекции безопасности дорожного движения МВД Российской Федерации, 2004. – 5 с.

11 ГОСТ Р 52290-2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования [Текст] – Введ. 2004-12-15. – М.: Государственное предприятие «РОСДОРНИИ» Росавтодора совместно с Научно-исследовательским центром Государственной инспекции безопасности дорожного движения МВД России, 2004. – 16 с.

12 Михеева, Т.И. Методологическое оценивание уличного освещения с эффектом рассеяния света в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» / Т.И. Михеева, Савинов Е.А. // М : Датчики и системы, 2020. № 6 (248). – С. 20-27.

13 Михеева, Т.И. Автоматизация процесса построения дислокации дорожных объектов на электронной карте / Т.И. Михеева, О.А. Япрынцева, А.А. Федосеев // Самара : Организация и безопасность дорожного движения. материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, 2013. – С. 126-130.

Р.Р. Мубараков

РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА И МИНИМАЛЬНОГО РАЗРЕЗА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ МЕТОДОМ ФОРДА-ФАЛКЕРСОНА

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

В настоящее время задача оптимизации процессов, в том числе оптимизация транспортных потоков в современных мегаполисах является очень востребованной [1, 2, 3]. Важными этапами оптимизации транспортных потоков является расчет максимального потока и минимального разреза транспортной



сети. В связи с этим, возникает необходимость выбора метода решения данной задачи.

Цель работы – решение задачи нахождения максимального потока и минимального разреза транспортной сети путем использования метода Форда-Фалкерсона [4, 5]. Например, транспортная сеть задана ориентированным графом, представленным на рис. 1.

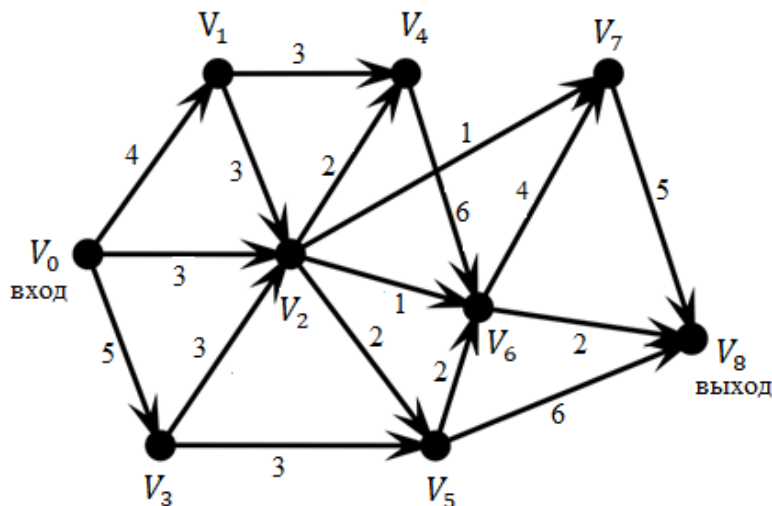


Рис. 1. Пример ориентированного графа, описывающего транспортную сеть

Введём следующие обозначения: $c(\gamma)$ – пропускная способность дуги γ ; $\varphi(\gamma)$ – поток по дуге γ ; вершина, из которой дуги только выходят – вход транспортной сети; вершина, в которую дуги только входят – выход транспортной сети.

0. Транспортная сеть пустая, т.е. $\forall \gamma: \varphi(\gamma) = 0$.

1. Рассмотрим некоторые пустые пути от входа к выходу и увеличим поток до максимально возможного – на величину $\Delta \varphi = \min_{\gamma \in \mu} \{c(\gamma)\}$.

2. Основной цикл. Порядок действий:

- Расстановка меток вершин (номер предыдущей вершины) и дуг (+/-) до тех пор, пока выход не получит метку.

- Алгоритм расстановки меток: 1. Вход получает метку 0. 2. Передача метки бывает: 2.1. прямая (рис. 2):

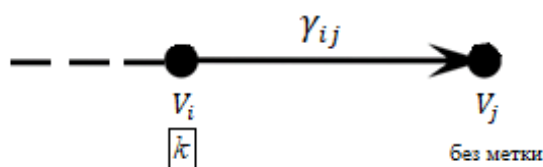


Рис. 2. Прямая передача метки

Дуга γ_{ij} ненасыщенная, т.е. $\varphi(\gamma_{ij}) < c(\gamma_{ij})$. В V_i можно довести новый поток из V_k . В результате прямой передачи метки дуга γ_{ij} получает метку +, вершине V_j присваивается метка i . 2.2. обратная (рис. 3):

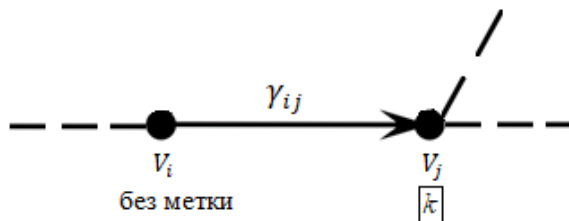


Рис. 3. Обратная передача метки

Дуга γ_{ij} непустая, т.е. $\varphi(\gamma_{ij}) > 0$. В V_j можно довести новый поток из V_k . В результате обратной передачи метки дуга γ_{ij} получает метку – вершине V_i присваивается метка j .

Если выход получил метку, то определяем последовательность дуг пути μ , по которым будем изменять поток на $\Delta \varphi$: $\varepsilon^+ = \min_{\gamma^+ \in \mu} \{c(\gamma^+) - \varphi(\gamma^+)\}$, где γ^+ – дуга с меткой $+$. $\varepsilon^- = \min_{\gamma^- \in \mu} \{\varphi(\gamma^-)\}$, где γ^- – дуга с меткой $-$. $\Delta \varphi = \min \{\varepsilon^+, \varepsilon^-\}$. Изменяем поток по дугам μ на величину $\Delta \varphi$ и переходим к новой итерации основного цикла.

Если выход метку никак не получает, значит новый поток до выхода довести нельзя. Следовательно, он является максимальным, и величина максимального потока определяется как: $\varphi_{max} = \sum_i \Delta \varphi_i$.

3. Нахождение минимального разреза. Пусть A – множество вершин без меток (на последней итерации основного цикла). Минимальный разрез – множество дуг, заходящих в A (извне) (начало дуги с меткой, конец без метки).

4. Проверка условия выполнения теоремы Форда-Фалкерсона. В любой транспортной сети T величина максимального потока равна пропускной способности любого минимального разреза: $\varphi_{max} = c(U_{min}) = \sum_{\gamma \in U_{min}} c(\gamma)$.

Применим данный алгоритм к исходной транспортной сети (рис. 1).

0. $\forall \gamma: \varphi(\gamma) = 0$.

1. Рассмотрим некоторый пустой путь из входа к выходу:

$$\mu_1 = (V_0, V_1, V_2, V_5, V_6, V_7, V_8) = (\gamma_{01}, \gamma_{12}, \gamma_{25}, \gamma_{56}, \gamma_{67}, \gamma_{78}).$$

Увеличиваем поток по нему на величину $\Delta \varphi_1$:

$$\Delta \varphi_1 = \min_{\gamma \in \mu_1} \{c(\gamma)\} = \min\{4, 3, 2, 2, 4, 5\} = 2.$$

2. Основной цикл, 1-ая итерация (рис. 4): расставляем метки, пока выход не получит метку:

Определяем последовательность дуг пути μ , по которым будем изменять поток на $\Delta \varphi$: $\mu_2 = (\gamma_{03}, \gamma_{35}, \gamma_{58})$; $\varepsilon^+ = \min\{5, 3, 6\} = 3$; $\Delta \varphi_2 = \min\{3\} = 3$. Изменяем поток по дугам μ_2 на величину $\Delta \varphi_2$.

2-ая итерация: расставляем метки, пока выход не получит метку. Определяем последовательность дуг пути μ , по которым будем изменять поток на $\Delta \varphi$: $\mu_3 = (\gamma_{03}, \gamma_{32}, \gamma_{26}, \gamma_{68})$; $\varepsilon^+ = \min\{5-3, 3, 1, 2\} = 1$; $\Delta \varphi_3 = \min\{1\} = 1$. Изменяем поток по дугам μ_3 на величину $\Delta \varphi_3$.

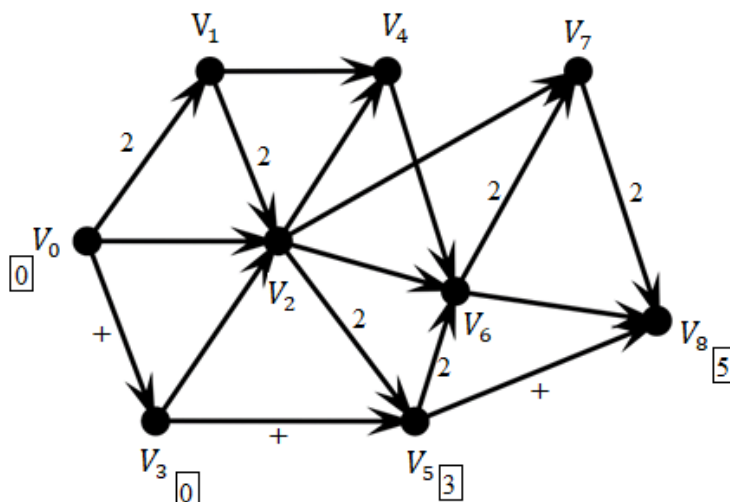


Рис. 4. Пример решения методом Форда-Фалкерсона (1 итерация)

3-ая итерация: расставляем метки, пока выход не получит метку. Определяем последовательность дуг пути μ , по которым будем изменять поток на $\Delta \varphi$: $\mu_4 = (\gamma_{03}, \gamma_{32}, \gamma_{27}, \gamma_{78})$; $\varepsilon^+ = \min\{5-4, 3-1, 1, 5-2\} = 1$; $\Delta \varphi_4 = \min\{1\} = 1$. Изменяем поток по дугам μ_4 на величину $\Delta \varphi_4$.

4-ая итерация: расставляем метки, пока выход не получит метку. Определяем последовательность дуг пути μ , по которым будем изменять поток на $\Delta \varphi$: $\mu_5 = (\gamma_{02}, \gamma_{24}, \gamma_{46}, \gamma_{68})$; $\varepsilon^+ = \min\{3, 2, 6, 2-1\} = 1$; $\Delta \varphi_5 = \min\{1\} = 1$. Изменяем поток по дугам μ_5 на величину $\Delta \varphi_5$.

5-ая итерация: расставляем метки, пока выход не получит метку. Определяем последовательность дуг пути μ , по которым будем изменять поток на $\Delta \varphi$: $\mu_6 = (\gamma_{02}, \gamma_{24}, \gamma_{46}, \gamma_{67}, \gamma_{78})$; $\varepsilon^+ = \min\{3-1, 2-1, 6-1, 4-2, 5-3\} = 1$; $\Delta \varphi_6 = \min\{1\} = 1$. Изменяем поток по дугам μ_6 на величину $\Delta \varphi_6$.

6-ая итерация: расставляем метки, пока выход не получит метку. Определяем последовательность дуг пути μ , по которым будем изменять поток на $\Delta \varphi$: $\mu_7 = (\gamma_{02}, \gamma_{12}, \gamma_{14}, \gamma_{46}, \gamma_{67}, \gamma_{78})$; $\varepsilon^+ = \min\{3-2, 3, 6-2, 4-3, 5-4\} = 1$; $\varepsilon^- = \min\{2\} = 2$; $\Delta \varphi_7 = \min\{1, 2\} = 1$. Изменяем поток по дугам μ_7 на величину $\Delta \varphi_7$.

7-ая итерация: расставляем метки, пока выход не получит метку. Определяем последовательность дуг пути μ , по которым будем изменять поток на $\Delta \varphi$: $\mu_8 = (\gamma_{01}, \gamma_{14}, \gamma_{46}, \gamma_{56}, \gamma_{58})$; $\varepsilon^+ = \min\{4-2, 3-1, 6-3, 6-3\} = 2$; $\varepsilon^- = \min\{2\} = 2$; $\Delta \varphi_8 = \min\{2, 2\} = 2$. Изменяем поток по дугам μ_8 на величину $\Delta \varphi_8$.

8-ая итерация: расставляем метки, пока выход не получит метку. После расставления меток обнаруживаем, что выход никак не может получить метку. Следовательно новый поток до выхода довести нельзя. Найдём величину максимального потока:



$$\varphi_{max} = \sum_{i=1}^7 \Delta \varphi_i = 2 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 = 12$$

3. Найдём минимальный разрез: $A = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8\}$, $U_{min} = U_A^- = \{\gamma_{01}, \gamma_{02}, \gamma_{03}\}$.

4. Проверка условия выполнения теоремы Форда-Фалкерсона:

$$\varphi_{max} = c(U_{min}) = \sum_{\gamma \in U_{min}} c(\gamma), \quad 12 = c(\gamma_{01}) + c(\gamma_{02}) + c(\gamma_{03}) = 4 + 3 + 5 = 12.$$

Таким образом, предложенный метод интуитивно понятно позволяет решать важные задачи оптимизации транспортных потоков – расчет максимального потока и минимального разреза через сегменты транспортной сети. Метод достаточно просто алгоритмизируется и реализован в программном продукте. Данный метод также может применяться и для решения задачи сквозного прогнозирования помехоустойчивости электронных систем на основе электромагнитных топологий [6, 7].

Литература

1. Яфарова Д.И., Николаева Р.В. Оптимизации транспортной системы г. Казани путем развития транспортных пересадочных узлов // Техника и технология транспорта. – 2016. – №1. – С. 66-71.
2. Медведев П. В. Формирование транспортно-пересадочных узлов в городах // Вестник ГУУ. – 2014. – №11. – С. 120-124.
3. Третьякова П.А., Клевеко В.И. Современные методы повышения эффективности транспортных систем городов // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2012. – №1. – С. 101-108.
4. Cormen, Thomas H.; Leiserson, Charles E.; Rivest, Ronald L.; Stein, Clifford. Introduction to Algorithms. — 3rd. — MIT Press, 2009. – 1320 p.
5. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е издание. – М.: «Вильямс», 2013. – 1328 с.
6. Гизатуллин З.М. Сквозное прогнозирование помехоустойчивости электронно-вычислительных средств внутри зданий при внешних электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева . – 2011. – №2. – С. 123-128.
7. 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.



Р.Р. Мубараков

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПРИДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ МИНИМАКСНОГО МЕТОДА

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

Развитие сети автомобильных дорог является одним из ключевых факторов экономического развития региона. При этом, эффективность дорожной сети определяется не только качеством самих дорог, но и развитием придорожной инфраструктуры (места питания, отдыха, магазины, АЗС, пункты техобслуживания, экстренных служб, медицинской помощи и др.) [1, 2]. Поэтому возникает задача оптимального планирования объектов придорожной инфраструктуры. Такая же аналогичная задача существует и по отношению объектов социальной инфраструктуры в городах в целом [3, 4].

Цель работы – решение задачи оптимального размещения объектов инфраструктуры на основе минимаксного метода.

Задача размещения объектов инфраструктуры можно представить в виде графовой структуры. Пусть, например, имеется неориентированный граф, который представляет собой сеть дорог, т.е. вершины его соответствуют отдельным населенным пунктам, а ребра – дорогам между ними (рис. 1). Для удобства будем считать, что веса ребер равны единице. Требуется оптимально разместить объект инфраструктуры, например, магазин. В подобных ситуациях критерий оптимальности заключается в оптимизации «наихудшего» случая, т.е. в минимизации расстояния от места обслуживания до наиболее удаленного пункта. Следовательно, местами размещения должны быть центральные вершины.

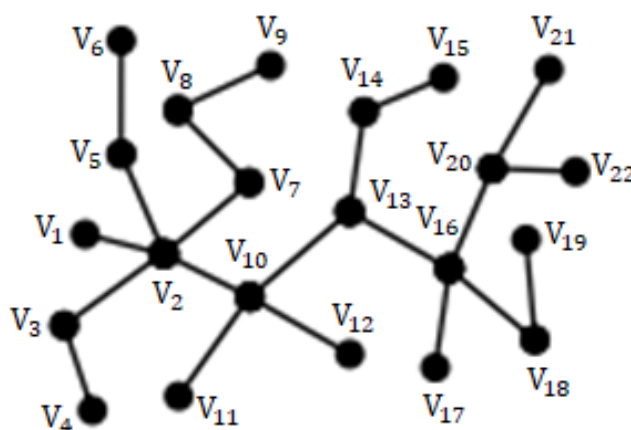


Рис. 1. Пример неориентированного графа,
описывающего сеть дорог

Для решения данной задачи введём ряд определений. Пусть $G = (V, X)$ – связный граф. Эксцентриситет вершины $v \in V$ – число $e(v) = \max_{w \in V} \rho(v, w)$. Радиус $r(G)$ графа – наименьший из эксцентриситетов его вершин: $r(G) =$



$\min_{v \in V} e(v)$. Диаметр графа $\dim(G)$ – наибольший из эксцентриситетов его вершин: $\dim(G) = \max_{v \in V} e(v)$. Иногда диаметр определяют как величину, равную удвоенному радиусу. Вершина v называется центральной, если $e(v) = r(G)$. Множество всех центральных вершин – центр графа.

Перейдем непосредственно к решению задачи. Составим таблицу 1 для рассмотрения эксцентриситетов вершин исходного графа

Таблица 1

Вершина V_i	Эксцентриситет вершины V_i $e(V_i)$
V_9	8
V_8	7
V_7	6
V_2	5
V_5	6
V_6	7
V_1	6
V_3	6
V_4	7
V_{10}	4
V_{11}	5
V_{12}	5
V_{13}	5
V_{14}	6
V_{15}	7
V_{16}	6
...	...

Дальше можно не рассматривать вершины, так как в дальнейшем эксцентриситет вершины не будет принимать значение ниже 4. Из табл. 1 следует, что радиус исходного графа $r(G) = 4$. Следовательно, вершина V_{10} является центральной, а множество $\{V_{10}\}$ — центром исходного графа. Итак, наиболее оптимальным размещением магазина будет размещение в вершине V_{10} .

Рассмотренная задача представляет собой идеальный случай. Реальные минимаксные задачи размещения отличаются от этой идеальной тем, что приходится еще учитывать другие обстоятельства – фактические расстояния между отдельными пунктами, стоимость, время проезда и прочее. Для того, чтобы учесть это, используют взвешенные графы. Но и в этом случае после нахождения эксцентриситетов вершин определяются радиус, центральные вершины и в конечном итоге – центр графа.

Таким образом, предложенный метод позволяет решать важную задачу оптимального размещения объектов инфраструктуры автомобильных дорог.



Метод достаточно просто алгоритмизируется и реализован в программном продукте. Кроме того, данный метод может быть рекомендован для решения задачи оптимального размещения электронных средств внутри зданий с учетом потенциальной электромагнитной обстановки [6, 7].

Литература

1. Бирюков Д. С., Заславская Е. В. Задача оптимального размещения объектов инфраструктуры автомобильных дорог общего пользования // Вестник НТУ ХПИ. 2014. №35 (1078).
2. Бирюков Д. С., Заславская О. В. Оптимальное размещение и комплектация аварийно-спасательных служб для реагирования на чрезвычайные ситуации // Вестник НТУ ХПИ. 2013. №39 (1012).
3. Рязанова, О. Е. Планирование размещения объектов социальной инфраструктуры с помощью ГИС на примере Центрального административного округа города Тюмени / О. Е. Рязанова, В. А. Добрякова // Актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития Тюменского региона: матер. 68-й студ. науч. конф., Тюмень, Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2017, вып. 3. С. 68-74.
4. Лопаткина Анна Евгеньевна Размещение объектов социальной инфраструктуры: зарубежный опыт и возможности для Российской практики // Russian Journal of Education and Psychology. 2014. №4 (36).
5. Плотников П. В. Прямое решение минимаксной задачи размещения в прямоугольной области на плоскости с прямоугольной метрикой / П. В. Плотников, Н. К. Кривулин // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2018. — Т. 14, № 2.
6. Гизатуллин З.М., Набиев И.И., Шкиндеров М.С. Помехоустойчивость локальных вычислительных сетей при внешних электромагнитных воздействиях // Телекоммуникации. – 2017. – №2. – С. 41-47.
7. Нуриев М.Г., Гизатуллин З.М. Физическое моделирование преднамеренного электромагнитного воздействия на вычислительную технику через металлоконструкции здания // Информация и безопасность. – 2017. – №3(4). – С. 456-459.



Р.Р. Муртазина, Е.И. Чигарина

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ ДОКУМЕНТОВ ОТДЕЛА ПРИЕМА ДОКУМЕНТОВ И СОПРОВОЖДЕНИЯ УЧЕТА ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ ФИЛИАЛА ОАО «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»

(Самарский университет)

Отдел приема документов и сопровождения учета хозяйственных операций является подразделением Самарского территориального общего центра обслуживания – структурного подразделения Куйбышевского регионального общего центра обслуживания – структурного подразделения Центра корпоративного учета и отчетности «Желдоручет» – филиала ОАО Российские железные дороги».

Работа данного отдела заключается в контроле правильности и полноты заполнения первичной учетной документации (ПУД) по совершенным заказчиками фактам хозяйственной деятельности в соответствии с Альбомом форм ПУД.

Альбом форм ПУД — это сборник эталонных унифицированных форм документов, применяемых для документирования деятельности организации [1].

Под хозяйственной жизнью в отделе приема документов понимается сделка, событие, операция, которые оказывают или способны оказать влияние на финансовое положение экономического субъекта, финансовый результат его деятельности и движение денежных средств [2]. Примерами могут быть: принятие на учет основного средства, перечисление аванса, наличие расходов по договору, передача товара покупателю, наличие штрафных санкций.

Документы в отдел передаются в отсканированном или в электронном виде. В случае несоответствия документов с образцом заполнения ПУД, документы передаются заказчикам для исправления недочетов.

На настоящий момент ручная проверка документации существенно снижает продуктивность работы данного отдела. Поэтому возникла потребность в создании автоматизированной проверки оформления электронных текстовых документов.

Электронные документы имеют больше преимуществ, чем печатные, включая хранение без потерь, быструю обработку и передачу. Одной из главных преимуществ электронных документов – явная структура, которая имеет значимость и полезность при индексации и получении информации о документе.

При анализе состава и количества документов в организации было выявлено 100 видов документов. Данные виды делятся на 3 группы:

1. учет основных средств (38 видов документов);
2. учет нематериальных активов (4 вида документа);
3. учет труда и его оплаты (58 видов документов).



Все виды документов можно разделить на несколько подгрупп по однородности их структуры и содержания.

Всего удалось выделить 11 подгрупп, в которых чаще всего встречаются следующие поля:

1. ОКПО (Общероссийский классификатор предприятий и организаций);
2. БЕ (Балансовая единица);
3. номер документа;
4. дата составления документа;
5. ОКУД (Общероссийский классификатор управленческой документации) и др.

Каждая подгруппа также имеет свои дополнительные схожие элементы.

Для исследования проверки наполнения электронных документов были проанализированы следующие типы алгоритмов:

- алгоритмы, основанные на эвристике;
- алгоритмы, использующие формальные грамматики.

Эвристический алгоритм – алгоритм решения задачи, не имеющий строгого обоснования, но, тем не менее, дающий приемлемое решение задачи в большинстве практически значимых случаев. [3]

Недостатки эвристических методов:

- отсутствует механизм составления всех возможных вариантов (значит нет гарантии получения наилучшего, экономически выгодного решения);
- отсутствуют объективные критерии отбора лучших вариантов.

Алгоритмы, основанные на использовании формальных грамматик, являются одним из способов описания формального языка, то есть выделения некоторого подмножества из множества всех слов некоторого конечного алфавита [4].

Модель формальных грамматик имеет два основных недостатка:

- в естественном языке много понятий, именно поэтому, в грамматике будет очень много правил;
- доказано, что естественные языки относятся к классу 0 по Хомскому, следовательно, задача распознавания и генерации фраз естественного языка алгоритмически неразрешима.

Для исследования времени, необходимой для проверки электронных документов, был разработан эвристический алгоритм для проверки документа «ФНА-2», входящий в группу учета нематериальных активов.

Исследования проходили с настоящей формой документа, но указанные данные в нем были фиктивными.

Для удобства заполнения документации данными, текст в документах прописывается в таблицах (рисунок 1). Для проверки содержимого в документе необходимо было преобразовать таблицу в обычный текст (рисунок 2). В самом тексте документа содержатся ключевые слова, после данных слов в документе в обязательном порядке должны быть заполнены некоторые поля. При нахождении в тексте ключевого слова происходит проверка строки, стоящий за ключе-



вым словом, и выполняется сопоставление данной строки со «строками-шаблонами». Шаблон состоит из требуемых слов для заполнения полей в документации. Ключевыми словами являются слова, отмеченные на рисунке 3 красным цветом, а поля, которые необходимо заполнить, отмечены синим цветом (рисунок 3).

Специализированная форма № ФНА-2
Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 15.12.2008 № 2688р

УТВЕРЖДАЮ Руководитель организации-сдатчика			УТВЕРЖДАЮ Руководитель организации-получателя			
должность	подпись	расшифровка подписи	должность	подпись	расшифровка подписи	
« _____ »	_____	_____	« _____ »	_____	_____	
Организация-получатель	Куйбышевский центр метрологии				по ОКПО	755444
	(наименование)					
	просп. Карла Маркса, 134, Самара (этаж 1, 2)					
	(адрес, телефон, факс)					
	ИНН					
	(банковские реквизиты)					
Структурное подразделение	КЦМ				БЕ	5855
	(наименование)					
Организация-сдатчик	Куйбышевский учебный центр профессиональных квалификаций				по ОКПО	11111
	(наименование)					
	Красноармейская ул., 139, Самара					
	(адрес, телефон, факс)					
	ИНН					
	(банковские реквизиты)					
Структурное подразделение	КУЦПК				БЕ	5955
	(наименование)					

Рисунок 1 – Представление данных в документе ФНА-2

УТВЕРЖДАЮ Руководитель организации-сдатчика	должность	подпись	расшифровка подписи		
« _____ »					
УТВЕРЖДАЮ Руководитель организации-получателя	должность	подпись	расшифровка подписи		
« _____ »					
	по ОКПО	Организация-получатель	Куйбышевский центр метрологии		755444
	(наименование)				
	просп. Карла Маркса, 134, Самара (этаж 1, 2)				
	(адрес, телефон, факс)				
	ИНН				
	(банковские реквизиты)				
	БЕ	Структурное подразделение	КЦМ		5855
		(наименование)			
	по ОКПО	Организация-сдатчик	Куйбышевский учебный центр профессиональных квалификаций		11111
	(наименование)				
	Красноармейская ул., 139, Самара				
	(адрес, телефон, факс)				
	ИНН				
	(банковские реквизиты)				
	БЕ	Структурное подразделение	КУЦПК		5955
		(наименование)			

Рисунок 2 – Преобразованный документ



Специализированная форма № ФНА-2
 Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 15.12.2008 № 2688р

УТВЕРЖДАЮ
 Руководитель организации-сдатчика

УТВЕРЖДАЮ
 Руководитель организации-получателя

_____ должность _____ подпись _____ расшифровка подписи _____

_____ должность _____ подпись _____ расшифровка подписи _____

Организация-получатель: Куйбышевский центр метрологии (наименование) по ОКПО 755444
 просп. Карла Маркса, 134, Самара (этаж 1, 2) (адрес, телефон, факс)
 _____ ИНН (банковские реквизиты)
 _____ КЦМ (наименование) БЕ 5855

Структурное подразделение: Куйбышевский учебный центр профессиональных квалификаций (наименование) по ОКПО 11111
 Красноармейская ул., 139, Самара (наименование) (адрес, телефон, факс)
 _____ ИНН (банковские реквизиты)
 _____ КУЦЦК (наименование) БЕ 5955

Структурное подразделение: _____ (наименование) БЕ _____

Рисунок 3 – Пример документа с шаблонами и полями для заполнения

В ходе исследования задачи автоматизации анализа документов отдела приема документов филиала ОАО «Российские железные дороги» был выполнен анализ ручной проверки и проверки при помощи автоматизированной системы (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ времени при ручной и автоматической проверке документа

Наименование документа	Время ручной проверки документа, с	Время автоматической проверки документа, с
ФНА-2	300	2,637

Таким образом, можно сделать вывод, что время автоматической проверки документа меньше, чем время ручной проверки.

Литература

1. Альбом форм документов организации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://economy-ru.info/info/128530/>, свободный (дата обращения: 01.04.2021)
2. ФАКТЫ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЖИЗНИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/393947/ekonomika/fakty_hozyaystvennoy_zhizni, свободный (дата обращения: 01.04.2021)
3. Эвристические методы обучения в преподавании курса информатики и ИКТ для учащихся нематематического профиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/evristicheskie-metody-obucheniya-v-prepoda-vanii-kursa-informatiki-i-ikt-dlya-uchaschihsya-nematematicheskogo-profilya>, свободный (дата обращения: 04.04.2021)



4. Формальная грамматика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikibooks.org/wiki/Формальная_грамматика, свободный (дата обращения: 04.04.2021)

5. Альбомы форм первичной учетной документации (распоряжение ОАО "РЖД" № 2017р от 12.09.11) [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://scbist.com/dokumentaciya/38279-albomy-form-pervichnoi-uchetnoi-dokumentacii-rasporiazhenie-oao-rzhd-2017r-ot-12-09-11-a.html>, свободный (дата обращения: 04.04.2021)

А.В. Озеров, А.М. Ольшанский

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЕЗДОМ БЕЗ МАШИНИСТА

(АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте»)

В настоящее время в разных странах мира, включая Россию, тестируются решения в области автоматизации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте с переходом к беспилотному управлению [1,2].

В отличие от систем управления метрополитена, системы городского железнодорожного транспорта вынуждены решать указанные задачи иными средствами, в том числе за счет стационарных и бортовых подсистем автоматического обнаружения препятствий, использующих методы машинного обучения при принятии управляющих решений. Введение последних в контур управления заметно усложняет общую задачу анализа угроз и оценки безопасности столь многоконтурной системы управления, связанной с безопасностью людей. Данная задача не может быть решена с помощью традиционных методов анализа угроз FTA и FMEA.

Постановка задачи

Цель данной статьи – разработка новой методологии анализа уровня безопасности сложных многоконтурных систем, состоящих из не полностью контролируемых контуров управления, подсистем и блоков. В практическом плане данная методология может быть использована при оценке безопасности системы управления без машиниста, которая планируется к внедрению на Московском центральном кольце (МЦК).

Ключевые факторы, создающие угрозу функциональной безопасности сложной системы, можно описать следующим перечнем:

- потеря команд или ошибка при подаче внешней входной информации
- неполнота, несовместимость, некорректность процессной модели
- ошибки алгоритма управления (дефект генерации, в изменениях процесса (сценарных, очевидно), нарушения адаптивности, обучаемости, неправомерные



изменения, ошибки в оценке состояния системы, ошибки идентификации системы);

- неподходящие, ошибочные или отсутствующие управляющие команды;
- не подходящие процессу действия мишени или механизма;
- неадекватные ответы сенсора и наблюдателей;
- неподходящие, ошибочные или отсутствующие обратные связи;
- неточные измерения или задержки обратной связи;
- задержки при передаче управления, потери в подаче на вход или входная

ошибка;

- отказы компонентов, не распознанные внешние шумы/команды, их возможное наложение.

Основные предпосылки построения новой методологии:

1. Разбиение на элементарные подсистемы и анализ деревьев ошибок для каждой подсистемы не учитывает взаимодействия данных подсистем.

2. При функционировании сложной системы может случиться событие, при котором, несмотря на физически исправные составные подсистемы, произойдет неполное взаимодействие или несколько одновременных задержек, действие внешних факторов, которое вызовет непредусмотренную реакцию анализируемой системы.

3. Сложность и трудоемкость полного анализа событий в системе.

4. Одновременно с этим действия сложных систем не могут быть признаны Марковскими, следовательно, применять аппарат Марковских случайных процессов для анализа безопасности некорректно. Не определен также входной и выходной алфавит, а также правила формализации состояний для цифровых двойников, ассоциированных с Марковскими моделями и описываемых в [3].

Методология оценки безопасности на основе STPA

Согласно [4], при создании модели безопасности сложной системы строится многоуровневая система управления, включающая описания и разграничения функциональной ответственности между компонентами системы. Верхний иерархический уровень представляет собой контроллер (управляющий элемент) с процессной моделью. Процессная модель генерирует команды управления через отношения в пространстве состояний и вычисленный алгоритм управления, который доводится до нижних структур (мишеней-исполнителей). Мишени и прочие устройства низового уровня сообщают через устройства обратной связи о выполнении команд более высокого уровня. Верхний контроллер адресуется к модели безопасности и, сравнивая ее с поступившей обратной связью, корректирует внутреннее состояние модели.

При такой модели безопасности вероятность инцидентов сводится к ситуациям, когда внутреннее состояние и обратная связь в процессной модели не согласуются между собой. Такая модель является релевантной по отношению к функциональной структуре рассматриваемой системы, учитывает взаимоотношения между блоками и выглядит как развитие многоуровневых схем управления.



Предлагаемая методология базируется на методе STPA, согласно которому строятся контуры управления, контуры обратной связи, мишени-исполнители, сенсоры и управляющие процессы, устанавливаются отношения между ними, которые могут выступить ограничениями в области безопасности, проектируемые как заранее системно определенные случаи (конструкцией и структурой самих подсистем). Непосредственно анализируя риски через соответствующую управляющую процессную модель, необходимо оценивать требования к безопасности и все возможные управляющие решения для каждой части системы, чтобы идентифицировать потенциально опасные управления и усовершенствовать уровень безопасности и ограничения, не позволяющие проявиться опасному поведению от таких управлений.

Сам метод STPA («системно-теоретический анализ процессов») стал развитием модели STAMP («системно-теоретические модели и процессы аварий»), предложенной в 2004 году Левесон и основанной на теории управления. Метод активно используется в авиации, ядерной энергетике и др. отраслях, связанных с особыми требованиями безопасности и сложными системами. Последовательность применения метода состоит из 4 шагов, указанных на рис. 2 [5]: определение рисков и угроз, построение структуры управления, определение небезопасных управляющих действий, определение причин небезопасного управления.

Очевидно, что на первом шаге необходимо построить карту сценариев для всей сложной системы с правилами перехода из одного сценария к другому. Такие сценарии могут включать в себя запускающие события, которые приводят к ущербу [6].

На втором шаге необходимо построить полную структурную схему рассматриваемой системы управления. Так, на МЦК система управления реализуется как многоконтурная система управления, в которой предполагаются два режима управления – «автономный» и дистанционный («режим телеуправления») [7]. Помимо традиционной системы обеспечения безопасности на основе рельсовых цепей, в контуре управления предусматривается взаимодействие по радиоканалу стационарных и бортовых комплексов управления и обеспечения безопасности движения поездов, а также решаются задачи автоматического обнаружения препятствий бортовыми и стационарными устройствами визуального контроля с применением искусственных нейронных сетей с передачей соответствующей информации в центр дистанционного контроля и управления (ЦДКУ). Общая схема построения предполагаемой системы управления МЦК представлена на рис. 5:

Третий шаг исследования самый трудоемкий – формирование и описание угроз функциональной безопасности в соответствии с перечнем для каждого блока системы на различных иерархических уровнях. Для работы с полученными угрозами введем следующие обозначения: Sc – общее количество предварительных причинных сценариев, которое получено комбинаторным путем (так обеспечивается 100% охват всех устройств и их сочетаний), Mod – множество устройств в контурах управления, влияющих на функциональную без-



опасность системы, F – множество опасных (отказных) режимов, R – матрица отношений между устройствами и отказными режимами, предполагается, что каждое устройство инцидентно само с собой, т.е. минимальная сумма баллов в строке каждого устройства составляет 1 (единицу).

В данном случае применим с небольшими изменениями, касающимися реализации на том или ином языке программирования, алгоритм, предложенный в [8] для формирования библиотеки причинных сценариев с помощью исключения нереальных сценариев.

Таким образом, с учетом введенной нотации, получаем следующую последовательность действий по описанию угроз функциональной безопасности:

0. В результате обработки полной библиотеки сценариев, построенных по оговоренным синтаксическим правилам, формируются множества Mod , F .

1. Создадим R как матрицу $(|Mod|, |F|)$; мощность множества F превосходит величину общего числа отказных режимов, так как один и тот же отказный режим содержится в нескольких сценариях. На первом этапе $|F| \gg |M|$.

2. Если в строке матрицы R содержится более, чем одна единица, то это говорит о том, что то или иное устройство из M , записанное в данной строке, участвует в нескольких отказных режимах.

3. Далее производится поиск одинаковых столбцов, это говорит о том, что отказные режимы в этих столбцах совпадают. Их можно включить в один итоговый сценарий.

4. Таким образом формируется библиотека актуальных сценариев.

Такие сценарии могут быть сформированы на всех структурных уровнях рассматриваемой системы. В рамках генерального подхода основные этапы анализа функциональной безопасности выглядят следующим образом:

1.Целевое составление типичных сценариев, проектирование иерархической структуры управления, диаграмм информационных потоков.

2.Идентификация причин опасностей.

3.Разработка мер безопасности.

Иерархическая структура управления представляет собой графическое изображение уровней управления, ключевых сигналов по отношению к нижним звеньям и сигналов от таких звеньев, учитывая в пределе сенсоры, двери, человека, микроконтроллеры. Затем для выбранных блоков и устройств описывается поведение в нормальном и аварийном сценариях в таком формате: к примеру, «в нормальных условиях, блок N системы X обеспечивает (гарантирует) объекту заданное свойство в заданном диапазоне».

Набор подобных утверждений в отношении элементов структурной иерархической схемы делает простым и доступным построение таблицы небезопасных управляющих действий (небезопасных управлений). Формат описания задается таблицей: опасности на системном уровне/управляющие действия/не исполняются/неверно исполняются/управление слишком раннее или слишком позднее/время исполнения данного управления слишком малое или слишком долгое. Последние 4 рубрики и составляют небезопасные сценарии (управляю-



шие действия). Для каждого небезопасного управления описывается комплекс «причина – ограничение», при этом ограничение описывает принципы безопасного поведения в той или иной ситуации при выбранных небезопасных управлениях. Например, контур «центр дистанционного контроля и управления ЦДКУ – поезд – стационарный комплекс обнаружения препятствий СКОП» содержит в себе, как минимум, 2 источника небезопасного управления: это сигнал из ЦДКУ, который может не поступить на поезд, и система СКОП, которая может не отправить запрос или отправить его слишком поздно. В результате связь становится критическим источником риска для всей системы транспортного обслуживания МЦК.

Заключение

Таким образом, в статье показаны недостатки методик локального анализа рисков и предложен универсальный новый подход на основе сочетания методологии системно-теоретического анализа процессов STPA и теории управления. Проиллюстрированы основные этапы такого анализа и сформирована первичная методика выполнения анализа безопасности транспортных систем. Намечен подход к анализу безопасности системы транспортного обслуживания МЦК.

Литература

1. <https://www.uitp.org/publications/world-report-on-metro-automation/>
2. IEC 26690:2014. Railway applications – Urban guided transport management and command/control systems – Part 1: System principles and fundamental concepts.
3. Шубинский И.Б., Шебе Х., Розенберг Е.Н. О функциональной безопасности сложной технической системы управления с цифровыми двойниками // Надежность. Том 21, №1 (2021).
4. Qi Y., Cao Y., Sun Y. Safety analysis on typical scenarios of GTCS based on STAMP and STPA //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 768. – №. 4. – С. 042042.
5. Chaima Bensaci, Youcef Zennir, Denis Pomorski. A Comparative Study of STPA Hierarchical Structures in Risk Analysis: The case of a Complex Multi-Robot Mobile System. European Conference on Electrical Engineering & Computer Science, EECS 2018, Dec 2018, Bern, Switzerland. hal-02014905.
6. ISO/PAS 21448:2019 (SOTIF). Road Vehicles – Safety of the Intended Function.
7. Попов П.А. Развитие отечественных и зарубежных беспилотных технологий // Автоматика, связь, информатика. №9 (2020), с.6 – 12.
8. Yan F., Zhang S., Tang T. Autonomous Train Operational Safety assurance by Accidental Scenarios Searching //2019 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC). – IEEE, 2019. – С. 3488-3495.



О.И. Петлина, А.А. Пиганова

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ ЧАСТИ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ РЕЛЬСОВОЙ ЛИНИИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Выпускники ВУЗов, приходя на предприятия, должны владеть компетенциями, которые позволят качественно и в полном объеме выполнять поставленные перед ними задачи. Теоретическая часть дисциплин, формирующих будущего специалиста, осваивается на лекциях и семинарских занятиях, а закрепление и отработка полученных навыков происходит на производстве во время летней практики. При этом в рамках производственной практики обучающиеся зачастую выполняют работу низкоквалифицированного персонала, которая не позволяет достигнуть требуемого результата. Вариантом решения этой проблемы является обучение в рамках лабораторных занятий на установках, имитирующих процессы, происходящие в реальных условиях.

Одной из проблем, с которой столкнулись работники дистанций сигнализации централизации и блокировки в условиях пропуска поездов повышенной массы и длины, – асимметрия тягового тока, вследствие которой происходит насыщение сердечника дроссель-трансформатора, что, в свою очередь, приводит к уменьшению сигнального тока и напряжения на его вторичной обмотке. В результате путевое реле отпускает якорь при фактическом отсутствии на рельсовой цепи подвижного состава [1,2].

Для удобства контроля асимметрии тягового тока на железнодорожном транспорте принято использовать коэффициент асимметрии тягового тока:

$$K_a = \frac{|I_1 - I_2|}{I_1 + I_2} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где I_1 – ток, протекающий в первой дроссельной перемычке, А;

I_2 – ток, протекающий во второй дроссельной перемычке, А.

На электрифицированных участках железных дорог постоянного тока K_a не должен превышать 6%, при электротяге переменного тока допускается $K_a < 4\%$ [3,4].

В настоящее время контроль коэффициента асимметрии тягового тока производится вручную при помощи прибора ИПС-01, который подключается к дроссельным перемычкам. После нажатия кнопки «ИЗМ» через несколько секунд на его экране отображается окно, содержащее результат измерения тягового тока и коэффициента асимметрии, а также сообщение о соотношении токов в рельсовых нитях [5,6].

При этом в большинстве случаев оперативно-ремонтный персонал не понимает процесса возникновения асимметрии тягового тока и основные причины её появления.



С целью изучения проблемы асимметрии тягового тока на кафедре «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» СамГУПС разработана лабораторная установка для исследования состояния рельсовой линии (рисунок 1).

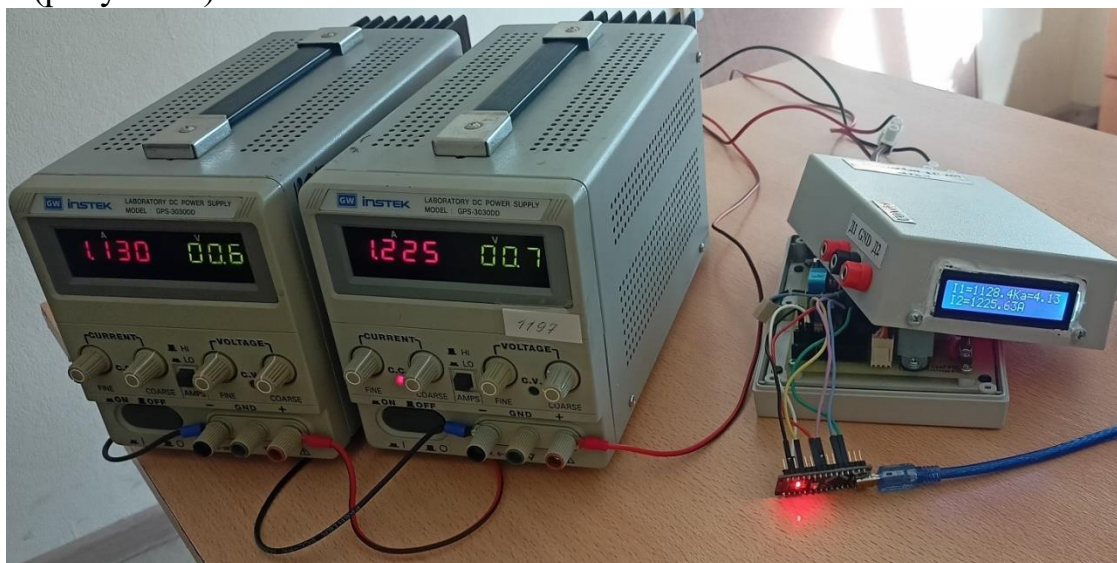


Рис. 1. Лабораторная установка для исследования состояния рельсовой линии

Установка состоит из двух лабораторных источников питания INSTEK-3030DD, каждый из которых имитирует тяговой ток в первой и второй рельсовой нити соответственно. Регистрация токов производится лабораторным измерительным контроллером (ЛК), созданным на базе измерительно-сигнализирующего канала о наличии асимметрии тягового тока в рельсовой сети ИК-СТДМ [7-9]. ЛК отличается тем, что информация о величине тягового тока в рельсовых нитях и значение коэффициента асимметрии отображаются на его дисплее, в то время как ИК-СТДМ передает информацию в систему технического диагностирования и мониторинга. Кроме того, ЛК основан на базе микроконтроллерной платы Arduino nano, к которой подключены выходы датчиков тока и дисплей.

Выбор Arduino nano связан с тем, что это одна из самых простых и доступных микроконтроллерных плат на рынке. На плате размещены 8 аналоговых входов, которых вполне хватает, чтобы подключить информационные выходы датчиков тока и дисплей, а встроенные в микроконтроллер Atmel ATmega328 32 Кб flash памяти и 10-разрядный АЦП позволяют использовать плату в ЛК [10].

Для обработки сигналов, поступающих с датчиков тока, составлена программа в среде разработки Arduino IDE. Принцип работы заключается в считывании сигнала с аналоговых входов АЦП A_0 , A_1 , тем самым оцифровывая сигнал с датчиков LTS 06-NP. Если количество отсчётов $n < 2500$, то определяем значения переменной через каждые $\tau_{\text{АЦП}}$ времени, вычитая при этом постоянную составляющую опорного напряжения. Далее возводим в степень и суммируем полученный результат. Если количество отсчётов $n=2500$, то вычисляем квадратный корень и определяем расчётный ток с выводом на дисплей.



Листинг программы представлен на рисунке 2.

```
RMS_v.2 §
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Подключаем библиотеку для дисплея
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Устанавливаем дисплей

#define PERIOD 20 // период измерения
int n; // количество отсчётов за период
unsigned long Timer = 0; // таймер отсчёта
unsigned long a, b, A, B; // значения для датчика А и датчика Б
unsigned long summA, summB; // сумма значений за период датчика А и датчика Б

void setup() {
  Serial.begin(9600); // скорость передачи данных на ПК
  lcd.init(); // инициализация дисплея
  lcd.backlight(); // Включаем подсветку дисплея
  ADCSRA |= (1 << ADPS2); // настройка АЦП
  ADCSRA &= ~ ((1 << ADPS1) | (1 << ADPS0)); // настройка АЦП
}

void loop() {
  if ((millis() - Timer) >= PERIOD) { // таймер для отсчёта интервала
    if (n == 2500) { // если количество отсчётов станет равным 2500
      Timer = millis(); // таймер сбросится
      A = sqrt(summA); // вычисляем квадратный корень всех значений датчика А
      lcd.setCursor(0, 0); //устанавливаем курсор на 0 столбец 0 строки
      lcd.print("I1="); // вывод на дисплей надпись
      lcd.print((A / 50.) / 1023.*5.*3.2); //вывод на дисплей результат датчика А
      lcd.print("А"); // вывод на дисплей надпись
      B = sqrt(summB); // вычисляем квадратный корень всех значений датчика Б
      lcd.setCursor(0, 1); //устанавливаем курсор на 0 столбец 1 строки
      lcd.print("I2="); // вывод на дисплей надпись
      lcd.print((B / 50.) / 1023.*5.*3.2); //вывод на дисплей результат датчика Б
      lcd.print("Б"); // вывод на дисплей надпись
      lcd.setCursor(9, 0); //устанавливаем курсор на 9 столбец 0 строки
      lcd.print("Ka="); // вывод на дисплей надпись
      lcd.print(abs((((A / 50.) / 1023.*5.*3.2) - ((B / 50.) / 1023.*5.*3.2)) /
        (((A / 50.) / 1023.*5.*3.2) + ((B / 50.) / 1023.*5.*3.2))) * 100.); //вывод на
        дисплей результат коэфф. асимметрии В
      delay(50); // задержка изображения на дисплее 20 мс
      n = 0; // сбрасывается количество отсчётов
      summA = 0; // сбрасывается сумма значений датчика А
      summB = 0; // сбрасывается сумма значений датчика Б
    }
    else { // в противном случае, если n<2500
      n++; // n увеличивается на 1
      a = analogRead(A0); // считывает значения с датчика А
      a = a - 515; // вычитаем постоянную составляющую опорного напряжения
      b = analogRead(A1); // считываем значения с датчика Б
      b = b - 513; // вычитаем постоянную составляющую опорного напряжения
      a = sq(a); // возводим в степень значение с датчика А
      b = sq(b); // возводим в степень значение с датчика Б
      summA += a; // суммируем все значения с датчика А
      summB += b; // суммируем все значения с датчика Б
    }
  }
}
```

Рис. 2. Код реализуемой программы



Испытания лабораторной установки показали, что в диапазоне от 1 до 2 А, имитирующих тяговый ток величиной 1000 А и 2000 А соответственно, погрешность ЛК минимальна и составляет не более 1%, однако, при уменьшении тока до диапазона от 0 до 0,5 А и увеличении разности токов погрешность возрастала. Также дополнительная погрешность возникала из-за колебаний опорного напряжения в зависимости от того, к какому источнику напряжения подключался ЛК.

Стоит отметить, что лабораторная установка дает возможность подробнее познакомиться с проблемой асимметрии тягового тока, научиться проводить измерения тягового тока и вычислять коэффициент асимметрии, однако, как аппаратная, так и программная части, требуют дальнейшей доработки для повышения точности результатов, полученных в ходе измерений.

Литература

1. Исайчева, А. Г. О возможности применения предиктивной аналитики для определения в рельсовых цепях предотказных состояний, вызванных асимметрией тягового тока / А. Г. Исайчева, М. В. Башаркин, В. А. Надежкин, С. Н. Походай // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 293-295.

2. Исайчева, А. Г. Применение информационно-измерительного устройства мониторинга асимметрии тягового тока в рельсовой линии / А. Г. Исайчева, В. Б. Тепляков, М. В. Башаркин, В. Г. Волик, Л. В. Корытин // Вестник транспорта Поволжья. 2019. № 5 (77). С. 71-77.

3. Исайчева, А. Г. Совершенствование метода мониторинга асимметрии тягового тока / А. Г. Исайчева, В. Б. Тепляков, Д. А. Шашин, И. С. Яшин, М. В. Башаркин // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С. А. Прохорова. - Электрон. текстовые и граф. дан. (28, 4 Мбайт). Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2020. С. 255-259.

4. Исайчева, А. Г. Устройство измерения тягового тока в процессе эксплуатации рельсовой сети / А. Г. Исайчева, С. А. Вельмин, М. В. Башаркин // Наука и образование транспорту, 2018. №1. С. 210-212.

5. КТП ЦШ 0156-2015 Карта технологического процесса. Измерение асимметрии обратного тягового тока в двухниточных рельсовых цепях, по которым осуществляется пропуск обратного тягового тока и предусмотрено задание поездных маршрутов.

6. Исайчева, А. Г. К вопросу мониторинга асимметрии тягового тока / А. Г. Исайчева, В. Г. Волик, М. В. Башаркин, И. С. Яшин, А. С. Белоногов // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 324-326.

7. Пат. 200587 Российская Федерация, МПК G 08 В 23/00, 61 L 25/00 Измерительно-сигнализирующий канал о наличии асимметрии тягового тока в рельсовой сети / М. В. Башаркин, А. Г. Исайчева, В. Г. Волик, Д. А. Шашин; Самарский государственный университет путей сообщения. — № 2019145412; заявл. 26.12.2018 ; опубл. 30.10.2020, Бюл. № 31. – 6 с.



8. Исайчева, А. Г. Комплексный мониторинг перегонных рельсовых цепей с учетом асимметрии тяговых токов / А. Г. Исайчева, Д. А. Шашин, А. Н. Митрофанов, А. Е. Тарасова // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 3 (81). С. 55-60.

9. Мазилкин, В. С. Апробация системы контроля асимметрии тягового тока на полигоне куйбышевской железной дороги - филиале ОАО "РЖД" / В. С. Мазилкин, А. В. Заводовский, А. Г. Исайчева, М. В. Башаркин, В. Б. Тепляков // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 298-299.

10. Исайчева, А. Г. Способ контроля асимметрии тяговых токов в рельсовой линии / А. Г. Исайчева, В. Г. Волик, М. В. Башаркин, А. Н. Митрофанов // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 5 (83). С. 29-34.

Е.Г. Плешаков, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ДИСЛОКАЦИИ ГЕООБЪЕКТОВ «ФОНТАН» НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ В СРЕДЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ITSGIS»

(Самарский университет)

Фонтаны – сложные гидротехнические сооружения с замкнутым циклом движения воды, в настоящее время они стали одним из центральных образов как городской, так и садово-парниковой архитектуры. Первые фонтаны возникли в Древнем Египте и Месопотамии, о чем свидетельствуют изображения на древних надгробиях. Изначально они использовались для полива выращиваемых культур и декоративных растений. Египтяне сооружали фонтаны во фруктовых садах возле дома, где они устанавливались посреди прямоугольного пруда [1]. Обилие фонтанов, их практическая и эстетическая важность требует, чтобы они своевременно отмечались на всех картах, в том числе и электронных, поэтому появилась необходимость создания геобъектов «Фонтан» и размещения информации о них в геоинформационной системе (ГИС) «ITSGIS». Для решения этой задачи был разработан плагин «Фонтаны», с помощью которого можно добавлять новые фонтаны на электронную карту, изменять информацию о них, а также формировать учетные ведомости о существующих геобъектах.

Плагин был интегрирован в ГИС «ITSGIS», структурная схема системы с учетом плагина приведена на рисунке 1.

На рисунке 2 представлена основная экранная форма плагина, которая открывается при создании нового геобъекта или при редактировании уже существующего, здесь представлена вся информация, характеризующая фонтан. На вкладке «Информация» можно выбрать тип фонтана, который учитывает архитектуру и композицию водяной струй; статус фонтана; материалы, из которых изготовлены корпус и облицовка; размеры; количество и вид распылите-



лей. На вкладке «Обслуживание» приведена информация об организациях, обслуживающих сооружение, и сроках его проведения.

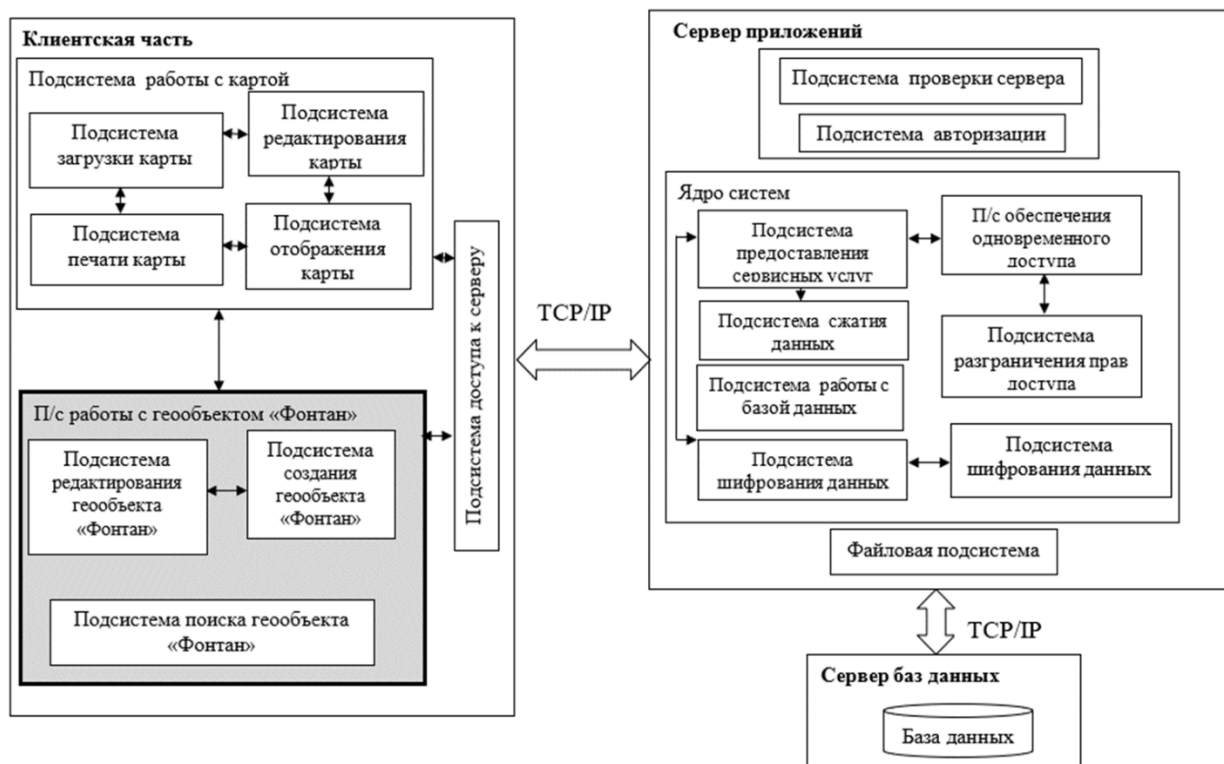


Рисунок 1 – Структурная схема системы

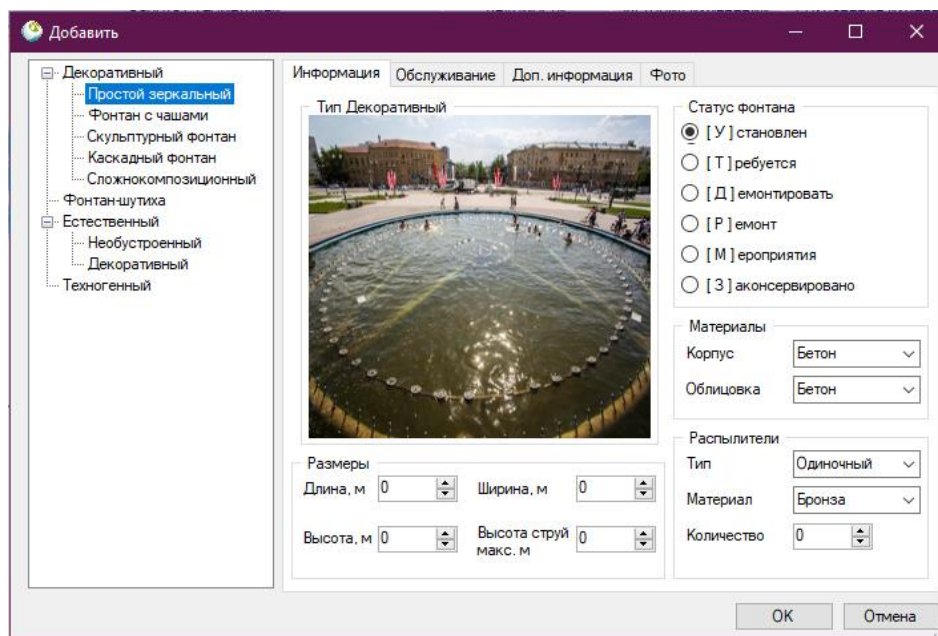


Рисунок 2 – Форма работы с фонтаном, вкладка «Основная информация»

На вкладке «Фото» (рисунок 3) можно добавлять любое количество фотографий, реализована навигация по фотографиям, также имеется возможность добавлять комментарии к фотографиям.

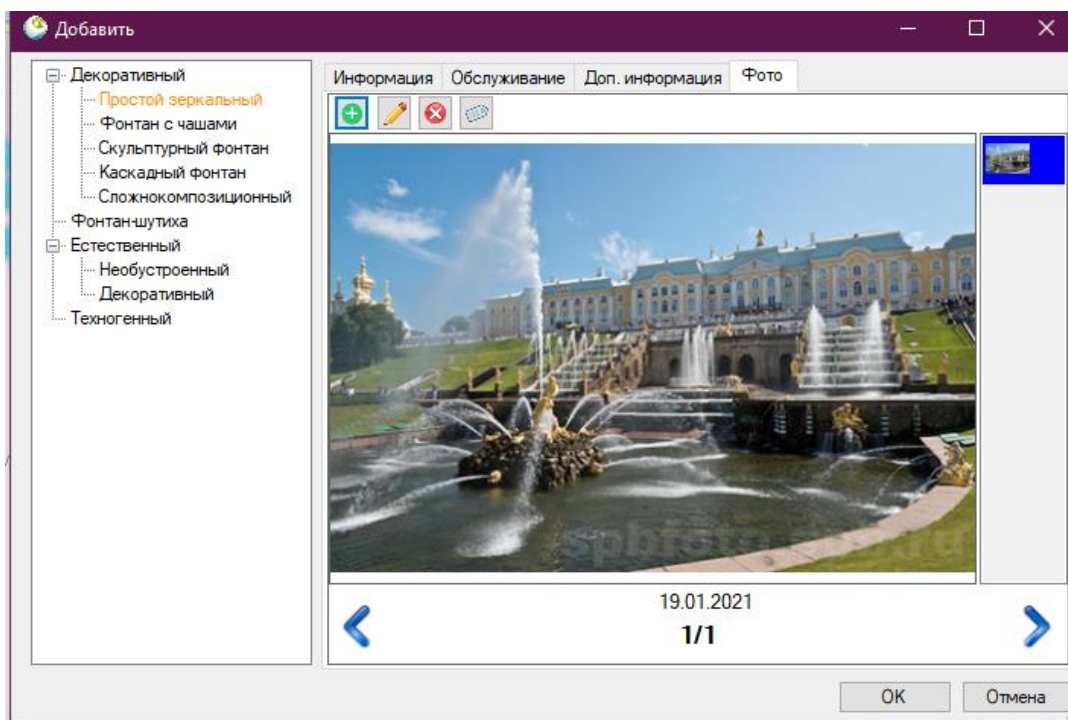


Рисунок 3 – Форма работы с фонтаном. вкладка «Фото»

Вся информация о фонтанах хранится в базе данных системы «ITSGIS», для этого в нее было добавлено нескольких сущностей, логическая модель данных приведена на рисунке 4.

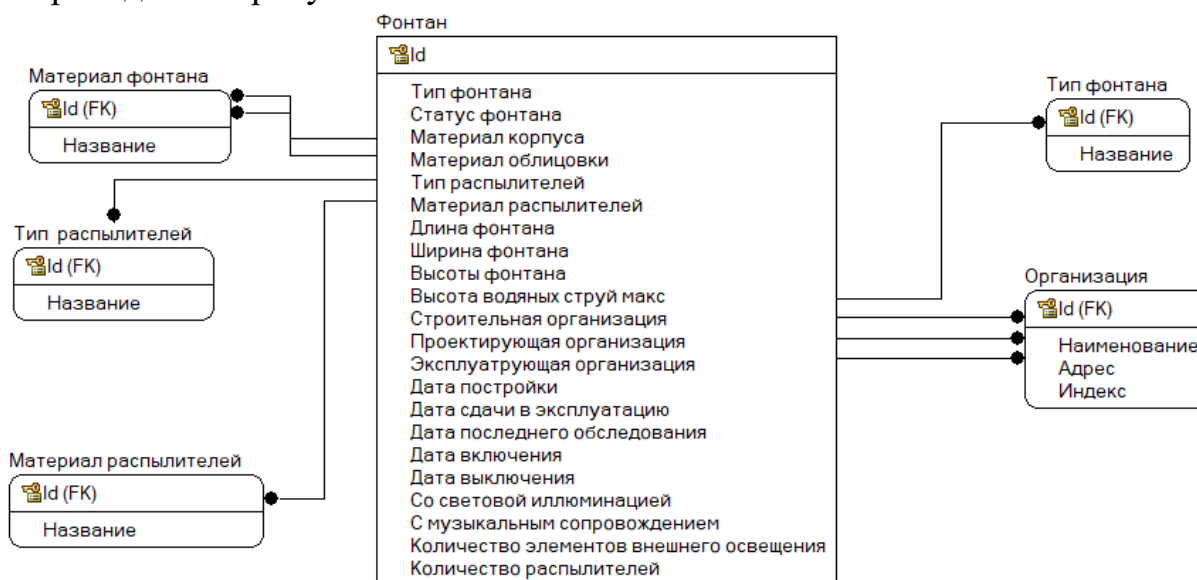


Рисунок 4 – Логическая схема базы данных

Плагин написан на языке C# в среде Visual Studio 2019, использует СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS и функционирует под управлением операционной системы Windows 8 и выше.

Разработанный плагин предоставляет возможность создавать подробные карты с исчерпывающим описанием фонтанов. В первую очередь она будет полезна муниципальным службам и организациям, осуществляющим обслуживание фонтанов, а также при планировании городской застройки.



Литература

1 Фонтан Википедия – электронная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фонтан> (дата обращения: 12.04.2021).

А.С. Попова, О.Н. Сапрыкин

АНАЛИЗ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ ОБ ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

(Самарский университет)

Муниципальный общественный транспорт является важнейшей инфраструктурной составляющей любого города, играющей огромную роль в экономической и социальной жизни горожан. Городской пассажирский транспорт является подсистемой транспортной инфраструктуры и тесно взаимодействует с такими её составляющими, как город и население. Основной функцией городского общественного транспорта является обеспечение транспортной подвижности населения. Следовательно, значительное отставание развития пассажирского транспорта от потребности населения в передвижениях, ведёт к появлению проблем в работе социальных, экономических и других отраслей экономики города.

Пассажирские перевозки должны быть организованы таким образом, чтобы они обеспечивали высокий уровень транспортной доступности регионов, транспортной подвижности населения и благосостояния граждан. Для этого необходимо создать такую транспортную систему, которая бы включала в себя все необходимые для населения коммуникации [1].

В работе рассматриваются современные средства визуализации работы общественного транспорта и поставщики открытых динамических данных, на основе которых можно проводить анализ эффективности системы общественного транспорта. Инструменты рассматриваются на примере города Казань, поскольку он один из немногих, где доступна информация о передвижении автобусов посредством открытого API.

Одним из средств пространственного анализа системы общественного транспорта, является построение изохрон. Изохроны - это линии на карте, соединяющие точки одновременных событий, относительно любой заданной точки для любого промежутка времени. С помощью изохрон на карте города можно наглядно показать, до каких объектов пешеход сможет дойти от остановки общественного транспорта за несколько минут ходьбы. С помощью интернет-сервиса Transmetrika.com можно рассчитать изохроны как отдельных остановок, так и маршрутов (Рисунок 1).

При анализе маршрутов общественного транспорта важно знать детальную информацию о расписании, количестве и характеристиках подвижного состава, стоимости проезда и способах оплаты. Это позволит оценить качество предоставляемых транспортных услуг и обратить внимание на возможные проблемы, возникающие из-за недостаточной вместимости или ограничений для



маломобильных граждан [2]. Данную информацию можно получить с помощью интернет-сервиса WikiRoutes (Рисунок 2).

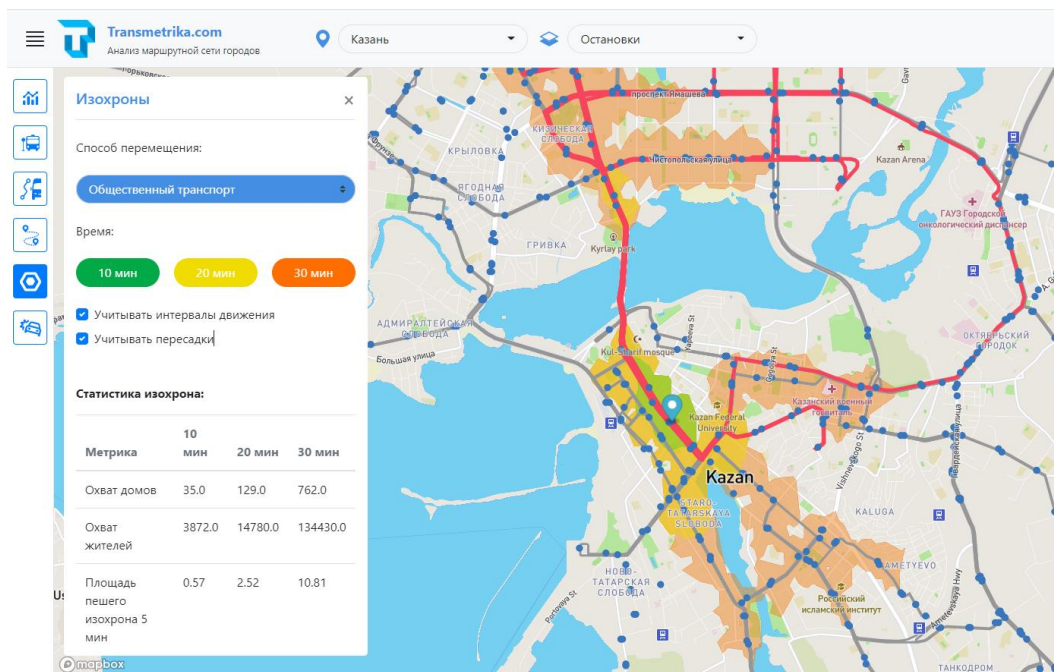


Рисунок 1 – Построение изохрон в сервисе Transmetrika.com

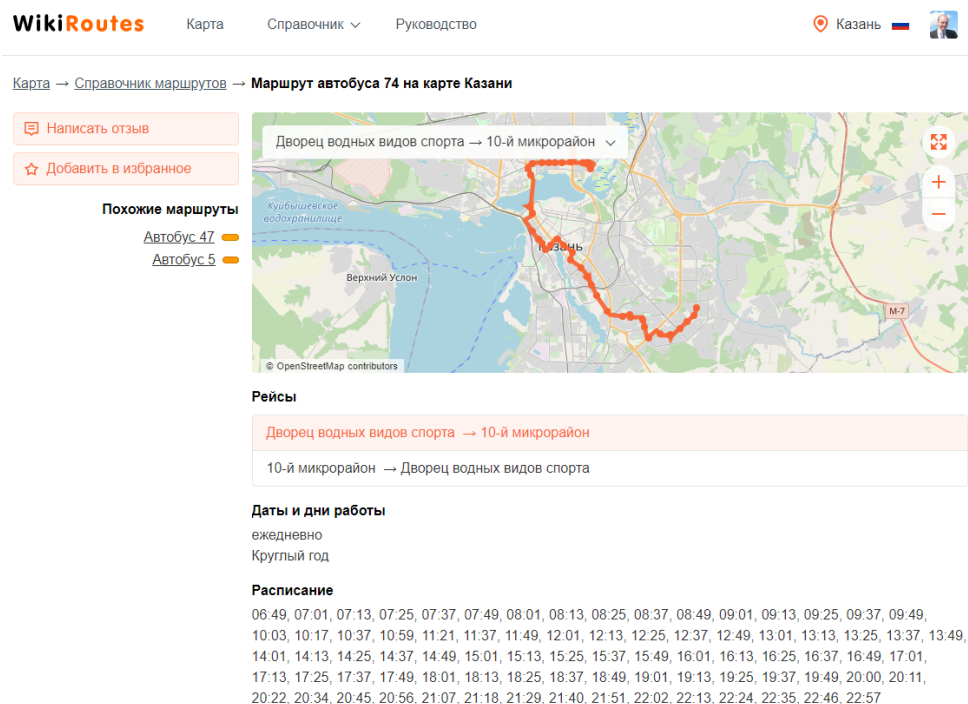


Рисунок 2 – Детальная информация о маршруте в сервисе WikiRoutes

Однако максимальное количество информации о транспортном обслуживании населения несут динамические данные о местоположении подвижного состава на маршруте. Это могут быть стандартизованные GTFS-данные или данные в собственном JSON или XML формате, которые обновляются раз в несколько минут и содержат время и координаты положения транспортного сред-



ства. Во многих городах данная информация закрыта и доступна только для внутреннего использования. Однако в Казани можно получить динамические данные через открытый API. Получив эти данные, можно их проанализировать собственными средствами. Как пример, на рисунках 3 и 4 представлены диаграммы, полученные в программе, написанной на языке программирования Python.

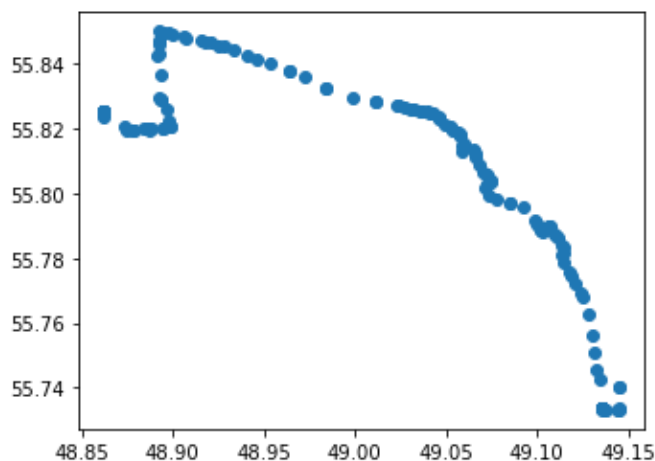


Рисунок 3 – Визуализация координат транспортного средства на маршруте

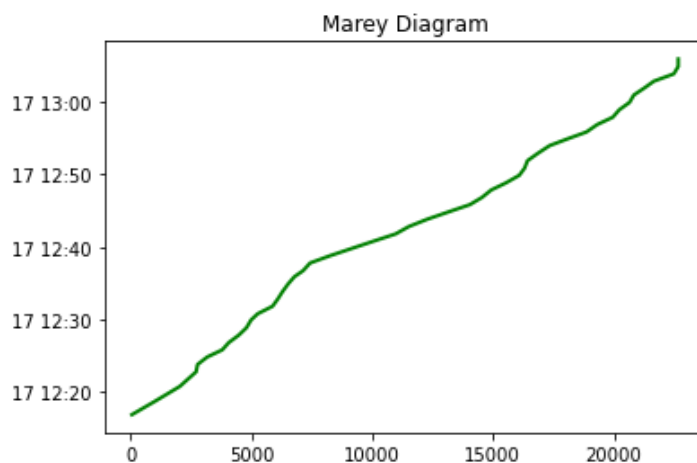


Рисунок 4 – Зависимость времени в пути в зависимости от пройденного пути

Комплексный анализ всех имеющихся данных о системе общественного транспорта города позволит принимать взвешенные решения об оптимизации его работы и повышения качества транспортного обслуживания населения [3].

Литература

1. Никитина, А.Н. Доступность пассажирского транспорта для населения с точки зрения формирования тарифа [Текст] / А.Н.Никитина // Молодой ученый. - 2012. - №8. - С. 134-136.
2. Мочалин, С.М. Обеспечение доступности различных видов пассажирского транспорта для инвалидов [Текст] / С.М.Мочалин, К.Э.Сафронов // Вестник СибАДИ. -2015. - N5(45). - С. 45-52.



3. Martinova, J.A., Martinov, Y.A. Formalization of the problem of the organization of route networks of urban passenger transport. / J.A. Martinova, Y.A. Martinov //Internet journal of the Institute of public administration, law and innovative technologies - 2014- Vol.6 (25).- P.1-13.

Я.В. Соловьева, В.С. Глянько

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА БРОНИРОВАНИЯ И ПРОКАТА АВТОМОБИЛЕЙ

(Самарский университет)

Многие из нас настолько привыкли к личному автомобилю, что не желают пересаживаться на общественный транспорт даже в путешествиях. Иметь свой автомобиль действительно удобно: не нужно узнавать график работы общественного транспорта, толкаться в переполненных автобусах и разбираться, где и на какой маршрут пересесть. Если нет возможности поехать на своей машине, то можно использовать сервисы бронирования авто.

Автоматизация организаций, занимающихся прокатом автомобилей, позволит сделать деятельность по предоставлению авто в аренду простой, безопасной, а, главное, эффективной, обеспечит существенный рост, контроль и автоматизацию процесса проката.

Проблема автоматизации является актуальной, так как недостаток автоматизированного учета автомобильного парка или же некачественный учет могут привести к временным затратам на поиск нужного автомобиля и к потерям данных.

Прежде чем приступить к проектированию системы мы рассмотрели несколько систем аналогов. Все приложения имеют общие недостатки: не указан пробег конкретного автомобиля, нет информации о замене ГСМ, нет информации о состоянии автомобиля, нет информации о прохождении ТО, нет информации о цвете автомобиля.

Главной целью владельца фирмы бронирования и проката автомобилей является предоставление качественных услуг заказчику. Чтобы услуги были предоставлены качественно, нужно учесть следующие факторы:

- простота использования приложения;
- привлекательный интерфейс;
- возможность быстрой аренды автомобиля;
- возможность просмотра данных об автомобиле;
- возможность просмотра учета ТО и ГСМ;
- возможность просмотра страхования авто;
- возможность просмотра дополнительных услуг, предоставляемых фирмой;
- возможность просмотра условий аренды авто;
- возможность просмотра контактных данных организации.



Разработанное приложение удовлетворяет всем перечисленным выше требованиям, является быстрым и содержит удобный пользовательский интерфейс, чтобы заказчик мог без труда выбрать необходимый автомобиль и узнать всю информацию о нем.

Приложение по бронированию и прокату автомобилей предоставляет заказчику всю необходимую информацию о каждом автомобиле: стоимость аренды, пробег, дату прохождения ТО, на каком пробеге были заменены ГСМ. Нужно учесть, что пользователь может задать вопросы по конкретному автомобилю, условиям аренды, дополнительным услугам, которые предоставляет фирма. Для этого необходимо наличие контактной информации, чтобы заказчик мог без труда связаться с представителями фирмы.

Разработанное приложение имеет клиент- серверную архитектуру. На серверной части расположена база данных, где хранятся сведения о автомобильном парке, клиентах, учете ТО и ГСМ, страховании автомобилей. На клиентской части расположена логика работы программы.

При разработке данной системы было учтено, что пользоваться ей будут как заказчики, так и работники организации. Поэтому введены роли администратора и пользователя, так как данная система будет хранить сведения о заказчиках, и доступ к ним могут иметь те лица, которые осуществляют добавление данных о клиентах. Был спроектирован удобный интерфейс, чтобы пользователь системы мог без труда найти нужную информацию.

Данная система разделена на следующие модули: главная страница, автопарк, заказ авто, клиенты, ТО, ГСМ, страхование, дополнительные услуги, контактные данные и условия аренды. На рисунке 1 представлена экранная форма меню разработанного приложения.

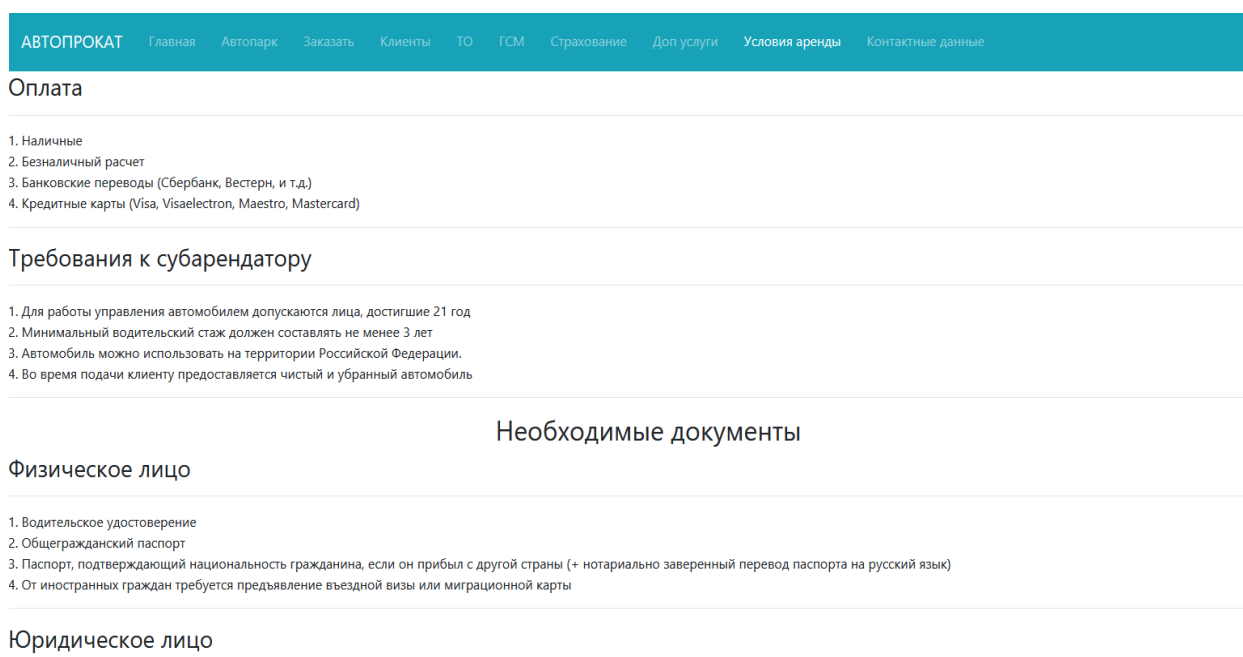


Рис.1. Экранная форма меню разработанной системы



А.А. Суторма, А.Г. Исайчева, М.В. Башаркин

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДХОДА ВИЗУАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Одним из направлений цифровой трансформации, проводимой в хозяйстве автоматике и телемеханике, является перевод технической и технологической документации в электронный вид [1].

В настоящее время на производство начинают приходить работники, родившиеся после 1997 года. Согласно теории поколений Уильяма Штрауса [2], они относятся к представителям поколения Z, которое выросло в мире, окруженном цифровыми технологиями и процессами. Глобальная информатизация под действием средств массовой информации и интернета приводит к изменениям в ментальном плане и формированию клипового мышления [3]. При этом восприятие информации происходит из наглядных изображений, включающих в себя основные мысли и выводы.

Цифровые технологии применяются во всех сферах деятельности и получили активное развитие в транспортной отрасли. Так в долгосрочной программе развития ОАО РЖД до 2025 года [4], приоритетным направлением является цифровая трансформация корпорации. Одним из направлений цифровой трансформации, проводимой в хозяйстве автоматике и телемеханике, является перевод технической и технологической документации в электронный вид.

На сегодняшний день внедрена и успешно применяется программа перевода действующей исполнительной документации в электронный вид АРМ-ВТД (автоматизированное рабочее место ведения технической документации), которая визуализирует только техническую документацию, а технология выполнения работ до сих пор размещается на бумажных носителях и сложна для восприятия. Поэтому нами предложено создать базу наглядных и одинаково трактуемых карт выполнения технологических процессов.

Есть множество возможностей реализации идеи. Это создание фотоинструкций, gif-анимации коротких и емких обучающих видеороликов. Частью воплощения идеи являются 3D-модели (рисунок 1), созданные при помощи систем трехмерного проектирования (КОМПАС-3D, SolidWorks и т.д.).

Инструкции, реализуемые с помощью съемки с реальных объектов, не дают достаточную информацию об устройстве, так как невозможна точная детализация процесса. К недостаткам так же относится реализация видеосъемки. Качественный видеоряд требует профессиональную команду операторов, что экономически нецелесообразно для оцифровки огромного количества технологических карт. 3D-модель, с полной проработкой элементов конструкции несет в себе возможность досконального изучения деталей механизма, и не нуждается в использовании видеоаппаратуры для профессиональной съемки.

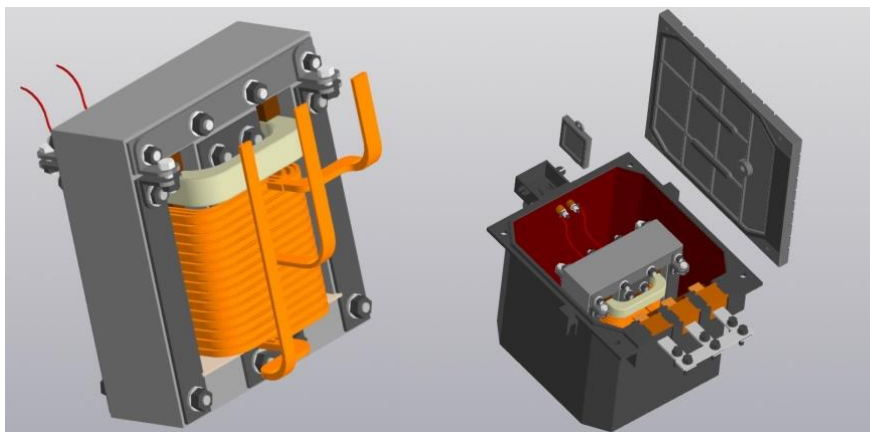


Рис. 1. 3D-Модель дроссель трансформатора ДТ-0,2-500

На сегодняшний день в дирекции инфраструктуры предложено внедрить «инструкции одного листа», созданные с помощью фотосъемки. Инструкция уместается на листе формата А4, и содержит в себе всю информация из технологической карты. Из-за выбранного формата, фотографии, размещенные на листе, получаются недостаточно детализированными, что не позволяет в полной мере передать информацию, содержащуюся в технологической карте.

Современные средства вычислительной техники позволяют создать анимированные видеоролики на основе построенных моделей устройств. Можно совместить программное обеспечение для построения объектов и видеосъемку, то есть снимать видео в программе, объясняя пункты технологической карты на примере хорошо проработанных моделей, что повысит понимание строения устройства у сотрудника предприятия. Полное ознакомление работника с устройством оборудования перед проведением работ исключает неправильный монтаж элементов устройства, а, следовательно, и возникновение опасных ситуаций.

Для хранения большого количества документов в выбранном формате, на производстве может использоваться сервер, или общедоступная база данных, где работник, с помощью приложения на смартфоне, в любой момент сможет зайти, и посмотреть нужную ему документацию. Применение нововведения позволит только прибывшим на производство сотрудникам быстрее адаптироваться к специфике работы, и подробнее ознакомиться с имеющимися на участке устройствами и своими обязанностями.

Литература

1. Поменков Д. М. Цифровая трансформация хозяйства автоматике и телемеханики // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 4. С. 12-14.
2. Howe N., Strauss W. Generations: The History of Americas Future. 1584 to 2069. N.Y.: Quill William Morrow, 1991. 544 p.
3. Семеновских Т. В. Феномен «клипового мышления» в образовательной вузовской среде // Интернет журнал «Науковедение». Выпуск №5, сентябрь – октябрь 2014.



4. Долгосрочная программа развития открытого акционерного общества "Российские железные дороги" до 2025 года // Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 марта 2019 г. № 466-р.

5. Гатен Ю. В. «Цифровое поколение»: Миф или реальность? // Перспективные информационные технологии. 2020. С. 417-419.

А.Е. Тарасова

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНВАРИАНТНОСТИ ДАТЧИКА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЙ РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЙ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В классификаторах состояний рельсовых линий (КСРЛ) звеном, наиболее подверженным влиянию возмущений, часто является чувствительный элемент первичного преобразователя информации – датчик.

Чувствительным элементом в КСРЛ являются рельсовые линии с распределительными параметрами, подверженные непрерывным аддитивным и параметрическим воздействиям.

Если изменения параметров компонент датчика классификатора с сосредоточенными параметрами можно измерить и вычислить составляющие возмущающих воздействий и обеспечить инвариантность классическими методами с логометрическими и разностными звеньями [1], то параметрические изменения первичных параметров рельсовых линий и воздействие помех, не представляется возможным. Поэтому при использовании в качестве чувствительного элемента датчика состояний РЛ рельсовых линий с распределенными параметрами необходимо в структурную схему вводить дополнительные звенья, позволяющие косвенно измерить величину возмущающих воздействий и использовать эту информацию при создании квазиинвариантной системы определения состояний РЛ с чувствительным датчиком – рельсовыми линиями.

Невозможность достижения абсолютной инвариантности в КСРЛ продиктовано тем, что в определенном диапазоне характер изменения первичных параметров и информационное воздействие в виде вступления поезд и обрыв рельсовой линии идентичны, поэтому если обеспечить абсолютную инвариантность, то теряется информация о полезном воздействии.

Если рассматривать рельсовую линию с токопроводящими стыками в виде разомкнутой цепи с рельсовыми линиями с распределенными параметрами подвержены возмущениям f и токопроводящих стыков с сосредоточенными параметрами, которые подвержены возмущениям ξ , представленные структурной схемой на рис. 1, то погрешность δ изменения входной величины x от влияний возмущений $x = F(f, \xi)$, есть:

$$\delta = \frac{S_1 df}{S_1 dx} + \frac{S_2 d\xi}{S_1 S_2 dx} + \dots + \frac{S_n df d\xi}{S_1 S_2 \dots S_n dx}. \quad (1)$$



В формуле (1):

S_1 – чувствительность датчика к изменению параметров рельсовых линий;

S_2 – чувствительность датчика к изменению параметров токопроводящих стыков;

$S_i, S_{if}, S_{i\xi}$ – чувствительность i -го звена цепи к возмущениям f и ξ ;

$i = 1, 2, \dots, n$.

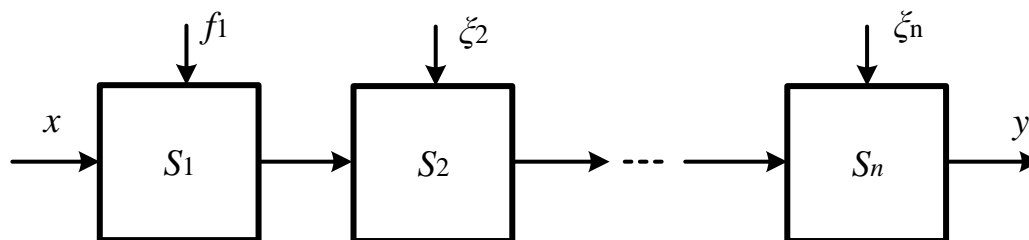


Рис. 1. Структурная схема датчика КСРЛ

Таким образом, учитывая, что чувствительный элемент КСРЛ, как правило, подвержен наибольшему уровню возмущающих воздействий, его вклад в погрешность классификации состояний рельсовых линий [2] или определения координат нахождения поезда [3], является максимальным и поэтому при рассмотрении вопроса обеспечения квазиинвариантности выходной величины и изменениям параметров рельсовых линий и возмущений, воздействующих на рельсовые линии, в работе рассматривается влияние возмущений на рельсовые линии.

Одним из направлений реализации квазиинвариантности к основному возмущающему воздействию – сопротивлению изоляции [4], является использование информации о входном сопротивлении в алгоритме компенсации возмущений. Эту информацию можно получить, анализируя входные сопротивления рельсового четырехполюсника Z_{ex} , измеренного со стороны выхода рельсовой линии [5].

Один из вариантов технической реализации предложенного принципа представлен на рис 2.

Рассмотрим принцип функционирования предложенного способа компенсации возмущений при классификации трех классов состояний рельсовых линий. В первом классе- классе свободного от подвижного состава рельсовой линии уровень напряжения на выходе измерительного органа (звена компенсации) u_y , зависит от величины входного сопротивления рельсовых линий Z_{ex} , $u_y = f(Z_{ex})$ обратно пропорционально, и оно тем меньше, чем больше входного сопротивление и наоборот, при уменьшении сопротивления изоляции из-за её шунтирующего характера напряжение увеличивается. Коэффициент передачи регулирующего звена W_p в частном случае, усилителя с переменным коэффициентом усиления, регулируется напряжением на его управляющем входе, т.е. от выходного напряжения измерительного органа u_y , и коэффициент передачи звена тем выше, чем ниже сопротивление изоляции. В свою очередь, напряже-



ние опроса рельсовых линий U_2 , поступающее на основной вход W_p , зависит от сопротивления изоляции, и U_2 изменяется прямо пропорционально величине сопротивления изоляции, и оно уменьшается, из-за уменьшения сопротивления изоляции вследствие уменьшения W_o рельсовой линии.

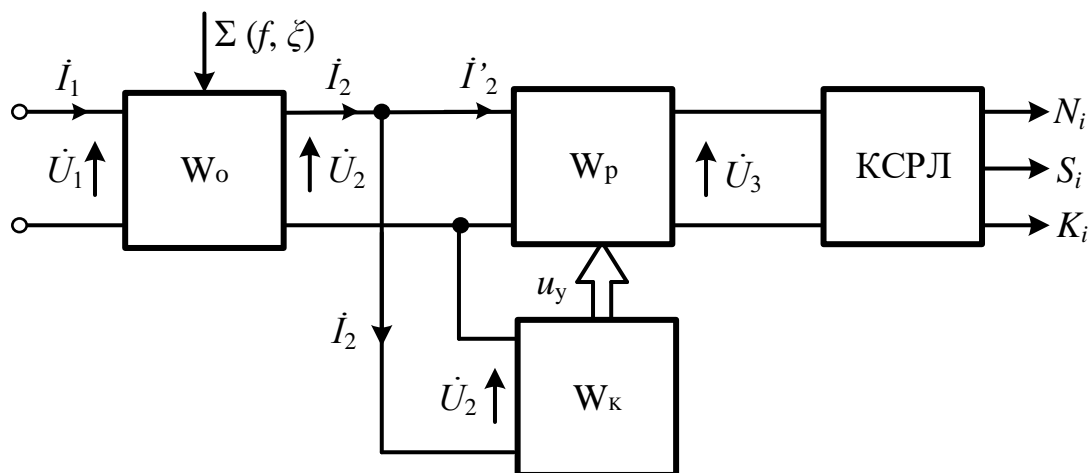


Рис.2 Блок-схема КСРЛ со звеном компенсации
возмущающих воздействий f, ξ :

W_o – коэффициент передачи рельсового четырехполюсника;

W_p – коэффициент передачи регулирующего звена; W_k – звено компенсации с регулирующим сигналом u_y ; КСРЛ – классификатор состояний рельсовых ли-

ний на классы: N_i – нормального режима; S_i – шунтового режима;

K_i – контрольного режима.

Таким образом, в нормальном режиме, при уменьшении сопротивления изоляции $R_{из}$ коэффициент передачи W_p возрастает, а коэффициент передачи W_o уменьшается, так, что напряжение U_3 на входе КСРЛ в зависимости от изменения сопротивления изоляции остается в достаточной степени постоянным, тем самым обеспечивается квазиинвариантность. Во втором классе состояний рельсовой линии, при вступлении подвижной единицы на рельсовую линию (шунтовой режим) входное сопротивление стремится к минимальному значению, $Z_{ex} \rightarrow \min$, а напряжение u_y на управляющем входе звена W_p максимален, но величина напряжения сигнала опроса рельсовых линий U_2 на основном входе W_p достигает минимального значения из-за шунтирующего действия подвижной единицы и благодаря ограничения верхнего предела коэффициента передачи W_p классификатор достоверно идентифицирует класс шунтового режима.

По мере передвижения подвижной единицы к началу рельсовой линии, напряжение U_2 на основном входе W_p увеличивается. Одновременно и входное сопротивление рельсовой линии с другого конца увеличивается, что приводит к существенному уменьшению напряжения u_y на управляющем входе компенсирующего звена W_p , следовательно, и общий коэффициент передачи тракта



уменьшается, чем обеспечивается надежная классификация шунтового режима S_i .

Третий класс состояния, контрольный режим, классифицируется правильно вследствие того, что коэффициент передачи W_o уменьшается из-за обрыва рельсовой линии, следовательно, уменьшается напряжение U_2 на основном входе W_o , а на управляющем входе компенсирующего звена, наоборот увеличивается, из-за увеличения входного сопротивления рельсовой линии $Z_{вх}$, приводящему к уменьшению коэффициента передачи звена W_o .

Таким образом, благодаря введению в тракт опроса чувствительного элемента датчика состояний рельсовых линий звена компенсации, управляемого значением входного сопротивления рельсовой линии, зависящего в свою очередь, от величины сопротивления изоляции рельсовых линий – возмущающего воздействия, возможно обеспечить квазиинвариантность классификатора состояний рельсовых линий к возмущающим воздействиям.

Литература

1. Гончаров, К.В. Методы защиты тональных рельсовых цепей от влияния импульсных помех [Текст] / К.В. Гончаров // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. – Днепропетровск, 2012. – № 41. – С. 191-196.

2. 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.

3. Брылеев, А.М. Теория, устройство и работа рельсовых цепей [Текст] / А.М. Брылеев, Ю.А. Кравцов, А.В. Шишляков. – М.: Транспорт, 1978. – 344 с.

4. Волик, В.Г. Микропроцессорный классификатор состояний рельсовых линий [Текст] / В.Г. Волик, Н.И. Харламова, В.М. Шумаков, А.Е. Тарасова // Вестник транспорта Поволжья. – 2017. – № 6. – С. 98-103.

5. Тарасов, Е.М. Исследование возможностей определения координаты поезда информацией отдельных признаков [Текст] // Е.М. Тарасов, И.К. Андрончев, В.Б. Тепляков, А.Е. Тарасова А.Е. // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2019) : труды Международной научно-технической конференции. – Самара, 2019. С. 505-508.



Е.М Тарасов, А.Е. Тарасова, Н.Н. Васин

ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ САМОНАСТРАИВАЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ УСТРОЙСТВ ЖАТ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В настоящее время наблюдается процесс оснащения микропроцессорными сложными системами устройств интервального регулирования движением поездов. Широко внедряются микропроцессорные системы управления и контроля станционными и перегонными устройствами железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), поэтому наиболее актуальным становится вопрос оснащения их устройствами диагностики, мониторинга и прогнозирования для сокращения времени поиска неисправности и восстановления работоспособности устройств и систем [1,2]. Существующие методы инструментального контроля не всегда реализуемы в процессе функционирования систем и устройств, они не отвечают современным требованиям бесперебойного контроля и достоверности определения места неисправности, особенно в системах, использующих распределенные компоненты. Поэтому современные системы автоматизированного контроля должны обладать функцией автоматического устранения определенных неисправностей и в целом должны составлять самонастраивающийся комплекс, т.к. ручное устранение неисправностей с выездом на место отказа – процесс длительный, и удаленное устранение и самонастройка схемы являются перспективными направлениями исследований [3]. Создание контура самонастройки в схемах по существу является организацией непрерывного мониторинга параметров и устранения неисправностей «по состоянию». Такой подход является приемлемым с точки зрения повышения функциональной надежности, а использование принципов самонастройки позволяет значительно повысить эффективность и обеспечить надежность автоматической системы в целом, и эта задача решается выполнением следующих основных этапов:

1. формирование набора надежных первичных элементов;
2. формирование требований обеспечения оптимальных режимов работы;
3. разработка методов построения схем высокой надежности;
4. обеспечение непрерывного мониторинга параметров компонент схем и формирование баз данных изменений;
5. разработка автоматических методов обнаружения неисправных элементов или компонентов и алгоритма устранения неисправностей.

Автоматизированные системы мониторинга (АСМ) обеспечивают контроль нормального функционирования сложных систем ЖАТ при различных состояниях работы устройств, входящих в состав систем [4]. Однако, АСМ решают только задачу диагностики. Вместе с тем, надежность практичнее рассматривать не только как безотказность компонент и схем в целом, но и как способность к восстановлению.



Совокупность устройств систем объекта контроля можно представить в виде модели единой сложной динамической системы, состоящей из связанных между собой отдельных контуров K_i (рис 1).

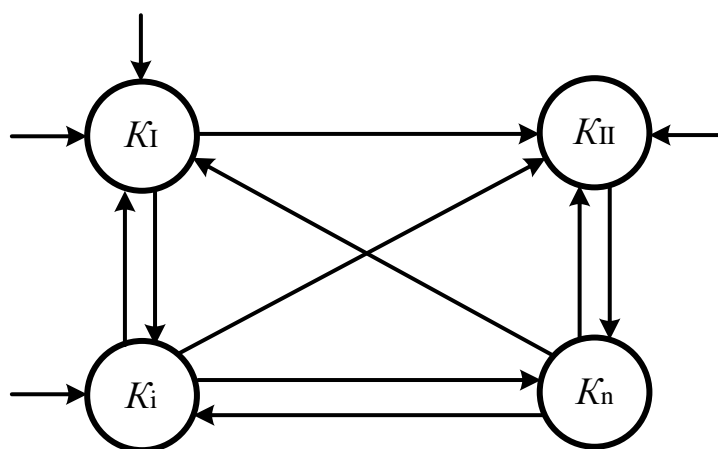


Рис.1 Блок-схема контуров системы автоконтроля

Каждый контур имеет определенное количество элементов, состоящих из отдельных модулей. Изменения в состоянии одного элемента контура приводит к изменениям в состоянии другого элемента данного контура рассматриваемой модели. Любые изменения в состоянии модели в целом являются всегда следствием определенной причины.

Связи между контурами, элементами или модулями могут быть односторонними или двусторонними. Количество связей может быть различным, но вполне определенным для каждого модуля M_{ij} (рис 2) (например, устройств согласования в начале или в конце рельсовой линии в рельсовых цепях), и они закладываются при разработке.

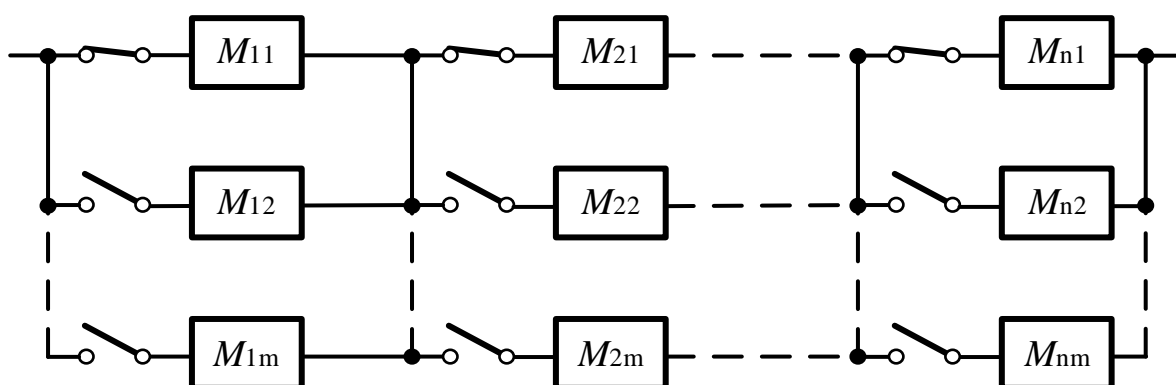


Рис. 2. Структурная организация модулей

Исходя из требуемой надежности узла схемы и модулей, возможностей управления, глубины настройки и резервирования, составляются отдельные компоненты схемы, которые объединяются в контур, а последние – в сложную динамическую самонастраивающуюся систему управляемого контура. Как мо-



дули, так и элементы, а иногда и целые контуры могут быть самостоятельно резервированы с возможностью самовосстановления за счет включения резервных ветвей схемы.

На первом этапе дополненная система АСМ превращается в самонастраивающуюся систему диагностики, которая выполняет автоматический мониторинг состояния устройства или отдельных компонент схемы и включает некоторые резервные элементы в случае отказа основных. На этом этапе основной функцией является осуществление автоматического контроля функционирования схемы принципами распознавания [5].

На втором, более сложном этапе функции управления самонастраивающейся системы диагностики значительно расширены. По результатам первого этапа такая система будет осуществлять управление не только включением резерва, но и автоматически вводить в допуск величины параметров в случае их выхода из допустимых пределов. На этом этапе одной из основных функций является самонастройка параметров контура или отдельных элементов после анализа неисправности по признаку восстанавливаемости. Данная функция исполняется выработкой сигналов управления $u_{упр}=f(\Delta_\phi)$ для включения резервного модуля или элемента при условии, что $\Delta_\phi > \Delta_p$ (для выполнения регулирования при условии, что $\xi < \Delta_\phi < \Delta_p$; до уровня $\Delta_\phi \leq \xi$),

где Δ_ϕ – фактическая величина ухода параметра от номинального значения;

Δ_p – максимальный уход, поддающийся восстановлению путем регулирования;

ξ – некоторая величина, обусловленная точностью измерения и обработки получаемой информации и чувствительностью исполнительного элемента.

Литература

1. Железнов, Д.В. Разработка обучаемого классификатора состояний рельсовых линий с многомерными информативными признаками [Текст] / Д.В. Железнов, Е.М. Тарасов, А.Г. Исайчева, Т.И. Михеева // Труды СПИИРАН. – 2017. – № 1. – С. 32-54.

2. Васин, Н.Н. Восстановление классифицирующей модели состояний рельсовых линий [Текст] / Н.Н. Васин, И.К. Андрончев, А.Е. Тарасова // Наука и образование транспорту : материалы XIII Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 280-282.

3. Сапожников, В.В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учеб. пособие [Текст] // В.В. Сапожников, Д.В. Ефанов, В.И. Шаманов. – М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2017. – 318 с.

4. Сапожников, Вл.В. Эффективность систем технической диагностики и мониторинга состояния устройств железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст] // Вл.В. Сапожников, А.А. Лыков, Д.В. Ефанов, И.А. Богданов //



Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2010. – № 4. – С. 47-49.

5. Тарасов, Е.М. Обеспечение инвариантности к возмущающим воздействиям в рельсовых линиях [Текст] / Е.М. Тарасов, Д.В. Железнов, Н.Н. Васин, А.Е. Тарасова // Инженерные технологии и системы. – 2019. – № 2. – С. 152-169.

Е.В. Чекина, Т.И. Михеева

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТОВ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

(Самарский университет)

Целесообразность создания автоматизированной системы построения маршрутов беспилотного летательного аппарата (БПЛА) определяется необходимостью поддержки принятия решения о посадке или продолжения полета, изменения курса, смены посадочной платформы в динамичных условиях полета.

Рассматривается построение маршрутов для малых БПЛА, выполняющих функции по перевозке малогабаритных грузов, мониторингу транспортных и технологических процессов, отслеживанию мобильных агентов в условиях городской зоны, где присутствует сложность в определении пространственного положения БПЛА, ограничено пространство для маневрирования.

Разработанная транспортная геоинформационная система построения маршрута БПЛА использует в своей основе электронную векторную карту геоинформационной системы ITSGIS, модель транспортной сети и базы данных объектов транспортной инфраструктуры.

Электронная векторная карта геоинформационной системы ITSGIS позволяет отображать объекты транспортной инфраструктуры, хранить информацию о них, отслеживать местоположение БПЛА, просматривать фото- и видеоматериалы с дронов.

Модель транспортной сети содержит информацию о возможных посадочных платформах (для осуществления взлета-посадки, подзарядки, ремонта), запрещенных территориях (частные территории, опасные производства, стратегические государственные, военные объекты, специальные зоны, железные дороги, пешеходные переходы, тоннели, перекрестки). Сеть возможных маршрутов БПЛА представляет собой ориентированный граф, узлами (вершинами) которого являются посадочные платформы, а дугами – возможные пути полёта БПЛА (рис. 1). Вес дуги графа определяется длиной перегона, высотой эшелона полёта, приоритетными ветрами на пути движения.

База данных объектов транспортной инфраструктуры содержит информацию о возможных препятствиях на маршруте, например, участках сети, где имеются ограничения габаритов по высоте и ширине, или специфичных усло-



виях полёта БПЛА, например, наличие большого числа проводов линий электропередач или поддерживающие опоры.

На основе графовой модели автоматизированная система построения маршрутов БПЛА в ITSGIS, используя различные алгоритмы (Дейкстры, Литтла, ветвей и границ, генетические, муравьиной колонии) строит маршрут облёта заданного числа точек для различных критериев оптимальности: заряд батареи аккумулятора, время полёта, длина маршрута, расстояние до аварийной посадочной платформы, расстояние от запретных для полетов зон. Встроенный модуль хранения истории выданных маршрутов позволяет системе осуществлять поиск наиболее востребованного маршрута быстрее, корректируя маршрут в процессе полета БПЛА с учетом изменившейся ситуации в транспортной сети, а также с учетом возможных изменений критериев выбора маршрутов. Таким образом, представляется возможным динамическое управление маршрутом и своевременная корректировка маршрута за счет использования современной информационной технологии, которая объединяет возможность взаимодействия разнообразных геообъектов с базой данных, включая транспортную инфраструктуру, с визуализацией данных на тематических слоях интерактивной географической электронной карты.

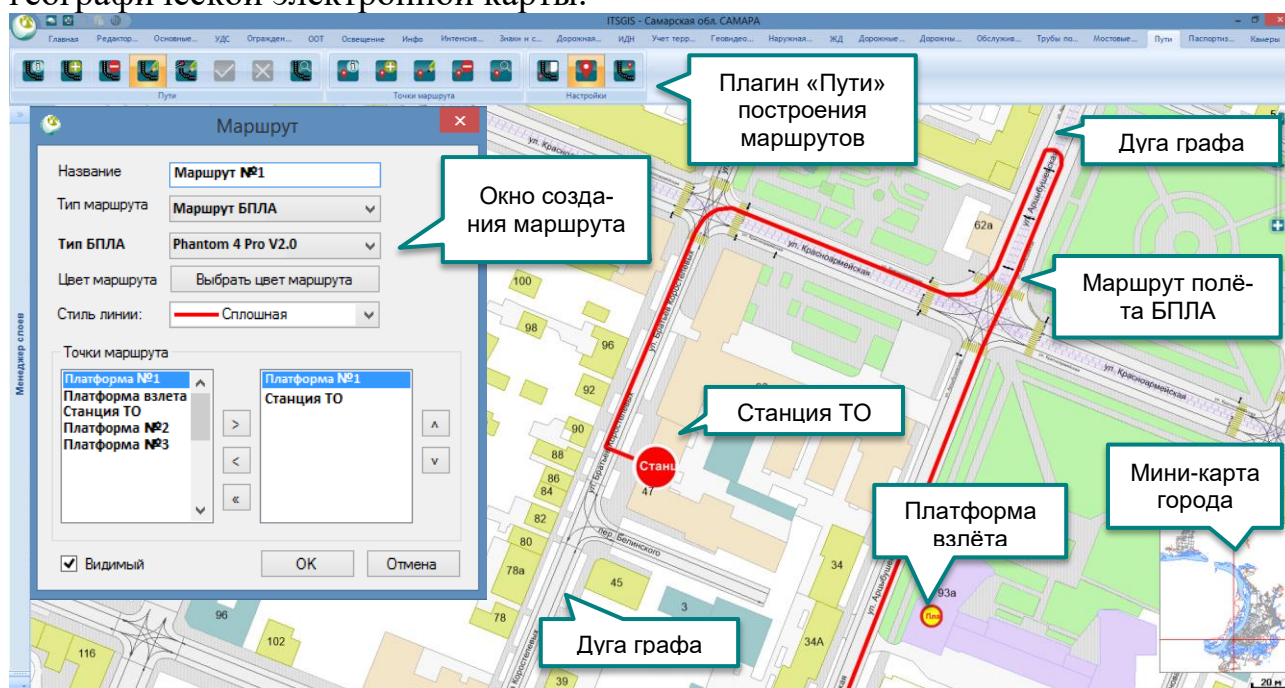


Рис. 1. Автоматизированная система построения маршрутов беспилотного летательного аппарата

Литература

1. Карцев, Н.В. Планирование траектории полета БПЛА / Н.В. Карцев, О.С. Салыкова // Образование и наука в современных условиях. – 2016. – № 1(6). – С. 266-268.
2. Михеев, С.В. Учёт мультиколлинеарных атрибутов пространственно-распределённых данных, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов / С.В. Михеев, А.А. Федосеев, О.К. Головнин // Известия Самарского



научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1053-1057.

3. Головнин, О.К. Веб-ориентированная система информационной поддержки управления транспортной инфраструктурой / О.К. Головнин, А.Н. Имамутдинов // *Intelligent Technologies for Intelligent Decision Making Support: proceedings of the 4th International Conference, Vol. 1, Ufa, Russia, 2016.* – P. 133-138.

4. Степанов, Д.Н. Методики сопоставления особых точек в задаче визуальной навигации БПЛА / Д.Н. Степанов // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика.* – 2015. – Т. 4, № 4. – С. 32-47.

5. Аветисян, Б.Р. Применение отдельных типов беспилотных летательных аппаратов при обеспечении безопасности публичных мероприятий / Б.Р. Аветисян, К.Р. Аветисян // *Вестник Московского университета МВД России.* – 2020. – №2. – С. 219-223.

6. Михеева Т.И. Система медийного автоматизированного мониторинга автомобильных дорог / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // *Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей.* – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – С. 193-198.

7. Помазков, Е.В. Формирование маршрута беспилотного летательного аппарата, с учетом обеспечения коррекции инерциальной навигационной системы / Е.В. Помазков // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки.* – 2018. – № 5. – С. 20-25.



МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Н.И. Билалова, Р.Ф. Маликов

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СРЕДЕ RAND MODEL DESIGNER

(Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы)

Под *динамической системой* понимается любой объект, процесс или явление, для которого однозначно определено понятие состояния как совокупности некоторых величин и задан закон, который описывает изменение начального состояния с течением времени, двигающуюся в пространстве и изменяющуюся во времени. Динамическими объектами могут быть механические, производственные, физические, химические, биологические объекты, вычислительные процессы и др.

Динамические системы описываются различными способами: дифференциальными уравнениями, дискретными отображениями, марковскими цепями, графическими образами и др. Они классифицируются в зависимости от вида оператора отображения и структуры фазового пространства. Различают линейные и нелинейные, непрерывные и дискретные операторы в соответствии определяются системы линейные и нелинейные, системы с *дискретным* временем и системы с *непрерывным* временем.

В основе методологии *моделирования динамических систем* и построения объектно-ориентированных моделей в технических системах лежит агрегативный подход, который был заложен в 1960-70-х годах советским ученым Н.П.Бусленко, здесь сложная система представлялась в виде агрегата (черного ящика), имеющего множество входных и выходных сигналов и воздействующих управляющих сигналов [1, 2]. Математические модели систем автоматического управления и ее элементов представляются в виде уравнений динамики (движения), которые записываются либо в форме дифференциальных, интегральных и разностных уравнений, либо в виде уравнений «вход-выход» в пространстве состояний, благодаря которому они нашли широкое применение в инженерной практике. Описание динамических систем и элементов в пространстве состояний позволяет легко перейти к уравнениям для моделирования на ЭВМ, а также провести моделирование систем автоматического управления в виде структурных схем с помощью аппарата передаточных функций и динамических звеньев [2, 3, 4]. Для моделирования динамических систем используются системы визуального моделирования, так называемые среды схемотехнического моделирования: VISSIM, SIMULINK+ MATLAB и др.



Пакет визуального моделирования динамических систем в виде инструментальной среды имитационного моделирования (СИМ) Model Vision 2 была задумана и в первоначальном варианте создана Ю.Б. Колесовым в начале 90-х гг. XX в. В 1997 году была основана компания MVSTUDIUM Group (рис.1), которая разработала СИМ Model Vision 3 и следующие модификации. В 2009 г. появилось название «Rand Model Designer» (RMD) для общей версии (специальные версии имеют название «MVStadium»). Пакет RMD является системой визуального объектно-ориентированного имитационного моделирования, базирующейся на расширении языка UML для непрерывно-дискретных систем. В декабре 2020 г. выпущена новая версия 8.0 AnyDynamics, поддерживающая символьное дифференцирование и создание 64-разрядных моделей. Авторами инструментальной среды визуального моделирования RMD [5] были написаны ряд учебных и методических пособий, которые представлены на сайте компании MVStadium (<https://www.mvstudium.com/>).

Пакет RMD представляет собой некоторую интегрированную среду, которую необходимо запустить. На рис.1 представлен простейший интерфейс для разработки непрерывных моделей.

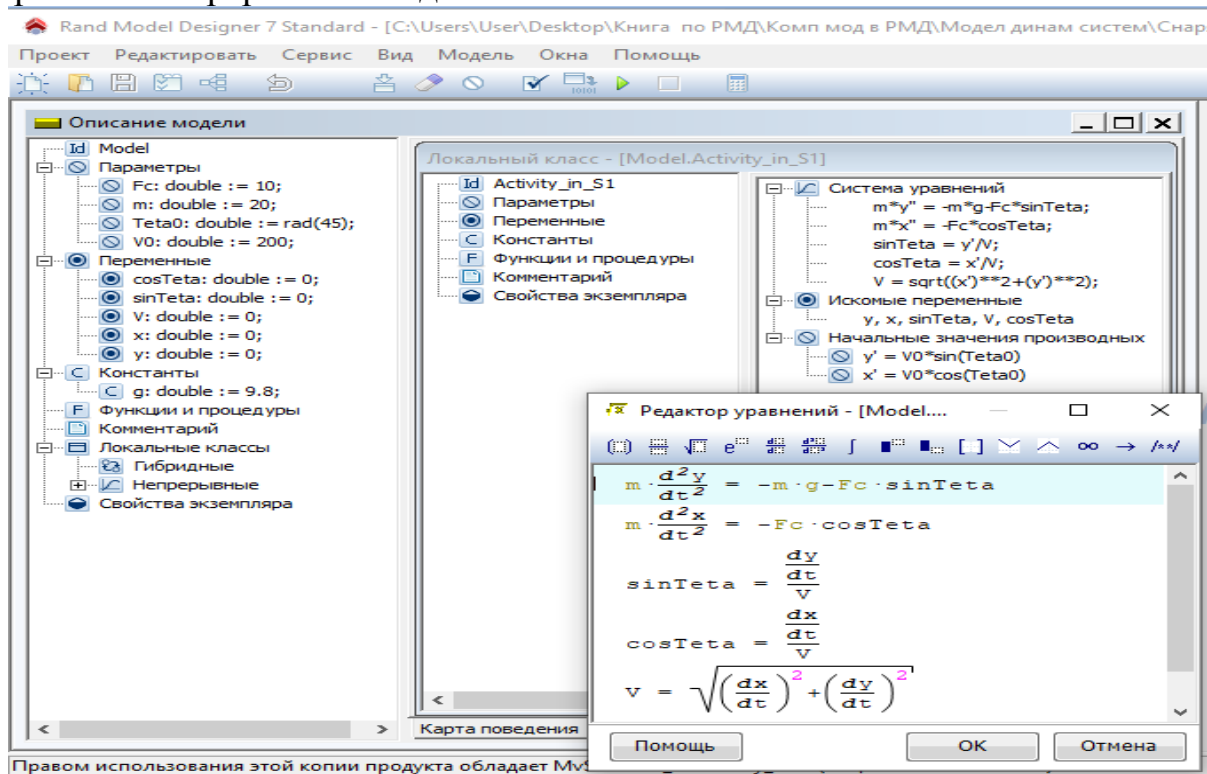


Рис.1. Интерфейс программной среды Rand Model Designer для разработки непрерывных моделей

Интегрированная среда — это визуальное средство разработки моделей. Пользователь, используя интегрированную среду, создает в нем проект, являющийся описанием модели, и наполняет его модельными элементами. В среде имеются редактор уравнений, в которой можно ввести системы уравнений в естественной математической форме и редактор карты поведения, с помощью которого можно нарисовать карту поведения системы (объекта). При описании



системы уравнений интегрированная среда автоматически запрашивает и предлагает описание констант, параметров и переменных.

Здесь в левом окне определяются параметры системы, зависимые переменные и постоянные, локальные классы, используемые для построения модели, определяемые и задаваемые функции и процедуры и комментарии к задаче. Локальные непрерывные классы представляют математическую модель в виде системы дифференциальных уравнений, с начальными условиями и искомыми переменными. Уравнения записываются с помощью редактора уравнений (окно редактора открывается при нажатии правой кнопки в поле «Система уравнений»).

Для разработки электронных пособий используют различные информационные технологии [6, 7]. Для усвоения инструментальной среды RMD нами было разработано электронное интернет пособие. На рис. 2 представлен интерфейс электронного пособия «Компьютерное моделирование динамических систем в среде RMD».

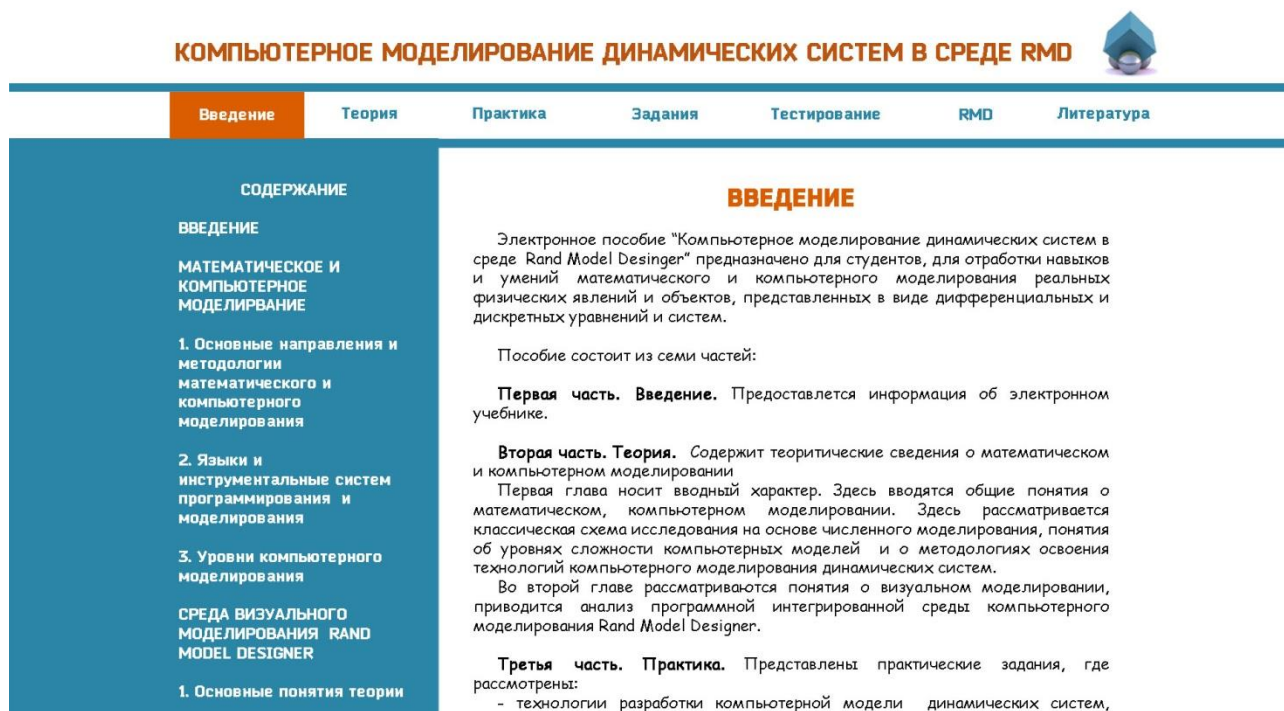


Рис.2. Дизайн интерфейса главной страницы электронного пособия

Структура электронного пособия имеет семь основных блоков: «Введение», «Теория», «Практика», «Задания для самостоятельного решения», «Тестирование», «RMD», «Литература». В блоке «Введение» будет расположен вступительный текст, а также содержание электронного пособия. Блок «Теория» содержит теоретические основы и разделен на два пункта «Математическое и компьютерное моделирование» и «Среда визуального моделирования в среде RMD», которые имеют еще несколько подпунктов. В блоке «Практика» содержатся практические работы, где пользователю представлено последовательное решение этих работ. Блок разделен на главы:

Глава 1. Моделирование динамических систем



Глава 2. Моделирование гибридных систем

Глава 3. Моделирование нелинейных динамических систем.

В каждой главе содержатся по несколько практических работ. В блоке «Задачи для самостоятельного решения» приведены задачи по каждой главе из практики, которые пользователь должен решить самостоятельно. Блок «Тестирование» предназначен для тестов, где пользователь может проверить свои знания и навыки по теме. В блоке «RMD» будет располагаться информация об программном продукте Rand Model Designer и ссылка на его установочный файл. В блоке «Литература» содержатся литература, на основе которой будет построено электронное пособие.

В разделе практика приведены различные примеры пошагового построения компьютерных моделей динамических, гибридных и нелинейных систем в среде RMD. Задачи были выбраны из учебных пособий [8, 9].

Литература

1. Бусленко, Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1968. – 356с.
2. Дьяконов В. П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 384 с.
3. Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5. Simulink 4/5. в математике и моделировании. Полное руководство пользователя. – М.: Солон-Пресс, 2003. – 576с.
4. Маликов, Р.Ф. Основы систем компьютерного моделирования. Учеб. пособие / Р.Ф.Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2008. – 279с. ISBN 978-5-87978-453-4.
5. Колесов, Ю.Б. Объектно-ориентированное моделирование в среде Rand Model Designer 7: учебно-практическое пособие / Ю.Б.Колесов, Ю.Б.Сениченков. — Москва : Издательство «Проспект», 2016. — 256 с. ISBN 978-5-392-22360-2.
6. Атамененко В.А. Электронное учебное пособие «стандарты педагогических программных средств» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/12239/1/RSVPU_2016_150.pdf. - (Дата обращения 5.11.20).
7. Марчук Т.А. Технология создания электронного учебника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/informatika-i-ikt/library/2012/02/14/tekhnologiya-sozdaniya-elektronnogo-uchebnika> .- (Дата обращения 15.11.20)
8. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования: учеб. пособие. – М: Изд-во «Горячая линия –Телеком», 2010. – 348с.
9. Кузнецов А.П. Динамические системы и бифуркации: учебно-научное издание. – Саратов: ООО Издательский центр «Наука», 2015. – 168 с.



М.А. Верхотуров, Г.Н. Верхотурова, Г.А. Ситников

ОБ ОБЪЕДИНЕНИИ ФИГУРНЫХ ЗАГОТОВОК ПРИ РАСКРОЕ ПЛОСКОГО МАТЕРИАЛА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

1.1. Введение

Неотъемлемой частью каждой автоматизированной системы раскроя плоского материала на фигурные заготовки является объединение исходных геометрических объектов (ГО) по "общей линии" (ОЛ). Суть этого объединения заключается в таком расположении ГО, при котором режущий инструмент в процессе обработки контура одного ГО, автоматически обрабатывает часть контура другого ГО (экономия энергии, времени работы станка, т.п.) (рис.1).

Следует отметить, что в качестве ОЛ используются прямолинейные сегменты исходных ГО, дуги окружностей в общем случае для этого не применяются (из-за проблем с точностью совпадения соответствующих эквидистант).

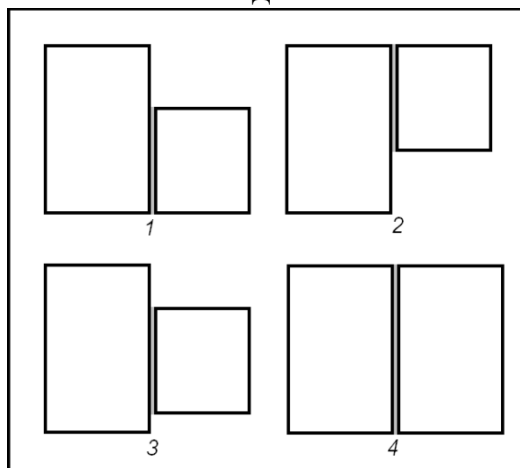


Рис. 16. Примеры объединения объектов "общей линией"

1. Постановка задачи

1.2. Подбор ГО для объединения ОЛ (ООЛ)

Рассматривается следующая постановка задачи подбора ГО для ООЛ. Необходимо объединить ГО так, чтобы получить максимальную суммарную длину общих линий. Пусть $S, |S|=n$ множество ГО, L^i множество линейных сегментов i -го ГО. Определим $L_{OL}^i = \{l_s^i : l_s^i \in L^i, |l_s^i| \geq l_{\min}\}$, где l_{\min} - минимальная длина сегмента, пригодного для ОЛ.

Определим также отображение: $CL : L_{OL}^i \times L_{OL}^j \rightarrow \{0,1\}$,

$$CL(l_s^i, l_t^j) = \begin{cases} 1, & \text{если } l_s^i, l_t^j - \text{ОЛ} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Задача объединения ГО ОЛ сводится к следующей задаче максимизации:

$$\frac{1}{2} \sum_i \sum_j \sum_s \sum_t CL(l_s^i, l_t^j) \min\{|l_s^i|, |l_t^j|\} \xrightarrow{CL} \max$$



при следующих ограничениях:

- 1) $\sum_s \sum_t CL(l_s^i, l_t^i) = 0$, ГО не может иметь ОЛ с самим собой;
- 2) $\sum_s \sum_t CL(l_s^i, l_t^j) \leq 1$, между двумя ГО не может пройти более одной ОЛ;
- 3) $\sum_j \sum_t CL(l_s^i, l_t^j) \leq 1$, одному сегменту соответствует не более одной ОЛ;
- 4) условия взаимного непересечения ГО.

1.3. Поиск траектории режущего инструмента для ГО ООЛ

Рассмотрим следующую постановку задачи поиска оптимальной траектории режущего инструмента для ГО ООЛ. Считаем, что ГО ООЛ окончательно уложены друг относительно друга. Сумма длин сегментов постоянна, поэтому требуется найти траекторию с минимальной суммой углов поворотов режущего инструмента.

Пусть ГО с ОЛ определяются неориентированным графом $G = (V, E)$, V - множество вершин, E - множество ребер. Для этого необходимо определить однозначные преобразования: ГО с ОЛ \rightarrow граф, последовательность элементов графа \rightarrow траектория инструмента. Потребуем, чтобы множество вершин $GO \in V$, множество сегментов $GO \in E$, траектория режущего инструмента определяется через последовательность *Path* ребер графа.

Определим функцию угла поворота режущего инструмента при переходе от сегмента, соответствующего ребру A , к сегменту, соответствующему ребру B (обозначим угол между этими сегментами ang_{AB}):

$$a(A, B) = \begin{cases} (\pi - ang_{AB}), & \text{если } A \cap B \neq \emptyset \\ a_{\max}, & \text{иначе} \end{cases}.$$

Определим отображение:

$$f : E \times \{1, \dots, |E|\} \rightarrow \{0, 1\}, \quad f(A, i) = \begin{cases} 1, & \text{если } A \text{ в } Path \text{ на } i\text{-ом месте} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}.$$

Тогда задача поиска траектории сводится к следующей задаче минимизации:

$$\sum_{i \neq |E|} \sum_A \sum_B f(A, i) f(B, i+1) a(A, B) \xrightarrow{f} \min$$

при следующих ограничениях:

- 1) $\sum_A \sum_i \sum_{\substack{j \\ j \neq i}} f(A, i) f(A, j) = 0$, каждое ребро входит в *Path* один раз;
- 2) $\sum_i \sum_{\substack{A \\ B \neq A}} f(A, i) f(B, i) = 0$, два ребра не могут оказаться i -ми в *Path*;
- 3) $\sum_A \sum_i f(A, i) = |E|$, в *Path* должны входить все ребра.



2. Методы решения

2.1. Подбор ГО для ООЛ

Задача подбора ГО для ООЛ является задачей оптимизационного геометрического проектирования [1]. Ее можно решить методами дискретной оптимизации с учетом соответствующих геометрических ограничений.

Задача подбора ГО для ООЛ в том виде, в котором она поставлена, неразрывно связана с оптимизационной задачей раскроя-упаковки (Р-У) ГО. Возникает необходимость решения двух оптимизационных задач, в котором предпочтение часто отдается задаче Р-У. Поэтому подбор ГО для ООЛ выполняют либо перед Р-У, либо после Р-У. Возможный третий вариант - объединение ГО ОЛ в процессе размещения ГО, является наиболее сложным и приводит к необходимости решения двухкритериальной оптимизационной задачи, причем в общем случае эти критерии являются противоречащими друг другу. В данной статье этот вариант не рассматривается.

2.1.1. Подбор ГО для ООЛ перед Р-У

Подбор множества ГО для ООЛ происходит по следующей схеме: детали раскладываются вокруг общего центра C т.о., что ОЛ проходят через этот центр.

На рис.2 видно, что такая схема пригодна для получения, в частности, пары ГО ООЛ (рис.2 вар.1 – рис.1 вар.1,2,4).

Необходимо учитывать возможность задания ОЛ как отрезками (рис.2 вар.2), так и прямыми (рис.2 вар.1,3). Прямые определяют сквозные ОЛ. При использовании отрезков возникает неоднозначность траектории инструмента (рис.2 вар.2б).

Между сегментами ОЛ ГО необходимо выдерживать строго определенное расстояние (диаметр режущего инструмента).

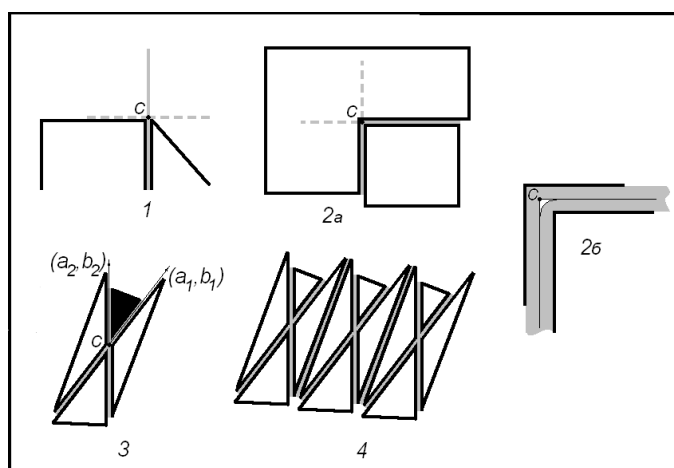


Рис. 17. Подбор ГО для ООЛ перед Р-У

Смещение $(\Delta x, \Delta y)$ ГО относительно C при диаметре инструмента D вычисляется следующим образом. Для одного ГО через C проходит одна ОЛ (рис.2 вар.1) или две ОЛ (рис.2 вар.2,3). Следовательно, смещение $(\Delta x, \Delta y)$ опре-



деляется однозначно. Пусть ОЛ (рис.2 вар.3. – ГО закрашен целиком) коллинеарны векторам (a_1, b_1) и (a_2, b_2) . Возьмем C в качестве центра локальной системы координат. Тогда прямые, на которых лежат ОЛ можно параметрически задать:

$$\begin{cases} x = b_1 D_1 + t_1 a_1, \\ y = -a_1 D_1 + t_1 b_1. \end{cases} \text{ и } \begin{cases} x = b_2 D_2 + t_2 a_2, \\ y = -a_2 D_2 + t_2 b_2. \end{cases}, \text{ где } D = -D_1 = D_2.$$

Точка пересечения прямых:

$$\Delta x = D \frac{a_1(a_2^2 + b_2^2) + a_2(a_1^2 + b_1^2)}{a_1 b_2 - a_2 b_1}, \quad \Delta y = D \frac{b_1(a_2^2 + b_2^2) + b_2(a_1^2 + b_1^2)}{a_1 b_2 - a_2 b_1},$$

$$(a_1, b_1), (a_2, b_2)\text{-единичные, } \Rightarrow \Delta x = D \frac{a_1 + a_2}{a_1 b_2 - a_2 b_1}, \Delta y = D \frac{b_1 + b_2}{a_1 b_2 - a_2 b_1}.$$

Длина вектора смещения $(\Delta x, \Delta y)$ зависит не только от D . Значит, для одного и того же диаметра режущего инструмента, различные ГО сместятся, в общем случае, на различные расстояния.

$(\Delta x, \Delta y)$ для случая с одной ОЛ получается путем проведения второй, мнимой ОЛ (рис.2 вар.1 пунктиром) перпендикулярно первой: $(\Delta x, \Delta y)$

$$\Delta x = D(b - a), \Delta y = -D(a + b).$$

2.1.2. Подбор ГО для ООЛ после Р-У

Объединяются все ГО, расстояние между сегментами которых не больше Δ . Очевидно, что расположение ГО друг относительно друга чаще всего произвольное (рис.1 вар.3).

Заключение

В статье рассмотрены различные вопросы, возникающие в связи с необходимостью объединения ГО с целью экономии материала, энергии, времени изготовления при раскрое плоского материала на фигурные заготовки. В англоязычной литературе и соответствующих автоматизированных системах они встречаются под терминами "common line" и "common cut" ("общая линия" и "общий рез").

Литература

1. Верхотуров М. А. Задача нерегулярного раскроя фигурных заготовок: оптимизация размещения и пути режущего инструмента. // Вестник УГАТУ, 2007. Т. 9, №2 (20). С. 106–118.



М.А. Верхотуров¹, Г.Н. Верхотурова¹, М.В. Лукьянов²

ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНОЙ МЕТАЭВРИСТИКИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПЛОТНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ НЕВЫПУКЛЫХ МНОГОУГОЛЬНИКОВ НА ПОЛУБЕСКОНЕЧНОЙ ПОЛОСЕ

¹ Уфимский государственный авиационный технический университет,
² АО «Уфимское приборостроительное производственное объединение»

Аннотация

В работе рассматривается задача нерегулярного плотного размещения невыпуклых многоугольников на полубесконечной полосе минимальной длины. Для её решения предложен алгоритм с применением годографа функции плотного размещения, основанный на анализе возможных точек занесения объекта в область упаковки и алгоритм оптимизации с использованием гибридной метаэвристики. Приведены примеры работы алгоритма, а также результаты вычислительного эксперимента, произведенного на общедоступных примерах.

Введение

Среди множества задач, возникающих на практике, важное место занимают задачи, связанные с нерегулярным размещением двумерных геометрических объектов (ГО), например, раскрой листов на плоские заготовки, компоновка двумерных объектов в заданной области размещения (ОР) и т.д.

Все они являются задачами оптимизационного геометрического моделирования. Дополнительную геометрическую сложность при их решении составляет проблема соблюдения условий взаимного непересечения размещаемых объектов между собой и с границами зоны размещения.

1 Постановка задачи

Пусть имеется набор двумерных объектов (ГО) $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$: $P_i \subset \mathbf{R}^2, i = \overline{1, n}$, каждый из которых задан в собственной системе координат.

Область размещения $Q \subset \mathbf{R}^2$ представляет собой прямоугольную полосу с фиксированными шириной W и переменной длиной L .

Пусть $P_i(\bar{u}_i)$ - многоугольный объект P_i с вектором координат опорной вершины $u_i \in \mathbf{R}^2$.

$X(P(U))$ – длина области размещения при размещении P с геометрическими параметрами размещения (координатами вершин относительно области размещения) U .

Требуется найти такое U , чтобы $X(P(U)) \rightarrow \min$ при следующих ограничениях:

- 1). Условия непересечения многоугольных объектов между собой:
$$\text{int } P_i(\bar{u}_i) \cap \text{int } P_j(\bar{u}_j) = \emptyset, \forall i = \overline{1, n}, \forall j = \overline{1, n}, i \neq j, \quad (1)$$



где $\text{int } P$ обозначает внутренние точки объекта P .

2). Условие непересечения многоугольных объектов и области размещения:

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

Система условий (1)-(2) связывает параметры размещения $U = (\bar{u}_1, \bar{u}_2, \dots, \bar{u}_n)$ ГО множества P в области Q и является для них ограничением.

2 Методы решения задачи

Из-за комбинаторной сложности описанная задача относится к классу NP-трудных задач [1].

Анализ существующих подходов показал, что использование принципа пообъектного размещения (ПОР), основанных на соблюдении условий взаимного непересечения (УВН), является перспективным. Поэтому в работе был выбран этот метод.

При использовании принципа ПОР объекты помещаются в зону размещения один за другим. После нахождения точки занесения очередного объекта его положение фиксируется и больше не меняется. Таким образом, при определении точки занесения ГО в область размещения, результат будет зависеть только от порядка занесения ГО в область и его угла поворота относительно области размещения. Это приводит к возможности разбиения процесса на две части:

- Геометрическая – внутренняя часть, отвечающая за моделирование УВН и нахождение параметров размещения ГО;
- Оптимизационная – внешняя (комбинаторная) часть, отвечающая за формирование и изменение последовательности размещаемых ГО и их ориентации относительно ОР.

Для построения УВН наибольшее распространение получили методы на базе построения годографа функции плотного размещения (ГФПР/NFP).

Под годографом G_{ij} подвижного объекта $P_j(u_j)$ относительно зафиксированного $P_i(u_i)$ понимается такое множество положений опорной вершины объекта P_j , при котором он плотно расположен относительно P_i .

3 Описание выбранных подходов

3.1 Моделирование УВН и нахождение точки размещения ГО

Для решения этого этапа был выбран годограф-ориентированный метод на основе операций Минковского [2].

Если рассматривать множество допустимых для размещения ГО точек, то оно представляет собой объединение областей, ограниченных различными ГФПР (в общем случае оно может быть несвязным).

В работе использован способ нахождения точки размещения ГО на основе ГФПР, предложенный Гомес и Оливейра [3].

В процессе нахождения точки размещения очередного ГО P_j из множества допустимых точек рассматриваются точки локальных экстремумов.

Точкой размещения является точка с минимальной X-координатой.



3.2 Алгоритм формирования и изменения последовательности размещаемых ГО и их ориентации относительно ОР

В данной работе рассматривается применение методологии, совмещающей генетический алгоритм [5], несущий коллективное начало и алгоритм пороговой допустимости [1], несущий индивидуальное начало – гибридный метаэвристический алгоритм (ГМА).

Использование этих алгоритмов обусловлено хорошими результатами, полученными при решении различных задач размещения ГО, и простотой идей этих методов, позволяющей сосредоточиться на его эффективной реализации.

На начальном этапе (применение генетического алгоритма), охватывается большая часть допустимой области, что, безусловно, влечет за собой положительный момент. Затем к каждому из "хороших" решений, полученных на предыдущем шаге, применяется алгоритм пороговой допустимости, являющийся модификацией алгоритма имитации отжига, и несущий индивидуальное начало.

Алгоритм состоит из двух этапов.

На первом этапе оптимизации применяется генетический алгоритм. Его основная особенность состоит в том, что анализируется не одно решение, а некоторое подмножество квазиоптимальных решений, называемых хромосомами и состоящих из генов. Это подмножество носит название «популяция».

Для рассматриваемой задачи хромосома описывает порядок размещения ГО – приоритетный список. Для хромосомы вычисляется целевая функция $F(X)$, называемая целевой, где X – длина области размещения. Каждый ген в хромосоме состоит из порядкового номера размещаемого ГО, координат вершин ГО и определяемых ими ребер в собственной системе координат и системе координат относительно ОР и угла поворота ГО относительно области размещения.

В рассматриваемой реализации начальная популяция формируется случайным образом и в неё включается хромосома, описывающая список ГО в порядке убывания площадей, с углом поворота таким, что гравитационная точка каждого из них имела минимальную координату по оси абсцисс. Такое положение ГО считается рациональным.

После формирования начальной популяции, осуществляется процесс синтеза новых решений (поколений) задачи. Новое поколение хромосом генерируется посредством двух основных операций: скрещивания с использованием двухточечного РМХ-кроссовера, в результате которого формируется хромосома-потомок и мутации хромосомы-потомка.

Мутация хромосомы-потомка происходит с заданной вероятностью и заключается в замене мест двух случайно выбранных ГО в приоритетном списке и повороте их на заданный угол.

Затем производится селекция хромосом. В текущей популяции, состоящей из родителей и потомков, производится отбор лучших решений, т. е. хромосом с наилучшим значением целевой функции, т.е. применяется принцип



элитизма. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет обработано заданное число поколений. Первый этап заканчивается формированием популяции с лучшими значениями целевой функции из всех рассмотренных. Второй этап оптимизации состоит в применении алгоритма пороговой допустимости к каждой хромосоме (приоритетному списку размещения) с целью улучшения полученных на первом этапе решений.

При реализации алгоритма пороговой допустимости для нахождения окрестного решения использован следующий подход: выбирается случайный объект из списка размещения, и с равной вероятностью выполняется одна из следующих модификаций

- меняется угол поворота этого ГО на заданное значение;
- ГО перемещается на новое случайно выбранное место в списке.

Переход к новому решению осуществляется, если функция цели больше на заданную величину порога $T > 0$.

4 Результаты вычислительного эксперимента

Эксперименты проводились в 64-разрядной операционной системе Windows, процессор Intel Core i7-2630QM 2.00GHz, 10Gb RAM.

В программе, написанной в среде Visual C#, распараллелены циклы по размеру популяции. Использована библиотека TPL (Task Parallel Library).

Пример 1. Использованы тестовые примеры с сайта ESICUP [6].

Пример	Кол-во разл. ГО	Общее к-во ГО	Ср. число вершин ГО	Ширина полосы	Повороты, град.
DIGHE1	16	16	3,87	100	0
DIGHE2	10	10	4,70	100	0
FU	12	12	3,58	38	0,90,180,270
ЯКОBS1	25	25	5,60	40	0,90,180,270

Представленный алгоритм сравнивался с гибридным алгоритмом SAHA (simulated annealing hybrid algorithm) [4] и алгоритмом ELS (extended local search) [7] по результатам 20 генераций. Результаты эксперимента представлены в следующей таблице.

Пример	ELS		SAHA		ГМА	
	Лучший %	Ср. вр, с.	Лучший %	Ср. вр., с.	Лучший %	Ср. вр., с.
DIGHE1	100	601	100	83	100	47
DIGHE2	100	600	100	22	100	20
FU	91,94	600	90,96	296	89,12	198
ЯКОBS1	89,10	603	75,89	332	81,67	106

Решение для наборов DIGHE1 и DIGHE2 алгоритмом ГМА и алгоритмами SAHA и ELS одинаково, однако время размещения алгоритмом ГМА меньше. Набор ЯКОBS1 размещается лучше и быстрее, чем алгоритмом



SAHA и быстрее, но хуже, чем алгоритмом ELS. Лучшая плотность размещения для набора FU - на основе алгоритма ELS.

Лучшие решения с использованием алгоритма ГМА представлены на рис. 1.

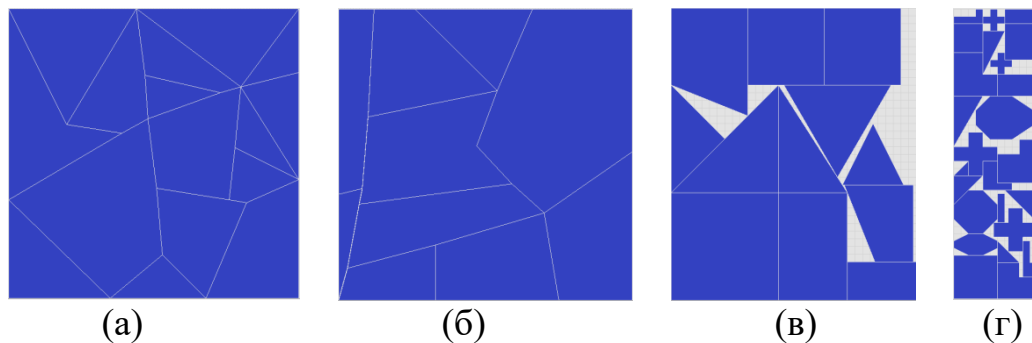


Рис. 1. Лучшие раскладки ГМА: (а) DIGHE1, (б) DIGHE2, (в) FU, (г) JACOBS1

Пример 2. Использован собственный тестовый набор из 35 ГО, ширина полосы - 25. Для сравнения эффективности представленного алгоритма был использован генетический алгоритм в чистом виде, т.е. исключен второй этап оптимизации предложенным алгоритмом. Однако параметры обоих алгоритмов были заданы таким образом, что при размещении использовано одинаковое количество рассматриваемых решений (вариантов размещения).

Плотности размещения алгоритмами ГА и ГМА получились 63,1% и 67,3% соответственно. Таким образом, применение алгоритма ГМА позволило добиться улучшения плотности размещения на 4,2%.

Результаты проведенных вычислительных экспериментов показали, что при реализации оптимизационной процедуры алгоритм ГМА работает лучше, чем ГА. Это можно объяснить тем, что решения алгоритма ГМА чаще попадают в окрестности локальных минимумов, позволяя более эффективно производить локальный поиск.

Заключение

В работе приведен разработанный алгоритм генерации двумерных карт размещения ГО на полубесконечной полосе заданной ширины, основанный на применении гибридной метаэвристики.

Литература

1. Верхотуров М. А. Задача нерегулярного раскроя фигурных заготовок: оптимизация размещения и пути режущего инструмента. // Вестник УГАТУ, 2007. Т. 9, №2 (20). С. 106–118.
2. Dean H. T., Tu Y, Raffensperger J. F. An improved method for calculating the no-fit polygon. Computers & Operations Research 2006; 33:1521–1539.
3. Gomes A. M., Oliveira J. F. A 2-exchange heuristic for nesting problems. European Journal of Operational Research 2002; 141(2): 359–370.



4. Gomes A. M., Oliveira J. F. Solving irregular strip packing problems by hybridizing simulated annealing and linear programming. *European Journal of Operational Research* 2006; 171:811–829.
5. Hopper, E. Two-dimensional packing utilising evolutionary algorithms and other meta-heuristic methods. Ph.D. Thesis 2000; Cardiff University.
6. <http://www.fe.up.pt/esicup>
7. Leung S. C., Lin Y., Zhang D. Extended local search algorithm based on nonlinear programming for two-dimensional irregular strip packing problem. *Computers & Operations Research* 2012; 39(3):678–686.

Р.Д. Галиев, М.В. Иванов

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Одним из наиболее распространенных типов электрических машин в мире является асинхронный электродвигатель. Особого внимания заслуживает асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, который в силу нескольких причин занял прочные позиции в применении. За счет высокой надежности и неприхотливости в работе такие агрегаты получили широкое распространение в самых различных отраслях промышленности и сельского хозяйства, они помогают решать бытовые и общепроизводственные задачи любой сложности. Поэтому в данной статье мы детально рассмотрим особенности асинхронных двигателей.

Конструктивно простейшая асинхронная машина представляет собой рамку, вращающуюся в переменном магнитном поле.

В пазы сердечника статора укладывается обмотки, предназначенная для пропуска электрического тока и формирования ЭДС. Число обмоток будет зависеть от количества пар полюсов на каждую фазу. [1]

По типу ротора асинхронные двигатели делятся на два вида:

1. С короткозамкнутым ротором. Он является сердечником, в который заливается раскаленный металл. После этого в нем появляются железные стержни, замыкающиеся маленькими торцевыми колечками. Подобная схема конструкции именуется “беличьей клеткой”. В устройствах с высокой мощностью алюминий заменяется на медь.

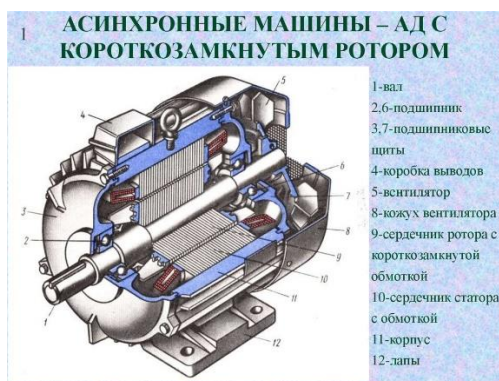


Рисунок 1 – Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором

2. С фазным ротором. Мотор имеет толстую трехфазную обмотку, которая почти не отличается от обмотки статора. В основном концы проводов скрепляются в форме звезды, а затем дополнительно закрепляются колечками. Используя щетку, которая подсоединена к оброчам, к цепи можно подключить дополнительный резистор. Последний необходим для того, чтобы человек мог контролировать переменное сопротивление в фазе ротора.

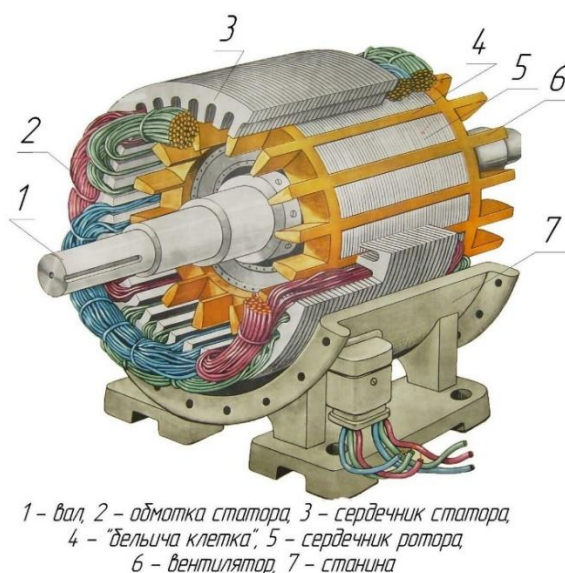


Рисунок 2 – Асинхронный электродвигатель с фазным ротором

Сегодня асинхронные электродвигатели имеют широкий спектр применений. Например, однофазные двигатели обеспечивают работу и вращение вентиляторов, стиральных машин, небольших станков, водяных насосов и электроинструмента. Наибольшее распространение получили трехфазные асинхронные электродвигатели — они используются во всех сферах народного хозяйства (станки и оборудование, автоматика, телемеханика и т. д.). Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором используются в электроприводах разных станков (металлообрабатывающих, грузоподъемных, ткацких, деревообрабатывающих), в вентиляторах, землеройных машинах, в лифтах, насосах, бытовых приборах и т.д.

Необходимо отметить, что асинхронные двигатели с ротором типа белыча клетка являются бесконтактными, что обуславливает ряд их преимуществ.



ществ перед асинхронными электродвигателями с фазным ротором. Целью данной работы является выявление перспектив развития асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

Поэтому далее рассмотрены асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором [3], [5], [5], [6].

Таблица 1 - Существующие образцы асинхронных двигателей

Наименование двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Номинальный ток, А	КПД, %	Масса, кг	Кратность пускового момента к номинальному, у. е.
Фирма ABB M2AA100L6	1,5	1000	3,9	79,6	23	2
Фирма ABB M3BP71MB6	0,25	1000	0,77	67,2	12	2,2
Фирма ABB M2AA80A2	0,75	3000	1,76	76,8	8,5	3
Фирма Eldin RA71A4	0,25	1500	0,8	63	6	1,9
Фирма Eldin RA80A2	0,75	3000	1,8	77,5	10	2,8
Фирма Eldin RA80B2	1,1	3000	2,4	79,6	11	2,8
Фирма SIEMENS 1LA6107-8AB	1,1	750	2,9	72	32	1,8
Фирма SIEMENS 1LE1002-0CB2	0,25	1500	0,8	61,5	5	1,8
Фирма SIEMENS 1LA6106-8AB	0,75	750	2,15	66	29	1,6
Фирма WEG W22 63 2P 0,25кВт IE1	0,25	3000	0,79	60	5,1	2,5
Фирма WEG W22 100L 8P 0,75кВт IE1	0,75	750	2,58	67,8	23,8	1,8
Фирма WEG W22 100L 6P 1,5кВт IE1	1,5	1000	3,9	76	27	1,9



Асинхронные двигатели мощностей 0,25 до 1,5 кВт обладают КПД от 60% до 79,6%, что является не очень высоким показателем.

На основе проведенного анализа асинхронных электродвигателей можно выявить их преимущества и недостатки. Для наиболее наглядного представления материала преимущества и недостатки асинхронных двигателей приведены в

Таблица 2. Преимущества и недостатки асинхронных двигателей выявляются с целью определения перспектив развития асинхронных электродвигателей.

Таблица 2 - Преимущества и Недостатки асинхронных двигателей разного типа [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

	Короткозамкнутый ротор	Фазный ротор
Достоинства	Простое устройство и низкие затраты на производство.	Имеет достаточно большой вращающий момент. Что позволяет его запускать под нагрузкой.
	Цена намного меньше по сравнению с другими двигателями.	Может работать с небольшим перегрузом, и при этом частота вращения вала практически не меняется
	Хорошо переносит кратковременные перегрузы.	Небольшой пусковой ток.
	Возможность подключения трёхфазных двигателей в однофазную сеть.	Можно применять автоматические пусковые устройства
	Надёжность и возможность эксплуатировать практически в любых условиях.	
	Имеет очень высокий показатель КПД и $\cos \varphi$.	
Недостатки	Не возможности контролировать частоту вращения ротора без потери мощности	Большие габариты.
	Если увеличить нагрузку, то уменьшается момент	Показатели КПД и $\cos \varphi$ при недогрузе имеют минимальное значение
	Пусковой момент очень мал по сравнению с другими машинами.	
	При недогрузе увеличивается показатель $\cos \varphi$	



	Высокие показатели пусковых токов.	
--	------------------------------------	--

Подавляющее большинство электродвигателей, используемых в промышленности – асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. В новом оборудовании их доля составляет более 95%. Объяснение этому – большое количество преимуществ асинхронных двигателей, которые были выявлены в результате анализа. [7]

Итак, перспективами развития асинхронных электродвигателей являются: простота в изготовлении и при эксплуатации; имеют очень низкие затраты в производстве. Короткозамкнутый ротор по сравнению с фазным ротором имеет меньше габариты, очень надежны и имеют высокий КПД.

Для усовершенствования электродвигателей, можно принять некоторые меры, например: для увеличения напряжения питания использовать гидравлические или пневматические приводы; можно поставить мощный вентилятор, для охлаждения или предотвращения перегрева; при использовании частотного преобразователя момент при пуске и на низких частотах может быть увеличен за счет повышения напряжения. Наиболее перспективными асинхронными двигателями являются фирма Eldin и ABB.

Литература

1. Красовский А. Б. и др. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. – 2014.
2. Епифанов А. П., Епифанов Г. А. Электрические машины. – 2017.
3. Abb — URL: <https://new.abb.com> (дата обращения: 9.02.2021).
4. Eldin — URL: <http://www.eldin.ru> (дата обращения: 11.02.2021).
5. Siemens — URL: <https://ru-siemens.com> (дата обращения: 13.02.2021).
6. Weg — URL: <https://www.weg.net> (дата обращения: 18.02.2021).
7. Устройство и принцип действия асинхронных электродвигателей — URL: <https://fazanet.ru/ustrojstvo-i-princip-dejstviya-asinxronnyx-elektrodvigatelej.html> (дата обращения: 18.03.2021).
8. Пантелеева Л. А. Повышение эффективности работы асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором : дис. – Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2012.

А.Р. Гизамова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ ИОННО-МЕТОЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ВОЗДУШНОЙ СКОРОСТИ

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



В настоящее время особое внимание уделяется созданию надежных технических способов и средств контроля скорости воздушных потоков, управлению системами вентиляции. Это происходит в связи с увеличением размеров сооружений, повышений требований к чистоте в специализированных комнатах и др. Используемые для эпизодического контроля скорости движения воздуха в системах вентиляции анемометры, а также датчики расхода воздуха, входящие в системы непрерывного контроля качества работы вентиляционных систем, не в состоянии полностью удовлетворить современным требованиям, правилам безопасности и метрологии и обеспечить должный уровень контроля массового расхода воздуха вентиляционной системой и скорости воздушного потока.

Повышение требований к качеству, надёжности и точности исполнения и работы анемометров вынуждают предприятия развиваться в этом направлении. Исследования в области автомобилестроения, медицины и вооруженных сил позволили разработать стойкую электронику к воздействиям агрессивной среды, влаги, повышенным температурам, радиации и электромагнитным помехам, а также достигли высоких показателей стабильности системы с возможностью самодиагностики.

Наличие прямого доступа к беспроводной связи и возможности создания сети передачи данных между устройствами позволяет организовать сбор данных для оценки области контроля, без необходимости организации проводных каналов передачи данных, и шин питания.

Для построения автономных устройств существуют несколько подходящих методов, таких как тахометрический, термоанемометрический, акустический и меточный. Принцип действия тахометрического метода основан на зависимости скорости вращения преобразователя (крыльчатки), от скорости воздушного потока [1]. Преимуществами таких приборов являются скорость измерения, высокая точность, широкий диапазон измерений, а недостатком наличие минимального значения скорости потока, ниже которого измерение невозможно, поскольку момент трения в опорах оси превышает аэродинамический момент. Принцип работы термоанемометров заключается в следующем: с одной стороны нить нагревается электрическим током, с другой она охлаждается набегающим потоком, таким образом о скорости потока можно судить по двум параметрам – сопротивление нити при постоянном токе или ток через нить при постоянном сопротивлении нити. К недостаткам метода можно отнести зависимость процесса охлаждения нити не только от потока, но и влажности, температуры, давления и других параметров потока. Принцип действия акустического метода основан на перемещении акустических волн движущейся средой. Основными преимуществами является то, что в их конструкции нет движущихся частей, они не создают сопротивления потоку, почти не имеют инерции. Недостатки метода заключаются в том, что ошибки в значительной степени связаны со звуковыми волнами, например акустические волны от внешних источников, а также с выпадением конденсата на излучатель и приемник, кроме того, необходимо измерять достаточно короткие интервалы времени, что может быть



затруднительно. Меточные анемометры основаны на измерении времени прохождения метки на определенное расстояние. В зависимости от применяемой метки, способ может быть химическим, тепловым, оптическим, ядерно-магнитным, ионизационным и др. В данном методе, как и в предыдущем, отсутствуют подвижные части.

В ионно-меточном измерителе воздушной скорости, изображенном на рис.1., реализуется кинематический метод измерения воздушной скорости, при котором точность измерения воздушной скорости не зависит от состояния окружающей среды (температуры, атмосферного давления, плотности, влажности и т.п.). Конструкция предлагаемого измерителя обладает высокой механической прочностью, в нем отсутствуют элементы подверженные износу, засорению и изменению своих параметров, влияющих на метрологические характеристики. Данное решение так же потребляет мало энергии, что позволяет реализацию портативного устройства, которое не требует дополнительной разводки электропитания при реконструкциях и переоснащения вентиляционных систем.

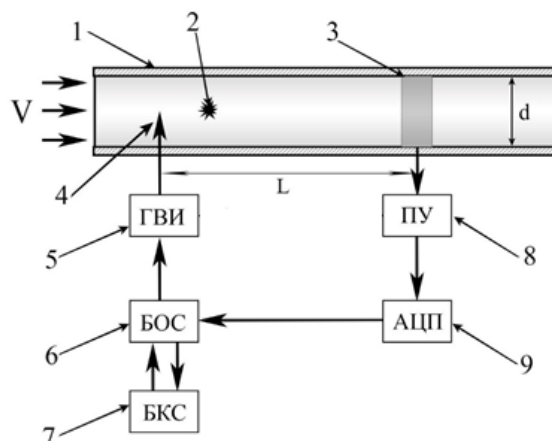


Рис. 1. Структурная схема ионно-меточного датчика скорости воздушного потока: 1 - Трубку-приёмник воздушного потока, 2 - Отрицательно заряженная ионная метка, 3 - Приёмный электрод (ПЭ), 4 - Искровой или коронный разрядник, 5 - Генератор высоковольтных импульсов (ГВИ), 6 - Блок обработки сигнала (БОС), 7 - Беспроводной канал связи (БКС), 8 - Предварительный усилитель (ПУ), 9 - Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП).

Одним из наиболее важных узлов проектируемого ионно-меточного измерителя воздушной скорости является предварительный усилитель. Предварительный усилитель представляет собой преобразователь тока [2].

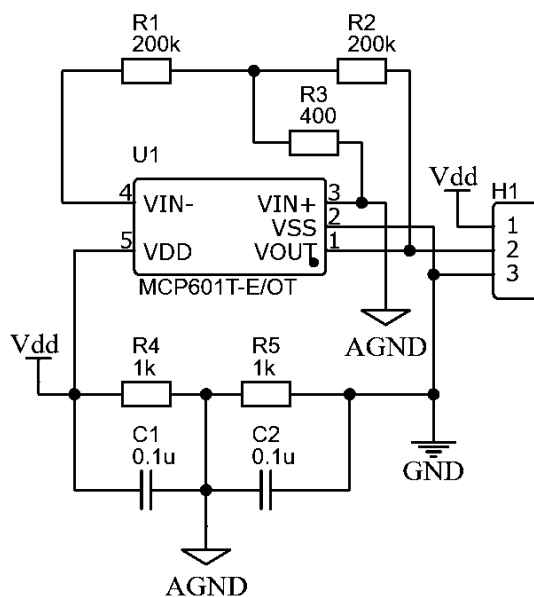


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема

Есть одно важное условие при размещении усилителя – минимальная длина проводника от приемного электрода, поэтому усилитель должен быть минимальных размеров. Современные технологии позволяют производить гибкие платы на основе полиимида. Таким образом возможно воспроизвести приемный электрод, совмещенный с предварительным усилителем, внешний вид платы представлен на рис.3.



Рис. 3. Внешний вид платы предварительного усилителя и приемного электрода

Таким образом, в данной статье были разобраны методы построения автономных устройств, среди которых был выделен ионно-меточный. Также были рассмотрены структурная схема ионно-меточного измерителя и принципиальная электрическая схема предварительного усилителя. На основе принципиальной схемы смоделирована плата предварительного усилителя и приемного электрода.

Литература

1. Трохан А.М. Гидроаэрофизические измерения. М: Изд-во стандартов, 1981. 336с.
2. Ганеев Ф.А. Структурный метод повышения точности меточного расходомера // Развитие системы метрологического обеспечения измерения расхода и количества веществ. - Казань: ВНИИФТРИ, 1981. - С. 54-58



М.Г. Житарчук, И.Н. Султанов, Д.А. Попова-Коварцева

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

(Самарский университет)

Введение

Стремительное развитие вычислительной техники затронуло большое количество естественных наук, в том числе и химическую сферу. В настоящее время многие существующие заводы нефтепереработки и нефтехимии разработаны и построены на основе примерных, неглубоких знаний механизмов химических превращений. Недостаточная информация о структуре промежуточных веществ, о наличии обратимых реакций, о возможных альтернативных маршрутах осуществления реакций приводят к снижению качества продуктов, к дезактивации катализаторов, к увеличению материальных и энергетических затрат, а иногда и техногенным катастрофам. На сегодняшний день для глубокого понимания механизма сложных химических реакции нефтепереработки и нефтехимии в любой момент времени неоспоримым становится применение математического моделирования [1].

Основные понятия химической кинетики

В источнике [2] подробно описан процесс составления кинетических моделей химических реакций.

Химическая кинетика – раздел физической химии, в котором изучаются закономерности протекания во времени химических реакций и их механизм.

Важным этапом для построения кинетической модели реакции является составление ее кинетического уравнения. Кинетическим уравнением химической реакции называют математическую формулу, связывающую скорость реакции с концентрациями веществ. В общем виде кинетическое уравнение реакции $aA + bB = cC + dD$ записывается следующим образом:

$$V = kC_A^a C_B^b,$$

где V – скорость реакции, k – константа скорости реакции, C_A и C_B – молярные концентрации реагентов, a и b – кинетический порядок реакции по веществу.

Для простоты составления кинетического уравнения сначала составляются атомно-молекулярная и стехиометрическая матрицы реакции.

Атомно-молекулярные матрицы (матрицы состава) – это матрицы, составленные из чисел атомов каждого элемента реагирующих веществ химической реакции. Строками матрицы являются вещества, а столбцами – элементы реагирующих веществ.

Общий вид атомно-молекулярной матрицы Y :



$$Y = (\beta_{jk}) = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1l} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \beta_{n1} & \beta_{n2} & \dots & \beta_{nl} \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_l \end{pmatrix} \quad (1)$$

β_{jk} – число гамм-атомов элемента B_k , содержащегося в одном моле вещества A_j , где

$$A_j = \sum_{k=1}^l \beta_{jk} B_k$$

Атомно-молекулярная матрица позволяет увидеть, сколько атомов каждого элемента находится в каждом реагенте химической реакции.

И одним из важных этапов в формировании кинетического уравнения является стехиометрическая матрица, содержащая стехиометрические коэффициенты реагентов реакции на каждом из ее этапов.

Общий вид стехиометрической матрицы X :

$$X = (\alpha_{jk}) = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1m} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & \alpha_{nm} \end{pmatrix}; \quad A = \begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{pmatrix} \quad (2)$$

α_{jk} – стехиометрические коэффициенты, A – матрица-столбец реагирующих веществ.

В стехиометрической матрице каждая строка соответствует уравнению реакции, а каждый столбец – определенному веществу реакции. Используя матрицу, проще определить порядок реакции по каждому ее веществу.

Важнейшей количественной характеристикой процесса превращения химических веществ является его скорость – изменение количества вещества в единицу времени. Математическая запись этого определения выглядит следующим образом [4]:

$$\mathcal{V} = \frac{1}{V} \frac{dN}{dt} = \frac{d\bar{V}}{dt} = \frac{dC}{dt} = k * C_A^{n_1} * C_B^{n_2},$$

где \mathcal{V} – скорость химической реакции, V – объем, N – количество вещества, C – молярная концентрация вещества, n_1 и n_2 – частные порядки веществ.

Сумма частных порядков n называется порядком химической реакции:

$$n = n_1 + n_2 + \dots$$

Скорость изменения концентрации вещества, участвующего в сложной реакции, равна сумме скоростей элементарных реакций, умноженных на соответствующие веществу стехиометрические коэффициенты:

$$\frac{dC_j}{dt} = \sum \nu_i n_{i,j}, \quad \bar{\mathcal{V}} = \begin{pmatrix} \mathcal{V}_1 \\ \dots \\ \mathcal{V}_l \end{pmatrix}, \quad \nu_i = \begin{cases} \nu_{i,\text{прям}}, & \text{реакция необратима} \\ \nu_{i,\text{прям}} - \nu_{i,\text{обр}}, & \text{реакция обратима} \end{cases}$$

Основываясь на стехиометрической матрице химической реакции, можно составить дифференциальное уравнение, характеризующее изменение концен-



траций веществ в ходе реакции, математически это уравнение выглядит следующим образом:

$$\frac{d\bar{C}}{dt} = SM^T\bar{V}$$

Для расчета скорости реакции на основе заданной кинетической модели с известными начальными параметрами решается система обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений с заданными начальными условиями, фиксированными константами скорости и неизвестными концентрациями.

Функциональные возможности системы

Пользователь вводит в систему химическую реакцию. Атомно-молекулярная и стехиометрическая матрицы строятся автоматически. На основе стехиометрической матрицы формируется система кинетических уравнений, соответствующих каждой стадии реакции (рисунок 1).

Основной задачей химической кинетики для построения кинетической модели является определение состава реакционной смеси (концентраций реагентов) в любой момент времени, для этого необходимо найти зависимость скорости протекания реакции от концентраций ее реагентов.

Для определения этих зависимостей и построения полной картины кинетической модели необходимо вычислить концентрации реагентов химической реакции в определенные моменты времени. Для этого была разработана подсистема, строящая график изменения скорости протекания химической реакции. Данный график строится на основе решения системы дифференциальных уравнений, используя метод Дорманда-Принса для решения дифференциальных уравнений.

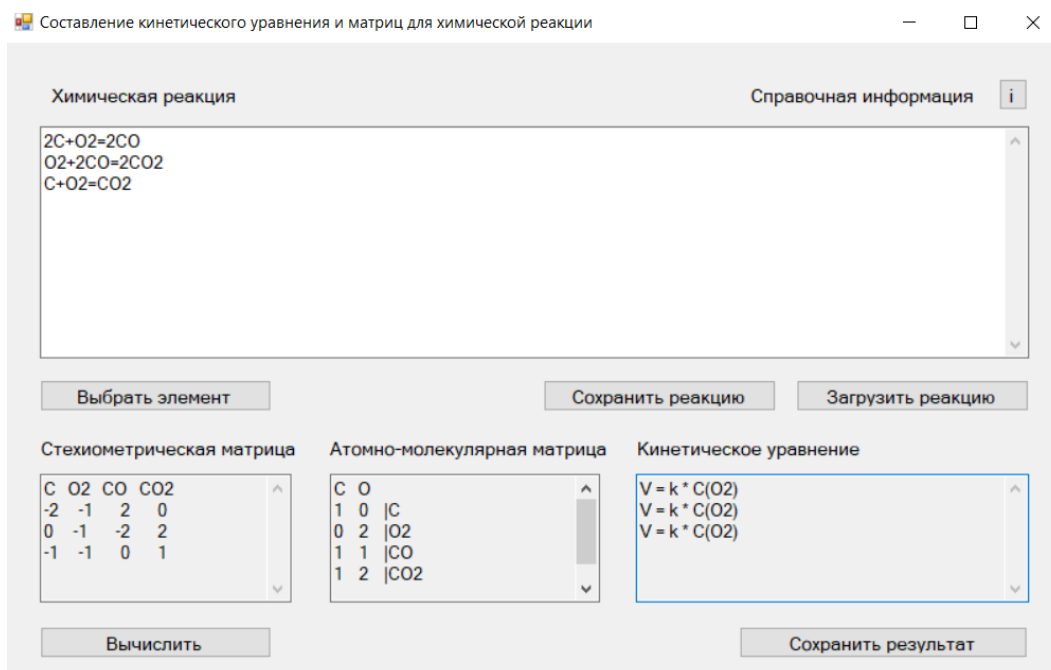


Рис. 1. Подсистема составления системы кинетических уравнений



Рисунок 2 иллюстрирует работу подсистемы решения кинетических уравнений, график - отображает значения концентраций реагентов химической реакции в выбранный момент времени. Знание этих концентраций необходимы для влияния на скорость протекания химической реакции.

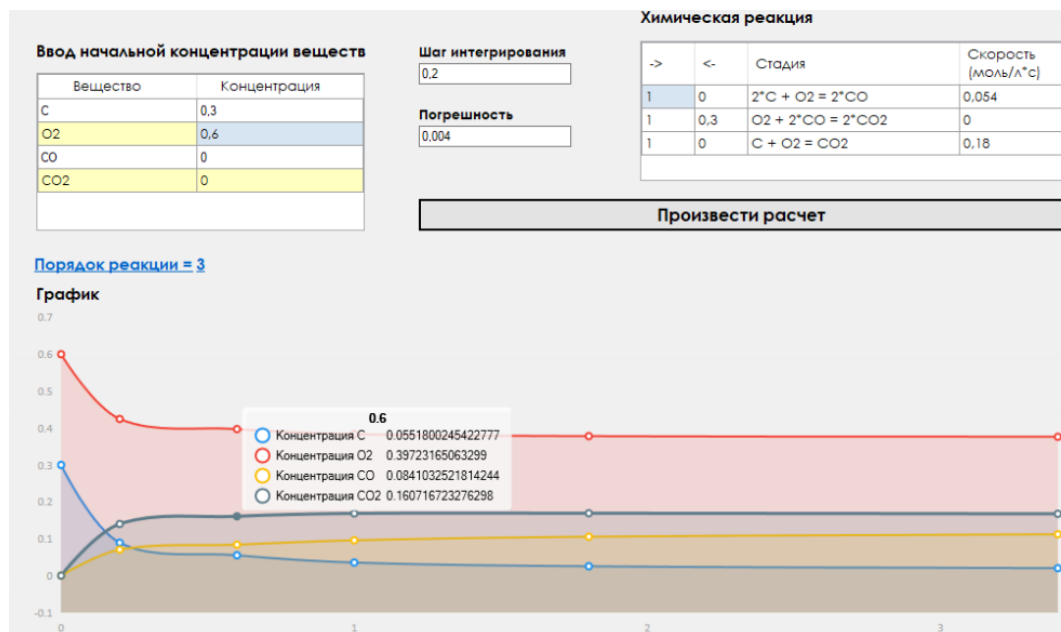


Рис. 2. Подсистема решения кинетических уравнений

График изменения скорости химической реакции в течении времени, при введенных начальных концентрациях реагентов, является основой для проведения эффективных химических экспериментов.

Заключение

Разработанная автоматизированная система имеет практическую значимость, она может использоваться в промышленной и исследовательской химии для изучения и анализа механизмов сложных химических реакций с целью увеличения качества продуктов, уменьшения материальных и энергетических затрат.

Литература

1 База данных кинетических моделей сложных реакций металлокомплексного катализа [Текст]: учебное пособие/ И.М. Губайдуллин, К.Ф. Коледина, Р.Р. Фасхутдинов, А.Т. Гильмутдинов.- Уфа: Изд-е УГНТУ, 2018.- 61с.

2 Губайдуллин, И.М. Информационно-аналитическая система обратных задач химической кинетики [Текст]: учебное пособие/ И.М. Губайдуллин, Л.В. Сайфуллина, М.Р. - Уфа: Изд-е Башкирск. Ун-та. – Уфа, 2003. – 89 с.



В.Е. Зотеев, Е.В. Башкинова, И.Н. Дубинина

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ НА ОСНОВЕ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Самарский государственный технический университет)

В сейсморазведке при математическом моделировании реальных сейсмограмм широко используются различные аппроксимации сейсмических волн, например, импульсы Берлаге, Гельфанда, Пузырева, Риккера [1]. Проблема достоверной оценки параметров сейсмического импульса на основе результатов наблюдений является одной из важнейших проблем, возникающих при мониторинге гидравлического разрыва пласта, который позволяет следить за пространственным развитием зоны трещиноватости. Эта проблема может быть решена методами нелинейного регрессионного анализа [2]. Одним из эффективных методов среднеквадратичного оценивания параметров нелинейных математических моделей по результатам эксперимента является численный метод, в основе которого лежат разностные уравнения, описывающие последовательность результатов наблюдений. Известные соотношения между коэффициентами разностных уравнений и параметрами нелинейной зависимости позволяют свести решение задачи к методам линейной алгебры и линейного регрессионного анализа [3,4]. В работе [4] применение этого подхода проиллюстрировано на примере математического моделирования сейсмической волны в форме импульса Берлаге.

В данной работе рассматривается численный метод оценки параметров математической модели сейсмической волны в форме импульса Пузырева, который описывается функцией вида

$$f(t) = ae^{-\beta t^2} \sin(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

где a , β , ω , φ – параметры математической модели.

Предлагаемый численный метод включает следующие основные шаги:

- построение математической модели сейсмической волны в форме разностных уравнений;
- построение разностных уравнений, описывающих результаты эксперимента;
- формирование элементов обобщенной регрессионной модели;
- среднеквадратичное оценивание коэффициентов разностных уравнений;
- оценка параметров нелинейной модели (1) на основе коэффициентов разностных уравнений;
- статистический анализ результатов оценивания, в том числе адекватности построенной модели результатам эксперимента.

Математическая модель в форме дискретной функции, описывающей значения $\hat{y}_k = f(t_k)$, вычисленные в моменты времени $t_k = t_0 + \tau k$, где τ –



период дискретизации, t_0 – момент времени первого наблюдения в выборке результатов эксперимента, имеет вид:

$$y_k = a_0 e^{-\beta(2t_0\tau k + \tau^2 k^2)} \sin(\omega\tau k + \psi_0), \quad (2)$$

где $a_0 = ae^{-\beta t_0^2}$, $\psi_0 = \omega t_0 + \varphi$, $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$.

На основе дискретной функции (2) построена математическая модель импульса Пузырева в форме разностных уравнений вида:

$$\begin{cases} \hat{y}_0 = \lambda_3; \\ -11\hat{y}_0 + 18\hat{y}_1 - 9\hat{y}_2 + 2\hat{y}_3 = -6\lambda_1 t_0 \hat{y}_0 + 6\tau\lambda_4; \\ \hat{y}_k - 2\hat{y}_{k-1} + \hat{y}_{k-2} = -\lambda_1 t_{k-1} (\hat{y}_k - \hat{y}_{k-2}) - \lambda_2 \hat{y}_{k-1} - \lambda_1^2 t_{k-1}^2 \hat{y}_{k-1}, \end{cases} \quad (3)$$

в которой коэффициенты в разностных уравнениях (3) связаны с параметрами модели импульса Пузырева (2) соотношениями:

$$\lambda_1 = 2\beta\tau, \quad \lambda_2 = \tau^2(2\beta + \omega^2), \quad \lambda_3 = a_0 \sin\psi_0, \quad \lambda_4 = a_0\omega\cos\psi_0. \quad (4)$$

С учетом формулы $y_k = \hat{y}_k + \varepsilon_k$, $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$, где y_k – результаты наблюдений, ε_k – случайная величина, описывающая разброс данных наблюдений относительно модели, N – объем выборки результатов наблюдений, систему разностных уравнений (3) можно привести к виду:

$$\begin{cases} y_0 = \lambda_3 + \eta_0; \\ -11y_0 + 18y_1 - 9y_2 + 2y_3 = -6\lambda_1 t_0 y_0 + 6\tau\lambda_4 + \eta_1; \\ y_k - 2y_{k-1} + y_{k-2} = -\lambda_1 t_{k-1} (y_k - y_{k-2} + \lambda_1 t_k y_{k-1}) - \lambda_2 y_{k-1} + \eta_k, \\ k = 2, 3, \dots, N-1. \end{cases} \quad (5)$$

где зависимость эквивалентного случайного возмущения η_k от величины случайной помехи в результатах наблюдений ε_k описывается следующими формулами:

$$\begin{cases} \eta_0 = \varepsilon_0; \\ \eta_1 = \varepsilon_0(-11 + 6t_0\lambda_1) + 18\varepsilon_1 - 9\varepsilon_2 + 2\varepsilon_3; \\ \eta_k = \varepsilon_{k-2}(1 - \lambda_1 t_{k-1}) + \varepsilon_{k-1}(-2 + \lambda_2 + \lambda_1^2 t_{k-1}^2) + \varepsilon_k(1 + \lambda_1 t_{k-1}), \\ k = 2, 3, \dots, N-1. \end{cases} \quad (6)$$

С учетом полученных соотношений построена обобщенная регрессионная модель вида

$$\begin{cases} b = F_\lambda \lambda + \eta; \\ \eta = P_\lambda \varepsilon, \end{cases} \quad (7)$$



в которой $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4)^T$ – вектор неизвестных коэффициентов системы разностных уравнений (5); $\varepsilon = (\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_{N-1})^T$ – вектор случайной помехи в результатах наблюдений; $\eta = (\eta_0, \eta_1, \eta_2, \dots, \eta_{N-1})^T$ – вектор эквивалентного случайного возмущения. Элементы вектора b , матрицы регрессоров $F_\lambda = [f_1 \mid f_2 \mid f_3 \mid f_4]$ размера $[N \times 4]$ и матрицы P_λ линейного преобразования вектора случайной помехи ε формируются по формулам (5) и (6) и имеют вид:

$$b = (y_0, -11y_0 + 18y_1 - 9y_2 + 2y_3, y_2 - 2y_1 + y_0, \dots, y_{N-1} - 2y_{N-2} + y_{N-3})^T,$$

$$f_1 = [0, -6t_0y_0, -t_1(y_2 - y_0 + \lambda_1 t_1 y_1), \dots, -t_{N-2}(y_{N-1} - y_{N-3} + \lambda_1 t_{N-2} y_{N-2})]^T;$$

$$f_2 = [0, 0, -y_1, \dots, -y_{N-2}]^T; \quad f_3 = [1, 0, 0, 0, \dots, 0]^T; \quad f_4 = [0, 6\tau, 0, 0, \dots, 0]^T,$$

$$P_\lambda = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ -11 + 6t_0\lambda_1 & 18 & -9 & 2 & 0 & \dots & 0 \\ 1 - \lambda_1 t_1 & -2 + \lambda_2 + \lambda_1^2 t_1^2 & 1 + \lambda_1 t_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 - \lambda_1 t_{N-2} & -2 + \lambda_2 + \lambda_1^2 t_{N-2}^2 & 1 + \lambda_1 t_{N-2} \end{pmatrix}.$$

Оценки коэффициентов $\hat{\lambda}_j, j = \overline{1,4}$, находятся из условия минимизации среднеквадратичного отклонения результатов вычислений \hat{y}_k по модели (2) от результатов эксперимента $y_k, k = 0, 1, 2, \dots, N-1: \|\varepsilon\|^2 = \|y - \hat{y}\|^2 \rightarrow \min$. Разработанная итерационная процедура уточнения среднеквадратичных оценок коэффициентов разностных уравнений (5) описывается формулой

$$\hat{\lambda}^{(i+1)} = \left(F_{\hat{\lambda}^{(i)}}^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(i)}}^{-1} F_{\hat{\lambda}^{(i)}} \right)^{-1} F_{\hat{\lambda}^{(i)}}^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(i)}}^{-1} b_{\hat{\lambda}^{(i)}}, \quad i = 0, 1, 2, \dots \quad (8)$$

где невырожденная матрица $\Omega_{\hat{\lambda}^{(i)}} = P_{\hat{\lambda}^{(i)}} P_{\hat{\lambda}^{(i)}}^T$ имеет размер $[N \times N]$.

Начальные приближения $\lambda_1^{(0)}$ и $\lambda_2^{(0)}$ можно найти из условия минимизации невязки: $\|\eta\|^2 = \|b - G\lambda\|^2 \rightarrow \min$, по формуле

$$\hat{\lambda}^{(0)} = (G^T G)^{-1} G^T b, \quad (9)$$

где матрица G размера $[N \times 5]$ имеет вид:

$$G = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -6t_0y_0 & 0 & 0 & 0 & 6\tau \\ -t_1(y_2 - y_0 + \lambda_1 t_1 y_1) & -y_1 & -t_1^2 y_1 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -t_{N-2}(y_{N-1} - y_{N-3} + \lambda_1 t_{N-2} y_{N-2}) & -y_{N-2} & -t_{N-2}^2 y_{N-2} & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$



С учетом найденных среднеквадратичных оценок коэффициентов $\hat{\lambda}_j$ параметры импульса Пузырева вычисляются по формулам

$$\hat{\beta} = \frac{\hat{\lambda}_1}{2\tau}, \quad \hat{\omega} = \frac{\sqrt{\hat{\lambda}_2 - \tau\hat{\lambda}_1}}{\tau}, \quad \hat{a}_0 = \sqrt{\hat{\lambda}_3 + \frac{\hat{\lambda}_4^2}{\hat{\omega}^2}}, \quad \hat{\psi}_0 = \arctg\left(\frac{\hat{\lambda}_3\hat{\omega}}{\hat{\lambda}_4}\right). \quad (10)$$

Численно-аналитические исследования на основе имитационного моделирования показали высокую помехозащищенность разработанного численного метода оценки параметров сейсмической волны в форме импульса Пузырева, в основе которого лежит среднеквадратичное оценивание коэффициентов разностных уравнений, описывающих результаты наблюдений.

Литература

1. Рабинович Е.В., Ганчин К.С., Пупышев И.М., Шефель Г.С. Модель сейсмического импульса, возникающего при гидравлическом разрыве пласта // Математические структуры и моделирование, 2014. №4(32). С. 105-111.
2. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии. М.: Финансы и статистика, 1981. – 304 с.
3. 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.
4. Зотеев В.Е., Дубинина И.Н. Математическое моделирование сейсмической волны в форме импульса Берлаге на основе разностных уравнений / Материалы XI Всероссийской научной конференции с международным участием «Математическое моделирование и краевые задачи» (27-30 мая 2019 г., Самара, Россия). Т. 1. Самара: СамГТУ, 2019. С. 304-308.

Э.А. Кильметов, А.И. Заико

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ИНВЕРТОРА ТОКА И ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ ЕГО МОДЕЛИ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В настоящее время для нагрева различных металлов широко применяются высокочастотные преобразователи постоянного тока, выполненные на основе мостовой схемы параллельного инвертора [1]. Благодаря коммутации ключей силовой части, производимой в моменты перехода тока через нулевое значение, такие устройства обладают пониженными динамическими потерями и малым уровнем помех, генерируемых в питающую сеть. Принцип действия и схемотехника параллельных инверторов рассмотрены в литературе [2].

При практической реализации устройства зачастую возникают проблемы с выбором оптимальных значений параметров компонентов инвертора и силового колебательного контура. Обеспечение устойчивой работы преобразователя



и высокого качества выходных параметров, особенно при динамическом изменении колебательного контура в работе.

С целью снижения материальных и временных затрат на настройку реальных устройств силовой электроники целесообразно предварительно провести исследования модели выбранной схемы в пакете Micro-CAP. В статье рассматривается разработка модели параллельного инвертора тока ее анализ и сопоставление полученных результатов с экспериментальными данными натурных испытаний.

В ходе работы были проведены предварительные расчеты основных параметров схемы с учетом исходных данных:

$U_d=520\text{В}$ напряжение питания инвертора;

$U_k=500\text{В}$ напряжение на контуре;

$I_d=55\text{А}$ рабочий ток инвертора;

$f=20\text{кГц}$ – резонансная частота контура.

Параметры элементов параллельного инвертора тока были рассчитаны по методике, представленной в [2].

$L_2=2,5\text{мГн}$ индуктивность входного дросселя;

$C_2=2\text{мкФ}$ емкость коммутирующего конденсатора;

$L_3=50\text{мкГн}$ индуктивность коммутирующего дросселя;

$C_1=10\text{мкФ}$ емкость конденсатора резонансного контура;

$L_2=7\text{мкГн}$ индуктивность резонансного контура;

$R_1=0,2\text{ Ом}$ приведенное сопротивление нагрузки.

Моделирование. В среде Micro-CAP была разработана модель проектируемого параллельного инвертора тока рис. 1

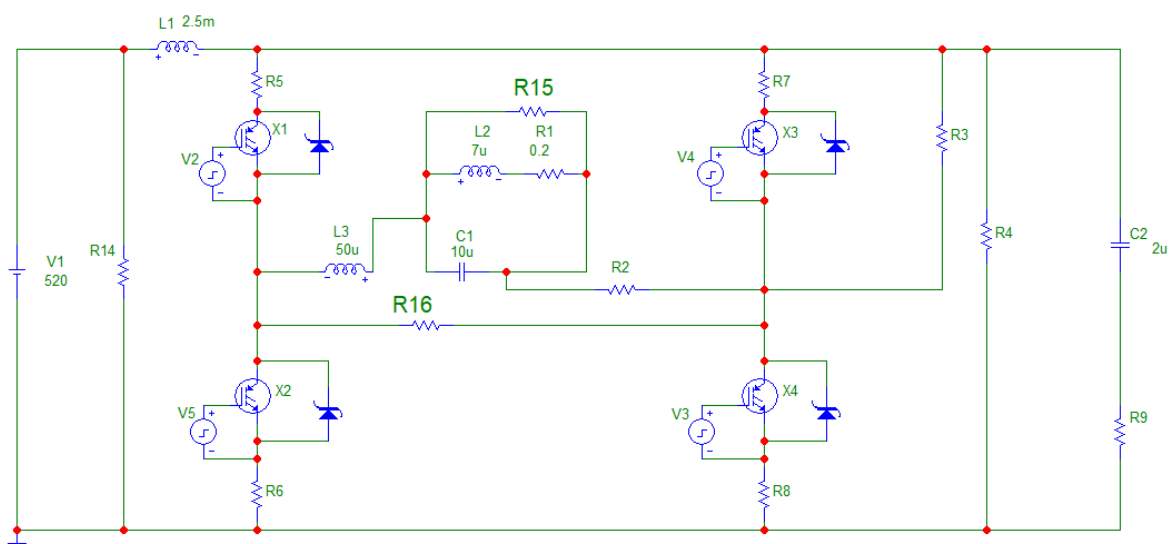


Рис. 1. Схема параллельного инвертора тока среде Micro-CAP

Элементы модели взяты из библиотеки программы Micro-CAP. Схема запитана от постоянного источника 520В. В качестве силовых ключей использованы модели IGBT транзисторов, которые переключаются прямоугольными импульсами управления с частотой 20 кГц, поступающими от источников V2 и



V4. Между выключением одной пары транзисторов ($X1-X2$) и включением другой ($X3-X4$) для исключения сквозных токов введена временная задержка (dead time) $t_d = 2$ мкс. Резонансный контур представлен индуктором с индуктивностью $L2$ и внесенным сопротивлением $R1$, а также компенсирующим конденсатором $C1$. Индуктивность $L3$ и емкость $C2$ выполняют функцию коммутирующего контура параллельного инвертора тока, обеспечивая оптимальный режим переключения силовых ключей.

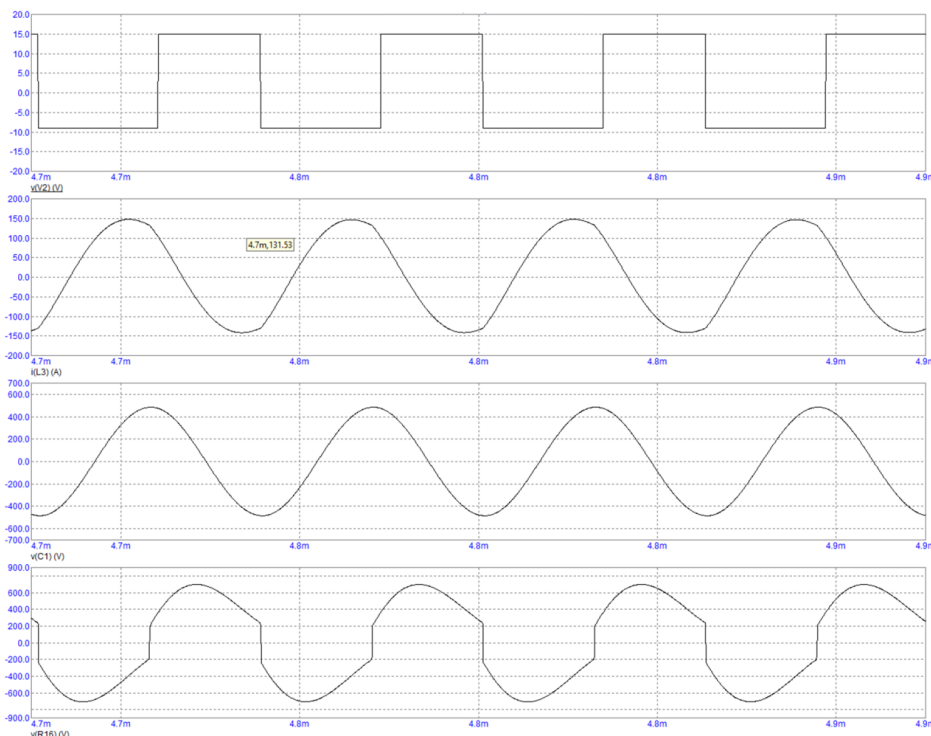


Рис. 2. Диаграммы токов и напряжений на элементах модели

Для экспериментальной проверки результатов аналитического расчёта и результатов моделирования исследована реальная установка параллельного инвертора тока с параметрами, соответствующими техническому заданию. Формирование импульсов управления транзисторами осуществлялось с помощью специализированного блока задающего генератора, питание инвертора производилось от промышленной трехфазной сети.

Силовые транзисторы с обратными диодами – CM200DY-24A, коммутирующий конденсатор – K78-20 2 мкФ. Коммутирующий дроссель выполнен в виде катушки с воздушным сердечником. Компенсирующий конденсатор Celest C500T 10мкФ Индуктор в виде катушки с помещенной внутрь трубой в качестве нагрузки. Измерения параметров переходных процессов проводились с помощью цифрового осциллографа Актаком ADS-4574T (погрешность измерений – не более 2%).

Результаты расчётов, моделирования и экспериментальных исследований приведены в таблице 1.

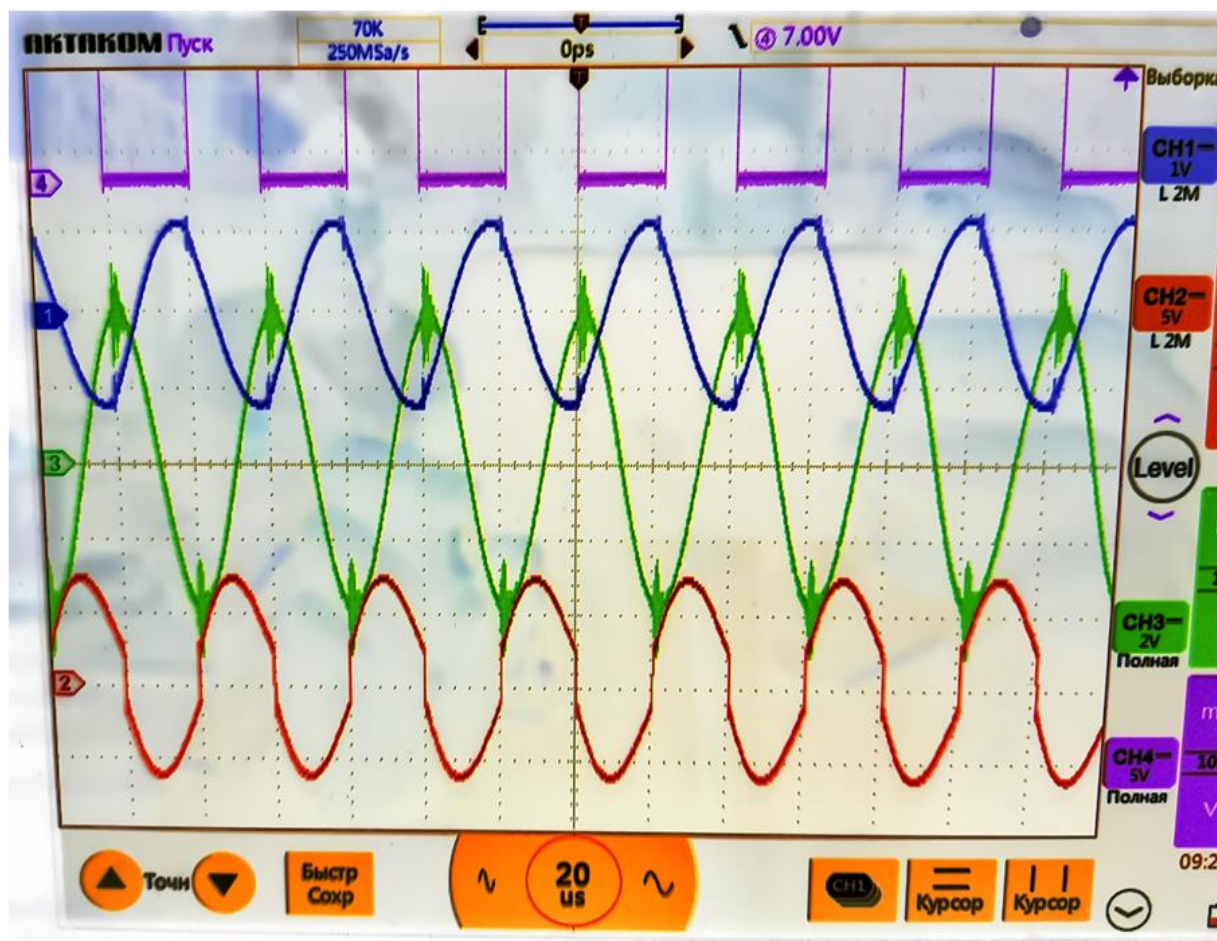


Рис. 3. Осциллограммы токов и напряжений на компонентах инвертора

Таблица 1

Значение параметров (амплитудные значения)	Результат моделирования	Результат эксперимента	Относительная погрешность моделирования, %
Входной ток инвертора в цепи постоянного тока, А	55	56	1,8
Выходной ток инвертора, А	150	155	3,3
Напряжение на конденсаторе резонансного контура, В	500	515	3,0
Резонансная частота, кГц	20,1	20,2	0,5
Выходное напряжение в нагрузочной диагонали инвертора, В	650	670	3,1
Мощность установки, кВт	28,6	29,6	3,4

Вывод

1. Результаты моделирования отличаются от результатов эксперимента не более чем на 3,4 % для всех оцениваемых параметров, что свидетельствует об адекватности разработанной модели инвертора.



2. Модель правомерно использовать для проведения углубленных исследований по усовершенствованию созданного параллельного инвертора тока.

Литература

1. Слухоцкий, А. Е. Установки индукционного нагрева: Учебное пособие для вузов / А. Е. Слухоцкий, В. С. Немков, Н. А. Павлов, А. В. Бамунэр – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. – 328 с.
2. Шаповалов А. Н., Бодажков В. А. Проектирование и эксплуатация высокочастотных установок. Изд. 2-е, доп. и переработ. Л., «Машиностроение», 1974.. – 280 с.

М.К. Костянян

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ 3D-ОБЪЕКТОВ ПО ОБЛАКУ ТОЧЕК

(Самарский университет)

Моделирование 3D-объектов применяется на современном этапе практически во всех сферах деятельности. По этой причине автоматизация моделирования 3D-объектов является актуальной задачей. Одним из основных направлений моделирования 3D-объектов является моделирование 3D-объектов по облаку точек.

С середины прошлого века 3D-моделирование только начинало внедряться в различные системы. В основном 3D использовали узкие специалисты, а именно инженеры, работающие в сфере автоматизации и проектирования, занимающиеся математическим моделированием и анализом данных. В настоящее время развитие компьютерной графики и техники способствует постепенному заполнению рынка программным обеспечением для 3D-моделирования. Но все еще не все отрасли обладают подобными программными средствами. Поэтому рынок 3D-моделирования еще не достиг своего пика, и для работы в этой сфере остается еще значительное пространство [1].

Основным преимуществом автоматизации в этой сфере является предоставление пользователям возможности удобной работы с реальными объектами, их анализа и исследования в дистанционном режиме.

Существует множество отраслей, в которых работа с 3D-моделированием является либо ключевым моментом, либо существенно повышает продуктивность работы сотрудников. К таким сферам можно отнести науку, медицину, строительство, кинематограф, продажи и т.д. По этой причине и разрабатывается приложение по 3D-моделированию, которое найдет отклик у потенциальных клиентов из вышеприведенного перечня отраслей.

В настоящее время существует множество систем моделирования (3D Software Object Modeller, D Sculptor, RealViz ImageModeler, ReCap 360). В ос-



новном это платные программы для компьютеров. Но для работы с мобильного устройства они неудобны [2][3].

В рамках данного проекта изучались технологии и алгоритмы 3D-моделирования. Основной целью создания данной системы является повышение эффективности и удобства работы с 3D-моделями, в частности, на мобильных устройствах.

Внедрение программной системы упрощает работу сотрудников научных, строительных компаний, а также компаний, специализирующихся на продажах за счет внедрения в рабочий процесс системы, сокращающей время на подготовку моделирования.

Данный проект отличается от систем-аналогов тем, что является узконаправленным, не является громоздким и обладает только тем функционалом, который необходим непосредственно для 3D-моделирования объекта по снимкам.

При разработке программной системы было предусмотрено:

- обеспечение оптимальной скорости работы приложения;
- обеспечение удобного, интуитивного интерфейса;
- обеспечение возможности сохранять/загружать созданные модели.

Система реализует следующий основной функционал:

- загрузка модели из базы данных;
- сохранение модели в базу данных;
- загрузка снимков в приложение;
- обработка снимков;
- генерация 3D-модели;
- отображение созданной модели.

Система реализована в среде разработки IntelliJ IDEA 2020.2 на языке программирования TypeScript с использованием фреймворка Angular 11. Для хранения данных использовалась облачная база данных Firebase.

Литература

- 1 Развитие 3D моделирования [Электронный ресурс]. – <https://seniga.ru/stat/1996-razvitije-3d-modjelirovanija.html>.
- 2 Объемные модели из фотографий [Электронный ресурс]. – <https://compress.ru/article.aspx?id=16596>.
- 3 3D-модели из фотографий. ReCap 360 [Электронный ресурс]. – <https://3dtoday.ru/blogs/wather/3d-models-from-photos-remake-360>.



К.С. Кульга

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Актуальность проблемы. Компоновка мехатронного оборудования (далее, оборудование), как правило, состоит из одного стационарного (постоянно неподвижного) и нескольких подвижных элементов, разделённых соединениями (стыками). Создание (синтез) компоновки осуществляется на ранней стадии проектирования оборудования после определения его характеристик, предварительного определения кинематической структуры [1]. Компоновка оборудования 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 автоматизированного проектирования компоновок мехатронного оборудования на стадии технического предложения.

Теоретическая часть. Рассмотрим этапы реализации предлагаемой методики с помощью применения программного обеспечения (ПО) САПР и метода конечных элементов (МКЭ) [2].

1 этап. Проектирование 3D-геометрической модели компоновки оборудования с высокой степенью детализации [3]. Этот этап также включает подготовку геометрической модели компоновки оборудования с учетом всех параметров, которые могут оказать существенное влияние на результаты статического, модального и динамического анализов на основе МКЭ.

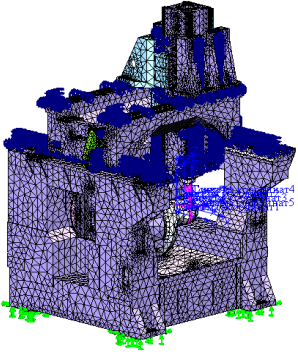
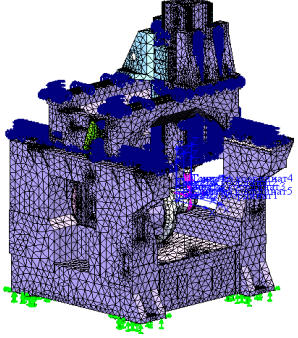
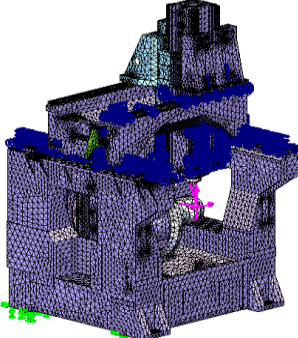
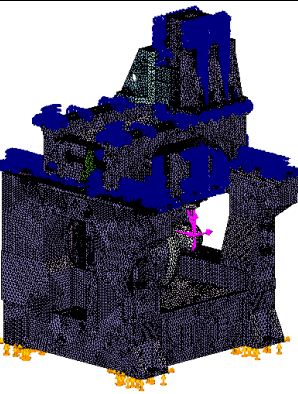
2 этап. Создание максимально возможного числа областей с регулярной сеткой конечных элементов (КЭ). Для компоновок оборудования рекомендуем уплотнять сетку КЭ с помощью настройки параметров управления сеткой в следующих зонах: значительного градиента напряжений, деформаций, тепловых потоков (отверстие, выточка, трещина и т.п.); существенных изменений граничных условий, например, в области приложения изменяющейся нагрузки, а также возле границ области приложения нагрузок; границ участков контакта деталей в сборках; границ контакта деталей с отличающейся жесткостью. Эти рекомендации относятся к исходной конечно-элементной модели компоновки оборудования. После первого статического анализа конечно-элементной модели оборудования появляется актуальная информация, на базе которой можно изменять параметры дискретизации модели.

3 этап. Моделирование статических и кинематических граничных условий для конечно-элементной модели компоновки оборудования. На этом этапе учитывается действие активных силовых факторов, и наложенных на систему связей (подвижные и неподвижные стыки).



4 этап. Оценка влияния настройки дискретизации конечно-элементной модели оборудования на результаты её статического анализа. В таблице 1 приведен пример анализа влияния настройки сетки конечно-элементной модели компоновки оборудования [4] на погрешность Δ вычисления критерия прочности максимальных эквивалентных напряжений Мизеса (*Von Mises*).

Таблица 1

Вариант дискретизации модели	Размер сетки, мм		Критерий <i>Von Mises</i> , МПа
	Глобальный	Локальный	
	90	70	1,71E+06
	70	50	1,95E+06
	50	30	2,11E+06
	50	10	2,56 E+06



На основе данных из таблицы 1 построен график сходимости результатов статических анализов (рисунок 1), позволяющий сделать рекомендации для дискретизации модели: использовать опцию управление сеткой и выявленные соотношения глобального и локального размеров сетки.

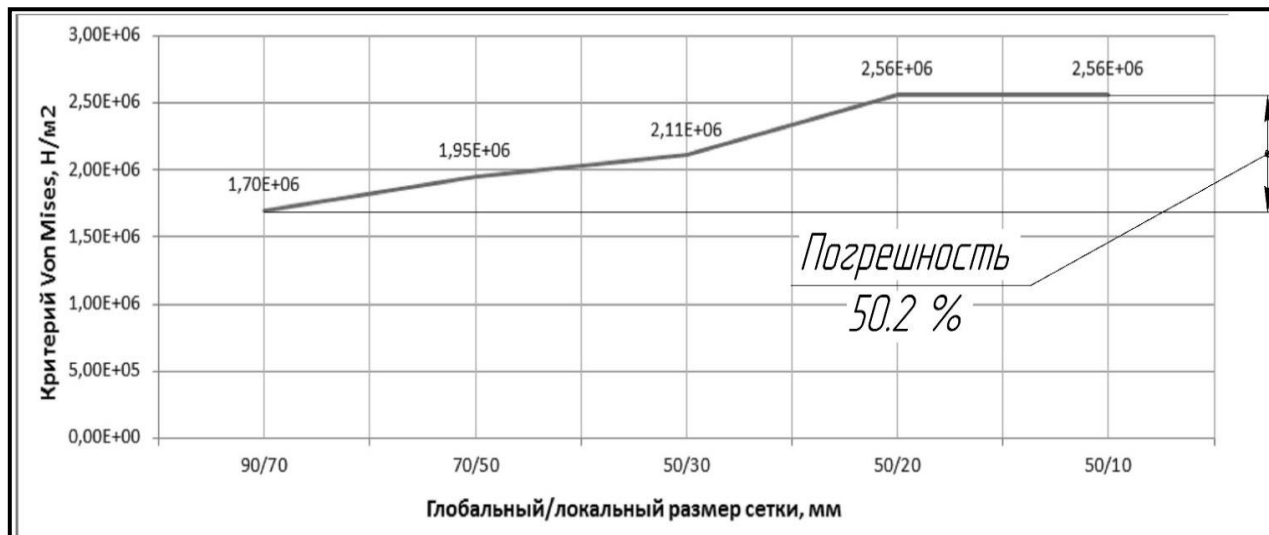


Рисунок 1 – График сходимости результатов статических анализов конечно-элементной модели

Результаты дискретизации конечно-элементной модели компоновки оборудования используются для проведения статического, модального и динамического анализов.

5 этап. Статический анализ конечно-элементной модели компоновки оборудования.

6 этап. Обработка и анализ полученных результатов.

На этом этапе необходимо реализовать сравнение расчетных и допустимых значений критериев статического анализа конечно-элементной модели оборудования, а также построить сводный график баланса результирующих статических перемещений элементов компоновки оборудования.

7 этап. Модальный анализ конечно-элементной модели компоновки оборудования.

На этом этапе реализуются:

– расчеты собственных частот и соответствующих форм колебаний конструкции компоновки оборудования;

– обнаружение и анализ резонансных мод (формы вибрационной реакции) компоновки оборудования. Поскольку нет нагружения конечно-элементной модели компоновки оборудования, то моды не показывают реальной амплитуды колебаний, а лишь отображают их форму;

– расчет количества массового участия, которое связано с собственными частотами (эффективная масса). Массовое участие необходимо для выявления наиболее опасных режимов работы и сколько частот необходимо охватить для оценки всего динамического поведения компоновки оборудования.



Модальный анализ является важной составной частью динамического анализа, поскольку знание собственных форм и частот колебаний компоновки оборудования помогает оценить ее динамическое поведение, например, в переходных процессах.

8 этап. Динамический линейный анализ конечно-элементной компоновки оборудования.

На этом этапе реализуется гармонический расчет с исключением геометрических и физических нелинейностей. Для рассматриваемой стадии проектирования оборудования эти исключения допустимы. Для проведения гармонического расчета используются результаты дискретизации конечно-элементной модели оборудования и модального анализа с добавлением данных по демпфированию и внешнему нагружению. Для уменьшения времени гармонического расчета можно ограничить диапазон рассматриваемых собственных частот с учетом величин коэффициентов массового участия. На этом этапе необходимо сравнить расчетные и допустимые значения критериев динамического анализа конечно-элементной модели оборудования, а также построить сводный график баланса результирующих динамических перемещений элементов компоновки оборудования.

9 этап. Определение направлений параметрической оптимизации компоновочных факторов оборудования с целью улучшения результатов компьютерного моделирования. Параметрическая оптимизация — это метод, который позволяет анализировать компоновку оборудования, варьируя входными граничными параметрами (например, геометрическими, силовыми, контактными), а также результатами статического, модального и динамического анализов. Этот метод позволяет установить влияние входных параметров на выходные. Этим метод параметрической оптимизации отличается от топологической.

Заключение. Предложена компьютерного моделирования компоновок мехатронного оборудования с помощью ПО САПР на ранней стадии проектирования (техническое предложение) и МКЭ.

Литература

1. Кульга К.С., Виноградов П. В., Гаитова А.А. Применение САД/САЕ-систем при проектировании компоновок многоцелевых станков с ЧПУ / СТИН. – №9. – 2015. – С.5-10.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
3. Ушаков Д. М. Введение в математические основы САПР – Новосибирск: Ледас, 2006. –180 с.
4. ООО «Стан» [Электронный ресурс] // СТАН – лидер российского станкостроения. – 2021. – Режим доступа: <https://www.stan-company.ru> .– Проверено 19.03.2021.



В.В. Любимов, И. Бакри

УПРАВЛЕНИЕ ГАБАРИТАМИ СПУСКАЕМОГО В АТМОСФЕРЕ МАРСА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С КОРПУСОМ В ФОРМЕ ДВУПОЛОСТНОГО ГИПЕРБОЛОИДА

(Самарский университет)

Аннотация. В данной работе рассматривается пассивное управление угловой скоростью спускаемого космического аппарата с целью обеспечения его стабильной ориентации на этапе движения в разреженной атмосфере. Управление угловой скоростью КА производится посредством изменения габаритов верхней части корпуса КА, имеющего форму двуполостного гиперboloида вращения. Для описания движения КА относительно центра масс применяется главная связанная система координат XYZ , где ось Z является продольной осью симметрии конструкции КА.

Постановка задачи нелинейного программирования

Для управления угловой скоростью ω_z КА требуется: либо управлять величиной момента M_z , либо изменять момент инерции изменяемой части корпуса $I_{z1}(a, c, h, t)$, либо производить совместное изменение обеих этих величин. В работе [1] производилось управление величиной момента M_z посредством использования бортовых двигателей. В данном исследовании предполагается осуществлять управление угловой скоростью ω_z посредством изменения величины момента инерции $I_{z1}(a, c, h, t)$, при изменении габаритов КА.

Величину угловой скорости $\omega_z(t)$ определяем из закона сохранения кинетического момента:

$$\omega_z(t) = (I_{z1}(a, c, h, 0) + I_{z2})\omega_z(0) / (I_{z1}(a, c, h, t) + I_{z2}) \quad (1)$$

Здесь $\omega_z(0)$ – известное начальное значение угловой скорости $\omega_z(t)$, $I_{z1}(a, c, h, 0)$ – известное начальное значение момента инерции $I_{z1}(a, c, h, t)$, I_{z2} – постоянный известный суммарный момент инерции посадочного аппарата и теплозащитного щита относительно оси Z .

С целью определения искоемых величин V и S , а также для нахождения величины $I_{z1}(a, c, h, t)$ для КА, имеющего верхнюю часть конструкции в форме двуполостного гиперboloида с изменяемыми габаритами, сформулируем задачу нелинейного программирования (НЛП) следующим образом: найти вектор параметров $x^T = (a, c)$, таким образом, чтобы минимизировать скалярную целевую функцию $I_{z1}(a, c, h, t)$ для каждого значения высоты КА h , учитывая заданные ограничения на величину объёма V и площади поперечного сечения S половины поверхности двуполостного гиперboloида вращения:

$$\begin{aligned} \min_{a, c} I_{z1}(a, c, h), \\ V \geq V_{\min}, \\ 0 < S \leq S_{\max}. \end{aligned} \quad (2)$$



Здесь: V, V_{\min} – объем половины гиперboloида и минимальная величина половины внешнего объема гиперboloида последовательно, S, S_{\max} – площадь поперечного сечения гиперboloида в наибольшем нижнем сечении и заданная наибольшая площадь поперечного сечения гиперboloида, $S_{\max} = \pi R_{\max}^2$, R_{\max} – радиус поверхности с теплозащитным покрытием. Метод нелинейного программирования описан, например, в работе [2].

Запишем левые части неравенств у задачи НЛП (2) в виде соответствующих формул для однородного двуполостного гиперboloида вращения, имеющего объем V , площадь поперечного сечения S и момент инерции I_{z1} . В результате получим:

$$\min_{a,c} \frac{\rho a^4 \pi}{2 c^4} \left(\frac{h^5 - c^5}{5} - \frac{2}{3} c^2 (h^3 - c^3) + c^4 (h - c) \right) \geq V_{\min}$$

$$\frac{\pi}{3} (c - h)^2 (2c + h) \left(\frac{a}{c} \right)^2 \geq V_{\min} \quad (3)$$

$$0 < \pi \left(\frac{a}{c} \right)^2 (h^2 + c^2) \leq S_{\max}$$

Численные результаты

Задача нелинейного программирования (3) решается с помощью программного приложения МАТЛАБ. Решение системы (3) производим на интервал высоты КА h от 1.89 м до 2.46 м. Пределы изменения неизвестных величин a и c установлены на отрезке от 0.01 м до 2 м.

На рис. 1 показаны численные результаты в виде зависимостей осевого момента инерции I_{z1} двуполостного гиперboloида от его высоты h . На этой рисунке заметим, что момент инерции I_{z1} имеет высокое значение, которое принимается от 2218 кгм² до 2168 кгм² на интервале изменения высоты от 1.98 м до 2.46 м.

Из рис. 1 следует, что при увеличении высоты космического аппарата, момент инерции I_{z1} уменьшается, как и моменты инерции $I_{x1} = I_{y1}$ также уменьшаются. Согласно описанной выше закономерности (1) для угловой скорости $\omega_z(t)$ получаем, что при входе в разряженную атмосферу после увеличения высоты h КА приобретёт дополнительную угловую скорость относительно оси Z . При этом КА также приобретёт дополнительную угловую скорость относительно оси X или Y . На рис. 2 показаны значения переменных гиперboloида a и c , определяющие минимальное значение осевого момента инерции I_{z1} и значения моментов инерции $I_{x1} = I_{y1}$. Значение переменной гиперboloида a и c на рис. 2 не имеют неизменной тенденции к увеличению или уменьшению при увеличении высоты h от 1.98 м до 2.46 м.

На рис. 3 показаны: зависимость объёма и зависимость площади поперечного сечения двуполостного гиперboloида от его высоты h . Следует отметить, что объём гиперboloида уменьшается при увеличении высоты h . Указанный объём уменьшается от 3.55 м³ до величины $V_{\min} = 1.82$ м³ на выбранных



величинах высот КА. При увеличении высоты h площадь поперечного сечения уменьшается от 4.3 м^2 до 2.25 м^2 . Отметим, что изменение формы поперечного сечения гиперboloида, расположенного за не изменяющим форму теплозащитным щитом, может несколько изменять силу лобового сопротивления.

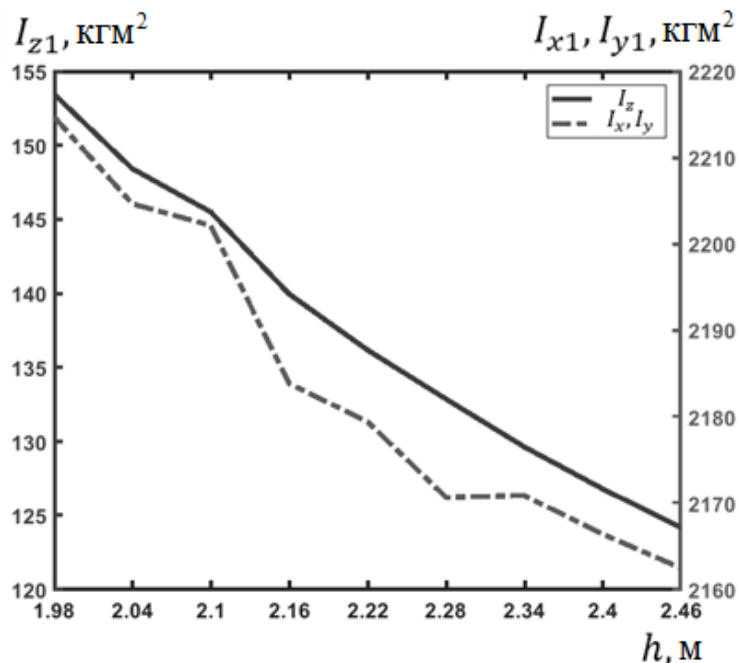


Рис. 1. Зависимости минимального значения момента инерции I_{z1} и моментов инерции $I_{x1} = I_{y1}$ двуполостного гиперboloида от его высоты

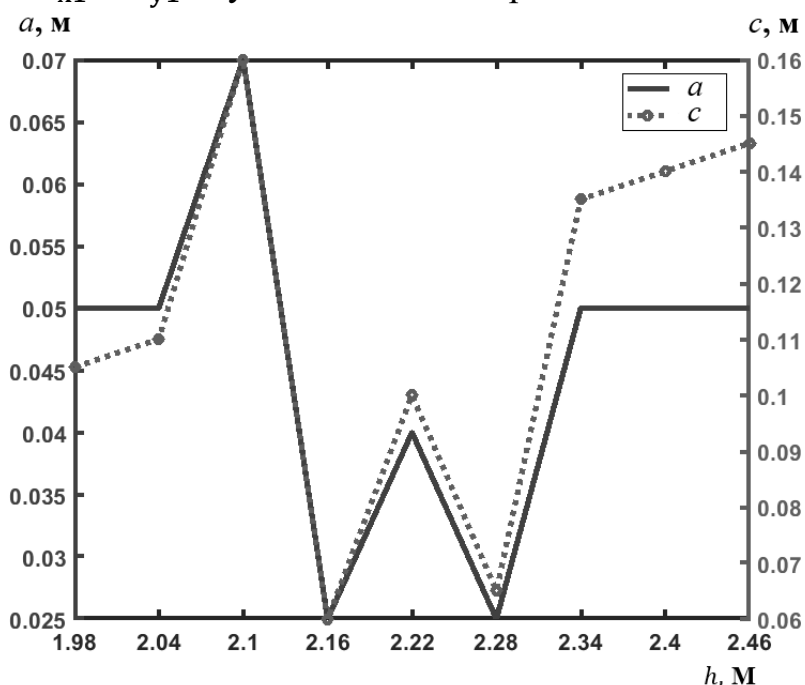


Рис. 2. Зависимость переменных гиперboloида a и c от высоты

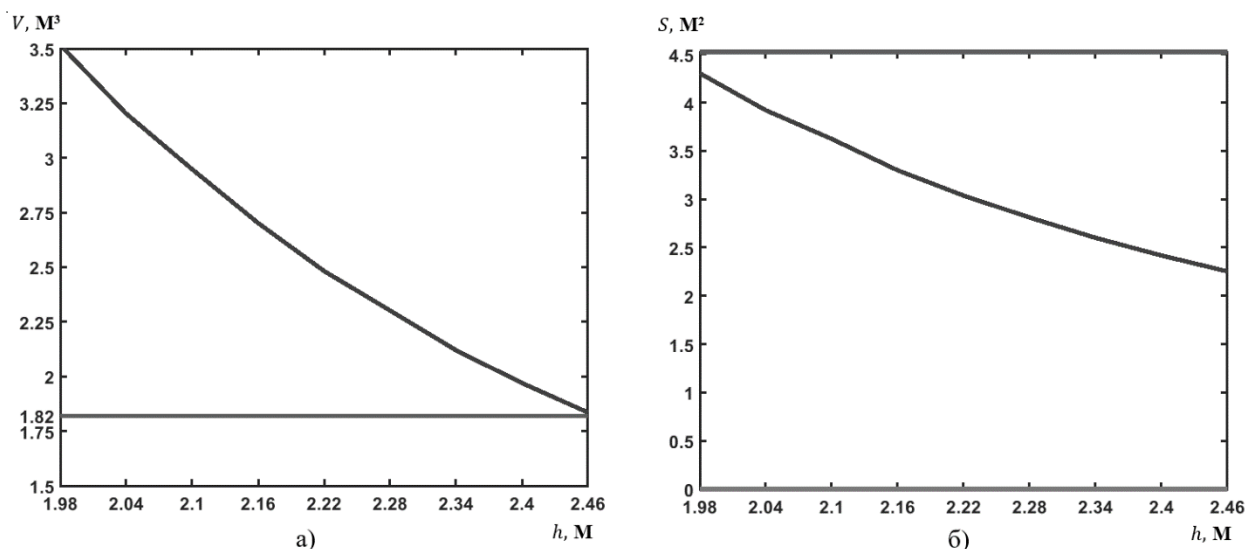


Рис. 3. Зависимость объёма (а) и зависимость площади поперечного сечения (б) двуполостного гиперboloида от высоты h

Анализ численных результатов показал, что при решении поставленной задачи по обеспечению эффективного пассивного управления угловой скоростью КА не следует применять форму аппарата в виде двуполостного гиперboloида вращения. Действительно, при входе в разряженную атмосферу после увеличения высоты h КА приобретёт дополнительную угловую скорость относительно оси Z . При этом КА приобретёт также дополнительную угловую скорость относительно двух других осей X и Y . По этой причине, использование КА в форме двуполостного гиперboloида вращения изменяемой формы нельзя считать перспективным для решения поставленной задачи пассивного управления угловой скоростью КА.

Литература

1. Тырнов П.А. Решение задачи управления перемещением центра масс и угловым движением космического аппарата с использованием двигателей ориентации методом наименьших квадратов // ПАО РКК «Энергия» имени С.П. Королёва, XLIV Королевские академические чтения по космонавтике. Т.17. 2020. С. 177 – 179.
2. David G.L., Yinyn Y. Linear and Nonlinear Programming. Stanford University. Springer, 2008. 546 p.



В.В. Любимов, С.В. Подклетнова

О ЗАВИСИМОСТИ ГЛОБАЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТЫ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ШАГА ИНТЕГРИРОВАНИЯ

(Самарский университет)

Аннотация. В работе рассматривается использование известных оценок локальной методической погрешности явных методов Рунге-Кутты при численном решении обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. На основе данных оценок сформулирована закономерность погрешности, связывающая между собой шаг интегрирования и интервал интегрирования. Эта закономерность позволяет произвести выбор интервала интегрирования с учётом заданного постоянного шага интегрирования, обеспечивающего малую погрешность вычислений.

Метод Рунге-Кутты r -го порядка и его погрешность

Рассмотрим дифференциальное уравнение первого порядка

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y), (1)$$

где функция $f(x, y)$ непрерывна на отрезке $[a, b]$, для которого известно начальное условие

$$y(x_0) = y_0. (2)$$

Пусть функция $f(x, y)$ имеет непрерывные частные производные до k -го порядка включительно.

При заданных предположениях решение уравнения (1) будет иметь непрерывные производные до $(k+1)$ -го порядка и функция $y(x)$ может в окрестности точки x_0 быть разложена в ряд Тейлора и её приращение с некоторым приближением может быть представлено в виде:

$$\Delta y = y(x_0 + h) - y(x_0) \approx \frac{y'(x_0)}{1!} \cdot h + \frac{y''(x_0)}{2!} \cdot h^2 + \dots + \frac{y^{(k)}(x_0)}{k!} \cdot h^k + \frac{y^{(k+1)}(x_0)}{(k+1)!} \cdot h^{k+1}. (3)$$

В силу громоздкости вычисления производных в качестве приращения функции Рунге предложил использовать линейную комбинацию:

$$p_1 k_1(h) + p_2 k_2(h) + \dots + p_r k_r(h), (4)$$

где

$$k_i(h) = h \cdot f(\xi_i, \eta_i), (i = 1, 2, \dots, r) (5)$$

$\xi_i = x_0 + \alpha_i \cdot h$, $\eta_i = y_0 + \beta_{i1} \cdot k_1(h) + \beta_{i2} \cdot k_2(h) + \dots + \beta_{i,i-1} \cdot k_{i-1}(h)$, α_i, β_{ij} – некоторые константы, причём $\alpha_1 = 0$.



Очевидно, что постоянные величины α_i, β_{ij} и p_{r_i} нужно выбирать так, чтобы правая часть приближённого равенства (3) максимально совпадала с выражением (4), то есть, согласно рассматриваемому методу, функция

$$\varphi_r(h) = y(x_0 + h) - y_0 - [p_{r_1}k_1(h) + p_{r_2}k_2(h) + \dots + p_{r_r}k_r(h)] \quad (6)$$

должна обладать свойствами:

$$\varphi_r(0) = \varphi_r'(0) = \dots = \varphi_r^{(s)}(0) = 0, \varphi_r^{(s+1)}(0) \neq 0. \quad (7)$$

И при этом s должно быть возможно большим для произвольных значений h и $f(x, y)$.

При этом погрешность рассматриваемого численного метода на одном шаге интегрирования длиной h будет составлять величину, равную

$$R_r(h) = \frac{h^{s+1} \cdot \varphi_r^{(s+1)}(\xi)}{(s+1)!}, \quad (8)$$

где $0 \leq \xi \leq h$. При приближённых вычислениях одним из основных, и порою главным, является вопрос о величине погрешности метода. Конечно, простота вычисления имеет очень важное значение, но если погрешность вычисления превосходит необходимое для практики значение, то применение метода теряет смысл. В методе Рунге-Кутты погрешность очень сильно зависит от выбора параметров вычисления, и конкретно – от значения шага h .

Обобщённая теорема о глобальной погрешности метода Рунге-Кутты

Теорема. При интегрировании с постоянным шагом на конечном шаге интервала интегрирования $h, 2h, \dots, nh$, где n – число шагов интегрирования (здесь $n = h^{-s-1}$ – целое число) оценка глобальной методической погрешности является немалой относительно h величиной.

Доказательство. Предположим, что интегрирование обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка производится методом Рунге-Кутты r -го порядка с постоянным шагом h . Пусть число шагов интегрирования равно $n = h^{-(s+1)}$. Тогда оценка глобальной методической погрешности можно получить путём сложения локальной методической погрешности (2) на n шагах интегрирования. В результате получаем:

$$\Delta_r = \frac{\sum_{i=1}^{n=h^{-(s+1)}} h^{s+1} \varphi_r^{(s+1)}(\xi)}{(s+1)!} = \frac{h^s}{(s+1)!} \sum_{i=1}^{n=h^{-(s+1)}} h \varphi_i(\xi)^{(s+1)}. \quad (9)$$

При малых h и существовании предела интегральных сумм $\lim_{h \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{n=h^{-(s+1)}} h \varphi_i(\xi)^{(s+1)} = S$, применяя теорему о среднем, получаем приближенное

равенство: $\sum_{i=1}^{n=h^{-(s+1)}} h \varphi_i(\xi)^{(s+1)} \approx \int_0^{nh} dx \varphi^{(s+1)}(x) = nh \varphi_*^{(s+1)}(x)$. Отсюда находим:



$$n\varphi_*^{(s+1)}(\xi) \approx \sum_{i=1}^{n=h^{-(s+1)}} \varphi_i(\xi)^{(s+1)}. \quad (10)$$

Учитывая, приближенное равенство (10) в следующей формуле (11) при $n = h^{-(s+1)}$ получаем немалую оценку глобальной погрешности:

$$\Delta_r \approx \frac{h^{s+1}}{(s+1)!} n\varphi_*^{(s+1)}(\xi) = \frac{1}{(s+1)!} \varphi_*^{(s+1)}(\xi) = O(1). \quad (11)$$

Теорема доказана.

Данная теорема указывает на недопустимость применения метода Рунге-Кутты r -го порядка с постоянным малым шагом для нахождения численного решения уравнения (1) в рассматриваемом случае. Таким образом, глобальная погрешность интегрирования определяется количеством шагов интегрирования и порядком метода. Назовём число постоянных шагов интегрирования $n = h^{-s-1}$ в данной постановке задаче недопустимым, а шаг интегрирования - недопустимым.

Следствие 1. Согласно доказанной теореме, величина интервала интегрирования Δx выражается через величину недопустимого шага интегрирования и порядок метода посредством равенства:

$$\Delta x = \frac{1}{h^s}. \quad (12)$$

Доказательство. Подставляя в правую часть равенства $\Delta x = nh$ число $n = h^{-s-1}$ получаем (12). Следствие доказано.

Следствие 2. Согласно данной теореме величина глобальной погрешности метода Рунге-Кутты r -го порядка при числе шагов интегрирования $n = h^{-s-1+k}$ (n и k – целые положительные числа) является малой величиной, имеющей порядок h^k .

Доказательство. Учитывая, приближенное равенство (10) в формуле (11) при $n = h^{-s-1+k}$ получаем оценку глобальной погрешности:

$$\Delta_r \approx \frac{h^{s+1}}{(s+1)!} n\varphi_*^{(s+1)}(\xi) = \frac{h^k}{(s+1)!} \varphi_*^{(s+1)}(\xi) = O(h^k). \quad (13)$$

Следствие доказано.

Пример выбора шага h при аппроксимации решения дифференциального уравнения с использованием метода Рунге-Кутты

Пусть требуется решить уравнение движения материальной точки, учитывая необходимую для этого точность вычислений. Рассмотрим данную задачу на примере, взяв для определённости основное уравнение динамики:

$$F = m \cdot \frac{dv}{dt}. \quad (14)$$

И предположим, что сила, действующая на движущуюся точку не постоянна и пропорциональна кубу скорости тела, то есть

$$F = k \cdot v^3. \quad (15)$$



Таблица 1

h	Δ_r	Δ_r/h
0,001	8,67E-05	0,086676
0,002	0,000168	0,084197
0,003	0,000259	0,086487
0,004	0,000347	0,086775
0,005	0,000434	0,086808
0,006	0,000524	0,087354
0,007	0,00061	0,08713
0,008	0,000695	0,086906
0,009	0,00078	0,086683
0,01	0,00087	0,086971
0,011	0,00096	0,087261
0,012	0,001032	0,086016
0,013	0,001135	0,087326
0,014	0,001198	0,085574
0,015	0,001326	0,08843
0,016	0,001428	0,089252
0,017	0,001496	0,087975
0,018	0,001608	0,089319
0,019	0,001693	0,089088
0,02	0,001746	0,087296

Тогда, с учётом выражения (14), уравнение (15) примет вид:

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = k \cdot v^3. \quad (16) \quad (16)$$

Положим, что в начальный момент времени скорость тела была

$$v|_{t=0} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad (17) \quad (17)$$

Возьмём массу тела, к примеру 1 кг, а коэффициент пропорциональности $k = \frac{1 \text{ кг} \cdot \text{с}}{2 \text{ м}^2}$. С

учётом всего сказанного точное решение уравнения имеет вид:

$$v = \sqrt{\frac{1}{2-t}}. \quad (18)$$

Итак, точное решение найдено, и мы сможем определить точную скорость нашего тела в любой момент времени t . В дальнейшем это нам понадобится для определения погрешности приближённых вычислений. Для решения поставленной задачи, а именно нахождения скорости из уравнения движения

$$\frac{dv}{dt} = \frac{v^3}{2}. \quad (19)$$

с учётом начального условия Коши (17) воспользуемся наиболее часто используемым на практике четырёх-этапным методом Рунге-Кутты. Рассмотрим численное решение уравнения (16) на отрезке $[0;1]$ с различными интервалами разбиения. Вычислим погрешность в точке $x=1$ и найдём отношение ошибки вычисления к длине интервала разбиения. Результаты вычислений приведены в таблице 1, из которой следует, что данные отношения, вообще говоря, остаются очень близкими друг к другу. Кроме того, присутствует некоторая вычислительная погрешность. Дело в том, что при указанном разбиении на отрезки интегрирования мы не можем полностью покрыть отрезок $[0;1]$, и значения величин брались в точках, ближайших к 1. Очевидно, улучшить результат вычислений можно лишь увеличив количество интервалов разбиения (то есть уменьшив h).

Литература

1. Берёзин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т II. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 620 с.
2. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. . Численные методы. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. — 630 с.
3. Ильина В. А., Силаев П. К. Численные методы для физиков-теоретиков. Ч. 2. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. — 118 с.



Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ИННОВАЦИЙ

(Самарский университет)

Аннотация: в данной работе поставлена проблема: отсутствия информационного портала сведений об инновациях, созданных государством, а также крупными, средними и малыми предприятиями на национальном рынке инновационной продукции. Предложено решение данной проблемы в виде концептуальной модели и указаны основные направления практической реализации работоспособности данного решения. Описана цель, а также основные задачи представления концептуальной модели информационной среды инноваций, которая представляет собой единое информационное пространство взаимосвязанных информационных массивов данных по всем инновациям, созданных государственными и частными инновационными предприятиями. Также представлена актуальность и практическая значимость реализации концептуальной модели.

Ключевые слова: инновации, конкурентоспособность инновационной продукции, экспертные методы

В условиях рыночной экономики развитие информационной поддержки инновационной продукции может составлять одним из ключевых факторов роста национальной экономики. Совершенствование рынка инновационной продукции возможно при оценке текущих и прогнозных технико-экономических значений инноваций [1–2]. Для оценки инноваций может использоваться различное программное обеспечение. При управлении инновационной деятельностью на государственном уровне, а также на уровнях крупного, среднего и малого бизнеса создаются программные обеспечения, назначение которых заключается в сборе, анализе, обработке, учете и хранения информации обо всех процессах инновационной деятельности.

Однако существует проблема, которая заключается в отсутствии единого информационного пространства со сведениями об инновациях на всех стадиях жизненного цикла, соединявшего сведения об инновациях от программных обеспечений всех участников рынка инновационной продукции (государство, средний и малый бизнес).

Решением данной проблемы может являться создание концептуальной модели информационного пространства инноваций, которая представляет собой единое информационное пространство взаимосвязанных информационных массивов данных по всем инновациям, выявленным государственными и частными инновационными обществами.

Предназначением концептуальной модели заключается в формировании национального рынка инноваций с общим доступом участников рыночных от-



ношений в лице государственных и частных инновационных предприятий к единому информационному пространству.

К основным задачам концептуальной модели можно отнести:

- Формирование базы данных текущих и прогнозных характеристик инноваций, выраженных в количественном виде;
- Формирование базы данных портфелей инноваций по каждому государственному и частному предприятию, а также по каждой инновационной отрасли;
- Предоставление общего доступа инноваторов и специалистов в области управления инновационной деятельности к единому информационному пространству инноваций.

Актуальность концептуальной модели выражается в повышении коммерциализации инноваций посредством совершенствования сбора в количественном виде информации об инновациях. Информация представляет собой технико-экономические характеристики инноваций.

Практическая значимость концептуальной модели заключается в повышении национального инновационного благосостояния.

Стоит отметить, что информационная поддержка инноваций активно развивается в ведущих зарубежных странах, таких как США, Англия, Германия, Франция, Япония, Китай, Индия [3].

В существующей системе исследований инноваций можно наблюдать формирование аналитических отчётов по каждой инновации. При этом, в большей степени, в отчётах преобладают данные не количественном, а в качественном (эвристическом) виде. Данное обстоятельство в значительной степени снижает качество аналитических исследований, а именно в точности представления текущих и прогнозных данных об инновациях. Экспертная оценка инноваций способствует в оперативном режиме предоставлять данные об инновациях, что является весовым преимуществом по сравнению с расширенной бюрократической системой согласования и утверждения аналитических отчетов об инновациях.

Также стоит отметить, что роль концептуальной модели заключается, прежде всего, в формировании общего представления о современной системе планирования, прогнозирования и оценивания инноваций.

Представление о депонирующих материалах инноваций включает в себя сведения о: новизне, назначении, актуальности, источнике финансирования, инноваторах, месте появления инновации и т.д.

Представление о технико-экономических характеристиках инноваций включает в себя такие характеристики как: экономичность, безопасность, экологичность, технологичность и т.д.

В таблице 1 представлена концептуальная информационная модель национальной среды инноваций.



Таблица 1 – Концептуальная информационная модель национальной среды инноваций

Инновационные процессы	Формирование информационных анкет инноваций, в которых содержатся депонирующие материалы об инновациях	Проведение в рамках анкет инноваций оценки технико-экономических текущих и прогнозных значений характеристик инноваций	Формирование информационных анкет по каждому предприятию и по каждой отрасли, в которых содержатся депонирующие сведения об инновациях	Формирование текущих и прогнозных значений характеристик инновационных отраслей промышленности
Участники	Инноваторы, управляющие инновациями в государственных и частных инновационных предприятиях			
Способы оценки инноваций	Многокритериальные методы экспертной оценки альтернатив, методы экстраполяции данных, а также затратный, сравнительный, доходный метод определения стоимости инноваций и т.д.			
Способ визуализации	Интернет-страница, программное обеспечение			
Источники поступления данных	Программные обеспечения государственных и частных инновационных предприятий			

Таким образом, в результате реализации концептуальной модели национальной инновационной экономика существенно может повысить качество конкурентоспособности инноваций, а также качество коммерциализации инновационных разработок [4–7]. При этом модель может способствовать снижению трудозатрат на формирование аналитических данных об инновациях посред-



ством соблюдения требований нормативно-правовых актов в области инновационных исследований разработок.

К основным направлениям реализации работоспособности концептуальной модели можно отнести:

- Увеличение количества программного обеспечения в поддержку аналитических исследований инноваций;
- Совершенствование системы обучения кадрового состава, работающего с инновациями, в части качественной работы с современным программным обеспечением;
- Расширение общего доступа к информационным источникам, содержащих сведения об инновациях государственных и частных инновационных компаний.

Литература

1. Р.А. Фатхутдинов Инновационный менеджмент. Издательство: Питер, 2004, 448 С.;
2. ГОСТ Р 56273.4-2016/CEN/TS 16555-4:2014 Инновационный менеджмент. Часть 4. Управление интеллектуальной собственностью. М.: Стандартинформ, 2017, 25 С.;
3. А.В. Гугелев Инновационный менеджмент. Издательство: Издательский дом «Дашков и К».2007. 552 С.;
4. Halder, B., Bandyopadhyay, J., Banik, P. Assessment of hospital sites' suitability by spatial information technologies using AHP and GIS-based multi-criteria approach of Rajpur–Sonarpur Municipality// Modeling Earth Systems and Environment.2020. V 6 (4). PP. 2581-2596;
5. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Новизна изобретений в философии техники и способы её достижения // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 454-458;
6. Н.В. Родионов Принципы оценки полезности изобретений в философии техники // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 458-462;
7. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Анализ экспертных методов оценки качества инноваций // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 105-111.



В.П. Сироченко

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА РАСЩЕПЛЕНИЯ

(Самарский университет)

Изучение законов движения жидкостей с применением численных методов всегда играло важную роль в развитии техники и естествознания. Использование для численного решения задач гидродинамики уравнений Навье-Стокса в естественных переменных «скорость, давление» приводит к определенным вычислительным трудностям. Для расчета двумерных течений часто применяют постановку задачи в переменных «функция тока, завихренность».

Функция тока ψ и завихренность ω , удовлетворяют уравнениям

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial \psi}{\partial y} \frac{\partial \omega}{\partial x} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial \omega}{\partial y} = \nu \Delta \omega, \quad (1)$$

$$\Delta \psi = -\omega \quad (2)$$

и соответствующим дополнительным условиям [1].

Система уравнений (1), (2) не является эволюционной. Это затрудняет применение экономичных численных методов расщепления решения нестационарных многомерных задач [2, 3]. Заменим (1), (2) эволюционной системой с помощью метода ε -аппроксимации. Для этого добавим в уравнение (2) производную функции тока ψ по времени с малым положительным параметром ε [4].

Рассмотрим неустановившееся течение вязкой несжимаемой жидкости в ограниченной односвязной двумерной области D с границей ∂D . Математически задача сводится к отысканию функции тока ψ и завихренности ω , удовлетворяющих уравнениям:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial \psi}{\partial y} \frac{\partial \omega}{\partial x} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial \omega}{\partial y} = \nu \Delta \omega, \quad (3)$$

$$\varepsilon \frac{\partial \psi}{\partial t} = \Delta \psi + \omega, \quad (x, y) \in D, \quad t \in (0, T], \quad (4)$$

и дополнительным условиям:

$$\omega = \omega_0(x, y), \quad (x, y) \in \bar{D} = D + \partial D, \quad t = 0, \quad (5)$$

$$\psi = \xi(x, y, t), \quad \frac{\partial \psi}{\partial n} = \eta(x, y, t), \quad (x, y) \in \partial D, \quad t \in (0, T]. \quad (6)$$

Здесь x, y – декартовы координаты, t – время, ν – коэффициент кинематической вязкости. n – направление внешней нормали к ∂D . Функции ω_0, ξ, η заданы.



Пусть \bar{D} – прямоугольник со сторонами a и b . Построим экономичный конечно-разностный метод расщепления для решения задачи (3)-(6). Введем пространственно-временную сетку с координатами $x_i = ih_1$, $y_j = jh_2$, $t^n = n\tau$, ($i = 0, 1, \dots, N_1$; $j = 0, 1, \dots, N_2$; $n = 0, 1, 2, \dots$), где $h_1 = a / N_1$, $h_2 = b / N_2$ – шаги сетки по координатам x , y соответственно, τ – шаг по времени.

Обозначим $\psi_{ij}^n = \psi(x_i, y_j, t^n)$, $\omega_{ij}^n = \omega(x_i, y_j, t^n)$.

Аппроксимируем уравнения (3)-(4) разностной схемой расщепления [2, 3]. Переход от момента времени t^n к моменту t^{n+1} происходит за два дробных шага:

1 – й дробный шаг по времени:

$$\frac{\omega_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - \omega_{i,j}^n}{\tau} + \frac{\psi_{i,j+1}^n - \psi_{i,j-1}^n}{2h_2} \frac{\omega_{i+1,j}^n - \omega_{i-1,j}^n}{2h_1} = \nu \frac{\omega_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} - 2\omega_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + \omega_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{h_1^2}, \quad (7)$$

$$\varepsilon \frac{\psi_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - \psi_{i,j}^n}{\tau} = \frac{\psi_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} - 2\psi_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + \psi_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{h_1^2} + \frac{1}{2} \omega_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}, \quad (8)$$

2 – й дробный шаг по времени:

$$\frac{\omega_{i,j}^{n+1} - \omega_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\tau} - \frac{\psi_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} - \psi_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{2h_1} \frac{\omega_{i,j+1}^{n+\frac{1}{2}} - \omega_{i,j-1}^{n+\frac{1}{2}}}{2h_2} = \nu \frac{\omega_{i,j+1}^{n+1} - 2\omega_{i,j}^{n+1} + \omega_{i,j-1}^{n+1}}{h_2^2}, \quad (9)$$

$$\varepsilon \frac{\psi_{i,j}^{n+1} - \psi_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\tau} = \frac{\psi_{i,j+1}^{n+1} - 2\psi_{i,j}^{n+1} + \psi_{i,j-1}^{n+1}}{h_2^2} + \frac{1}{2} \omega_{i,j}^{n+1}, \quad (10)$$

$$i = 1, 2, \dots, N_1 - 1, \quad j = 1, 2, \dots, N_2 - 1, \quad n = 0, 1, \dots$$

Граничные условия (6) на сторонах прямоугольника \bar{D} заменяются конечно-разностными аналогами для $n = 0, 1, \dots$ с использованием уравнения (4) на границе ∂D .

Граничные условия на левой стороне

$$\psi_{0,j}^{n+\frac{1}{2}} = \xi_{0,j}^{n+\frac{1}{2}}, \quad -\left(\frac{\partial \psi}{\partial x}\right)_{0,j}^{n+\frac{1}{2}} = \eta_{0,j}^{n+\frac{1}{2}}, \quad j = 1, 2, \dots, N_2 - 1,$$

аппроксимируются разностными соотношениями

$$\omega_{0,j}^{n+\frac{1}{2}} - \left(\frac{2}{h_1^2} + \frac{\varepsilon}{\tau}\right) \psi_{0,j}^{n+\frac{1}{2}} + \frac{2}{h_1^2} \psi_{1,j}^{n+\frac{1}{2}} = -\left(\frac{\varepsilon}{\tau} \psi_{0,j}^n + \frac{2}{h_1^2} \eta_{0,j}^{n+\frac{1}{2}}\right), \quad (11)$$

$$\psi_{0,j}^{n+\frac{1}{2}} = \xi_{0,j}^{n+\frac{1}{2}}, \quad j = 1, 2, \dots, N_2 - 1,$$

Граничные условия на правой стороне



$$\psi_{N_1,j}^{n+\frac{1}{2}} = \xi_{N_1,j}^{n+\frac{1}{2}}, \quad \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} \right)_{N_1,j}^{n+\frac{1}{2}} = \eta_{N_1,j}^{n+\frac{1}{2}}, \quad j = 1, 2, \dots, N_2 - 1,$$

аппроксимируются разностными соотношениями

$$\omega_{N_1,j}^{n+\frac{1}{2}} - \left(\frac{2}{h_1^2} + \frac{\varepsilon}{\tau} \right) \psi_{N_1,j}^{n+\frac{1}{2}} + \frac{2}{h_1^2} \psi_{N_1-1,j}^{n+\frac{1}{2}} = - \left(\frac{\varepsilon}{\tau} \psi_{N_1,j}^n + \frac{2}{h_1^2} \eta_{N_1,j}^{n+\frac{1}{2}} \right), \quad (12)$$

$$\psi_{N_1,j}^{n+\frac{1}{2}} = \xi_{N_1,j}^{n+\frac{1}{2}}, \quad j = 1, 2, \dots, N_2 - 1,$$

Граничные условия на нижней стороне

$$\psi_{i,0}^{n+1} = \xi_{i,0}^{n+1}, \quad - \left(\frac{\partial \psi}{\partial y} \right)_{i,0}^{n+1} = \eta_{i,0}^{n+1}, \quad i = 1, 2, \dots, N_1 - 1,$$

аппроксимируются разностными соотношениями

$$\omega_{i,0}^{n+1} - \left(\frac{2}{h_2^2} + \frac{\varepsilon}{\tau} \right) \psi_{i,0}^{n+1} + \frac{2}{h_2^2} \psi_{i,1}^{n+1} = - \left(\frac{\varepsilon}{\tau} \psi_{i,0}^{n+\frac{1}{2}} + \frac{2}{h_2^2} \eta_{i,0}^{n+1} \right), \quad (13)$$

$$\psi_{i,0}^{n+1} = \xi_{i,0}^{n+1}, \quad i = 1, 2, \dots, N_1 - 1,$$

Граничные условия на верхней стороне

$$\psi_{i,N_2}^{n+1} = \xi_{i,N_2}^{n+1}, \quad \left(\frac{\partial \psi}{\partial y} \right)_{i,N_2}^{n+1} = \eta_{i,N_2}^{n+1}, \quad i = 1, 2, \dots, N_1 - 1,$$

аппроксимируются разностными соотношениями

$$\omega_{i,N_2}^{n+1} - \left(\frac{2}{h_2^2} + \frac{\varepsilon}{\tau} \right) \psi_{i,N_2}^{n+1} + \frac{2}{h_2^2} \psi_{i,N_2-1}^{n+1} = - \left(\frac{\varepsilon}{\tau} \psi_{i,N_2}^{n+\frac{1}{2}} + \frac{2}{h_2^2} \eta_{i,N_2}^{n+1} \right), \quad (14)$$

$$\psi_{i,N_2}^{n+1} = \xi_{i,N_2}^{n+1}, \quad i = 1, 2, \dots, N_1 - 1,$$

Разностные уравнения (7)-(14) аппроксимируют соответствующие соотношения дифференциальной задачи (3)-(6) с погрешностью $O(\tau + h_1^2 + h_2^2)$.

На первом дробном шаге по времени для координатных линий сетки $j = 1, 2, \dots, N_2 - 1$ уравнения (7), (8), (11), (12) образуют независимые системы уравнений относительно векторов

$$\begin{pmatrix} \omega_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} \\ \psi_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} \end{pmatrix}, \quad i = 0, 1, \dots, N_1.$$

Эти системы решаются методом векторной прогонки [5].

На втором дробном шаге по времени для координатных линий сетки $i = 1, 2, \dots, N_1 - 1$ уравнения (9), (10), (13), (14) образуют независимые системы уравнений относительно векторов

$$\begin{pmatrix} \omega_{i,j}^{n+1} \\ \psi_{i,j}^{n+1} \end{pmatrix}, \quad j = 0, 1, \dots, N_2.$$



Эти системы решаются методом векторной прогонки [5].

Изложенным методом проведены расчеты нестационарного течения жидкости в полости квадратного сечения. В начальный момент времени жидкость покоится, затем приходит в движение под действием заданных стационарных входящих и выходящих потоков через границы. Расчет прекращается при достижении стационарного режима течения.

На рис. 1, 2 приведены линии тока жидкости при различных граничных режимах.

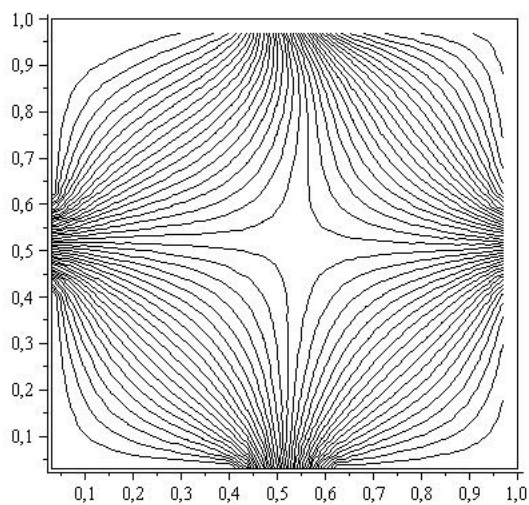


Рис. 1. Жидкость втекает через левую и нижнюю границы, вытекает через правую и верхнюю границы

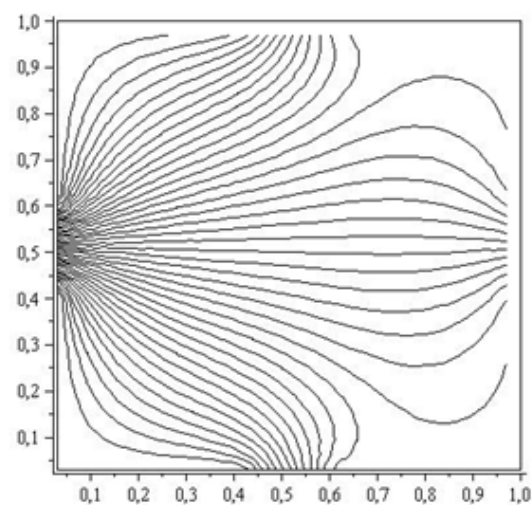


Рис. 2. Жидкость втекает через левую границу, вытекает через остальные границы

Литература

1. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. – М.: Наука, 1973. – 848 с.
2. Яненко, Н.Н. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики. / Н.Н. Яненко. – Новосибирск: Наука, 1967. – 197 с.
3. Самарский, А.А. Аддитивные схемы для задач математической физики / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. – М.: Наука, 2001, – 319 с.
4. Смагулов, Ш. Безытерационная численная реализация краевых условий для уравнений Навье-Стокса в переменных вихрь, функция тока. / Ш. Смагулов, Х.И. Христов; Акад. наук СССР, Сиб. отд-ние, Институт теоретической и прикладной механики. Препринт №20. – Новосибирск, 1980. – 22 с.
5. Самарский, А.А. Методы решения сеточных уравнений / А.А. Самарский, Е.С. Николаев. – М.: Наука, 1978. – 592 с.



МОДЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ С ОБЫЧНЫМИ ЭРЛАНГОВСКИМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Введение. Результаты массового обслуживания востребованы при моделировании различных систем передачи данных. В связи с тем, в теории систем массового обслуживания (СМО) G/G/1 с произвольными распределениями интервалов входного потока требований и времени обслуживания нельзя получить решения для общего случая, то их исследования проводят с использованием частных законов распределений.

В работе рассматривается СМО $E_2/E_2/1$, образованная двумя потоками, интервалы в которых описываются функциями плотности Эрланга второго порядка. Дело в том, что различают обычный закон распределения Эрланга с функцией плотности $f_\lambda(t) = \lambda^2 t e^{-\lambda t}$, как частный случай Гамма распределения и нормированный закон распределения Эрланга с функцией плотности $f_\lambda(t) = 4\lambda^2 t e^{-2\lambda t}$. Результаты исследования СМО $E_2/E_2/1$ с нормированными законами распределения Эрланга приведены в [1]. Здесь предлагаются результаты исследования для этой системы с обычными распределениями Эрланга второго порядка. Далее 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 метод моментов теории вероятностей.

Рассмотрим различия между названными распределениями Эрланга. Для этого в таблицах 1 и 2 приведем их числовые характеристики: первый начальный момент $\bar{\tau}_\lambda$, второй начальный момент $\bar{\tau}_\lambda^2$, квадрат коэффициента вариации c_λ^2 , а также параметр распределений λ .

Как было отмечено выше, обычное распределение Эрланга является частным случаем Гамма распределения с функцией плотности

$$f(t) = \begin{cases} \frac{\beta^{-\alpha} t^{\alpha-1} e^{-t/\beta}}{\Gamma(\alpha)}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}, \text{ где } \Gamma(\alpha) - \text{гамма-функция, равная } \Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt \text{ для}$$

любого вещественного числа $z > 0$, $\alpha > 0$, $\beta > 0$ при $\lambda = 1/\beta$, $k = \alpha = 2$. Нормированное распределение Эрланга получено из обычного таким образом, чтобы математическое ожидание не зависело от порядка распределения k , следовательно, они еще отличаются и числовыми характеристиками [2].



Таблица 1. Числовые характеристики распределений

Распределение	$\bar{\tau}_\lambda$	$\overline{\tau_\lambda^2}$	c_λ^2
E_2 обычное	$2/\lambda$	$6/\lambda^2$	$1/2$
E_2 нормированное	$1/\lambda$	$3/(2\lambda^2)$	$1/2$

Таблица 2. Параметр распределения, полученный методом моментов

Распределение	Плотность $f_\lambda(t)$	Параметр λ
E_2 обычное	$\lambda^2 t e^{-\lambda t}$	$\lambda = 2 / \bar{\tau}_\lambda$
E_2 нормированное	$4\lambda^2 t e^{-2\lambda t}$	$\lambda = 1 / \bar{\tau}_\lambda$

Вывод решения для среднего времени ожидания в очереди для системы $E_2/E_2/1$. Рассмотрим СМО) на вход которой поступают требования, интервалы между которыми распределены по закону E_2 с функцией плотности

$$a(t) = \lambda^2 t e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Время обслуживания имеет функцию плотности:

$$b(t) = \mu^2 t e^{-\mu t} \quad (2)$$

Преобразования Лапласа функций (3) и (4) будут соответственно:

$$A^*(s) = \left(\frac{\lambda}{s + \lambda} \right)^2; \quad B^*(s) = \left(\frac{\mu}{s + \mu} \right)^2.$$

Тогда спектральное разложение решения интегрального уравнения Линдли для системы $E_2/E_2/1$ $A^*(-s) \cdot B^*(s) - 1 = \psi_+(s) / \psi_-(s)$ примет вид:

$$\frac{\psi_+(s)}{\psi_-(s)} = \left(\frac{\lambda}{\lambda - s} \right)^2 \left(\frac{\mu}{\mu + s} \right)^2 - 1 = \frac{\lambda^2 \mu^2 - (\lambda - s)^2 (\mu + s)^2}{(\lambda - s)^2 (\mu + s)^2} = \frac{-s(s^3 - c_2 s^2 - c_1 s - c_0)}{(\lambda - s)^2 (\mu + s)^2}.$$

Здесь коэффициенты кубического многочлена, собранные с помощью символьных операций Mathcad определяются следующими выражениями через параметры распределений (1) и (2):

$$c_0 = -2\lambda\mu(\lambda - \mu), \quad c_1 = -(\lambda^2 - 4\lambda\mu + \mu^2), \quad c_2 = -2(\mu - \lambda).$$

Исследование кубического уравнения, полученного из числителя разложения $s^3 - c_2 s^2 - c_1 s - c_0 = 0$ показывает, что оно имеет два действительных отрицательных корня и один положительный, т.к. в случае стабильной системы $\lambda < \mu$ т.е. $(\mu - \lambda) > 0$. Обозначим их для удобства через $-s_1$, $-s_2$ и s_3 :

Теперь, с учетом условий метода спектрального разложения строим рациональные функции $\psi_+(s)$ и $\psi_-(s)$: $\psi_+(s) = s(s + s_1)(s + s_2) / (\mu + s)^2$, т.к. нули мно-



гочлена (4): $s = 0$, $s = -s_1$, $s = -s_2$ и двукратный полюс $s = -\mu$ лежат в области

$\text{Re}(s) \leq 0$, $\psi_-(s) = -\frac{(\lambda - s)^2}{(s - s_3)}$, т.к. ее нули и полюсы лежат в области $\text{Re}(s) > D$. Да-

лее по методике спектрального разложения найдем константу K :

$$K = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{\Psi_+(s)}{s} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{(s + s_1)(s + s_2)}{(s + 2\mu)^2} = \frac{s_1 s_2}{\mu^2},$$

где s_1, s_2 – абсолютные значения отрица-

тельных 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

$$\text{ожидания } W^*(s) = s \cdot \frac{K}{\psi_+(s)} \text{ будет равно } W^*(s) = \frac{s_1 s_2 (s + \mu)^2}{\mu^2 (s + s_1)(s + s_2)}.$$

Заметим, что для системы $E_2/E_2/1$, образованной нормированными законами распределений Эрланга это преобразование также отличается

$$W^*(s) = \frac{s_1 s_2 (2\mu + s)^2}{4\mu^2 s (s + s_1)(s + s_2)} \quad [1].$$

Таким образом, фактически две системы $E_2/E_2/1$,

образованные нормированными и обычными законами распределений Эрланга должны были бы различаться, тем более с учетом данных таблиц 1 и 2.

Для нахождения среднего времени ожидания найдем производную от

$$\text{функции } W^*(s) \text{ со знаком минус в точке } s = 0: -\frac{dW^*(s)}{ds} \Big|_{s=0} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2} - \frac{1}{\mu}.$$

Окончательно, среднее время ожидания для системы $HE_2/E_2/1$

$$\bar{W} = 1/s_1 + 1/s_2 - 1/\mu. \quad (3)$$

Результаты вычислительных экспериментов. Ниже в табл.3 приведены данные расчетов для системы $E_2/E_2/1$, образованной обычными распределениями Эрланга для различных случаев нагрузки $\rho = 0, 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9$. Для сравнения в правой колонке приведены данные для системы $E_2/E_2/1$, образованной нормированными распределениями Эрланга. Коэффициент загрузки в данном случае определяется отношением средних интервалов $\rho = \bar{\tau}_\mu / \bar{\tau}_\lambda$. Расчеты, приведенные в табл. 3 проведены для удобства для нормированного времени обслуживания $\bar{\tau}_\mu = 1$.

Таблица 3. Результаты вычислительных экспериментов в Mathcad

Входные параметры		Среднее время ожидания	
ρ	λ	для системы с обычными распределениями Эрланга	для системы с нормированными распределениями Эрланга
0,1	0,2	0,017	0,017
0,3	0,6	0,131	0,131
0,5	1,0	0,390	0,390
0,7	1,4	1,039	1,039
0,9	1,8	4,359	4,359

Закключение. Полученные результаты приводят к следующим выводам.



Несмотря на большие различия между рассмотренными распределениями Эрланга, показанные в таблицах 1 и 2, а также различие между преобразованиями Лапласа функции плотности времени ожидания, данные таблицы 3 полностью подтверждают совпадение главной характеристики СМО – среднего времени ожидания требований в очереди с соответствующими данными для СМО $E_2/E_2/1$ с нормированными распределениями Эрланга. Похожие исследования приведены в [3,4].

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что получено спектральное разложение решения интегрального уравнения Линдли для рассматриваемой системы и с его помощью выведена расчетная формула для среднего времени ожидания в очереди для этой системы в замкнутой форме.

Литература

1. Тарасов В.Н. и др. Анализ новой системы массового обслуживания $E_2/E_2/1$ с запаздыванием / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, Э.Г. Ахметшина // Инфокоммуникационные технологии. - 2018. - №3. - С.277-282.
2. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
3. Тарасов В.Н. и др. Автоматизация расчета характеристик систем массового обслуживания для широкого диапазона изменения их параметров / В.Н. Тарасов, Л.В. Липилина, Н.Ф. Бахарева // Информационные технологии. - 2016. - Т. 22. - № 2. - С.121-126.
4. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Компьютерное моделирование вычислительных систем. Теория, Алгоритмы, Программы. - Оренбург, 2005. - 183 с.



МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

А. Аскарлова, К. Хонкелдиева, Н. Рахматова, М. Бахромова

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

(Ферганский государственный университет, Узбекистан)

Социальная инфраструктура - это совокупность объектов сферы услуг (транспорт и связь, образование, здравоохранение), направленных на интеллектуальное развитие населения, жизнеобеспечение, личные нужды.

Социальная инфраструктура не считается вспомогательным и дополнительным сервисным механизмом какой-либо основной структуры. Объект социального обслуживания - население - не имеет ничего общего с непроизводственным сектором, экономикой, производственными отношениями и инфраструктурой, обслуживающей производство.

Однако есть определенное сходство между производственной инфраструктурой и социальной инфраструктурой, где изменение стоимости товара происходит как услуга как в производственном секторе (доставка компонентов с одного предприятия на другое), так и в социальном секторе (одежда, обувь, ремонт).

Существуют разные подходы к классификации внутренней структуры и компонентов социальной инфраструктуры. В одном из этих подходов рассматриваются три блока задач-целей:

1. Общественно-политическая и интеллектуально-культурная деятельность (образование, наука, культура, искусство, общественные организации, общества, ассоциации, ассоциации);

2. Реабилитация и поддержание физического здоровья (здоровье, физическая культура и спорт, социальное обеспечение, туризм, защита и улучшение окружающей среды);

3. Коммунальное хозяйство (жилищно-коммунальное хозяйство, бытовые услуги, торговля и общественное питание, пассажирский транспорт, связь с населением).

Задачи социальной инфраструктуры подчинены целям социально-экономического развития общества: достижению социального равенства общества и всестороннего гармоничного развития личности. Среди важнейших задач социальной инфраструктуры: создание условий для формирования передовых технологий в демографических процессах, воспроизводство рабочей силы, отвечающее уровню развития и потребностям производства,



эффективное использование трудовых ресурсов, альтернативные жилищно-коммунальные услуги. Обеспечение условий, улучшение и поддержание физического здоровья населения, рациональное использование свободного времени людей.

В целом инвестиционная привлекательность отдельных сегментов региона или пространственной экономики, включая социальные системы, также проявляется как фактор обеспечения развития социальной инфраструктуры, способной инициировать создание отдельных объектов, которые развивают и совершенствуют текущие инвестиционные процессы. Объекты социальной сферы могут быть объектом вложения частного капитала в связи с привлекательностью района.

Открытость информационного пространства, насыщенность информационных каналов, их объективность и значимость создают условия для информационно-аналитического обеспечения экономики региона и, в частности, развития социальной инфраструктуры, которая в свою очередь является товаром информационных ресурсов как элемент поддержки бизнеса. Кроме того, сами информационные центры могут быть объектами инфраструктуры.

Среди основных функций управления объектами социальной инфраструктуры можно выделить: социальная функция; функция предложения, функция воспроизводства, функция организационно-управленческого характера, функция стимулирования, функция регулирования, функция контроля, фискальная функция, функция имиджа.

В рамках достижения стратегических целей развития социальной инфраструктуры Правительству области следует регулировать социальные процессы по следующим направлениям: регулирование стоимости социальных услуг, реализация приоритетных программ социального развития, финансирование инвестиционных проектов по созданию социальной инфраструктуры; поддержка стандартного уровня предоставления социальных льгот, контроль региональных властей над освоением социально значимых расходов, диверсификация и продвижение спектра предоставляемых льгот, качества и количества услуг, контроль над ценой на социальные услуги.

Сегмент предложения, играющий важную роль в стратегии развития социальной инфраструктуры региона, включает в себя следующие элементы: финансовые ресурсы региональных и городских бюджетов, которые могут быть выделены в виде прямых субсидий или неограниченных (долевых) грантов на финансирование социальной инфраструктуры. Такой грант может быть формулой, т.е. проектом, учитывающим потребность в финансовых ресурсах (население), или проектом, предоставляемым в соответствии с программой или концепцией регионального развития, альтернативной формой поддержки инфраструктуры является однозначная уравнивающая (одна - время) субсидия имеет форму налога и предусматривает вычет на уровне подсистемы на развитие инфраструктуры на определенную долю налоговых платежей. Еще одним эффективным регулятором процессов поддержки инфраструктуры



является условный, блочный (целевой) грант, который успешно реализуется в стране и выражается в виде целевых программ и приоритетных национальных проектов. Частный инвестиционный капитал, человеческие и материально-технические ресурсы, задействованные в рентабельные социальные проекты, методическая помощь в разработке методики расчета тарифов на социальные услуги (услуги здравоохранения, ЖКХ, образовательные услуги), а также подготовка методических рекомендаций по определению стандартов пользования услугами, информация для обеспечения своевременных и качественных социальных услуг - Информационная поддержка, предоставление необходимой информации методического характера, будет в сферах нормативно-правового обеспечения.

Формирование социально ориентированной инновационной экономики означает превращение человеческого интеллекта, творческого потенциала в ведущий фактор экономического роста и национальной конкурентоспособности. В современном обществе есть строгие требования к целостной системе личностного развития. Чтобы максимально реализовать свой личный потенциал, человек должен находиться в особой среде, обеспечивающей соответствующее качество жизни. Тот факт, что многие современные региональные инфраструктуры сильно отстают от мировых стандартов и оказывают серьезное влияние на жизнедеятельность регионов, требует стратегии их быстрого развития. Разработка и реализация концептуальной модели стратегического развития социальной инфраструктуры региона обеспечит эффективность социальных процессов и повысит уровень и качество жизни населения.

Основная цель деятельности объектов социальной инфраструктуры - всестороннее и всестороннее развитие личности через удовлетворение бытовых, духовных и культурных потребностей.

Для обобщенного анализа влияния социальной инфраструктуры на качество жизни в регионах используется понятие «инфраструктура повышения качества жизни» как совокупность взаимосвязанных и дополняющих друг друга элементов: региональная социальная инфраструктура, созданная на основе Это инфраструктура, улучшающая условия жизни, потенциал восстановления, социальные услуги, влияющие на доходы и удовлетворенность населения региона, т.е. качество жизни населения. В ходе исследования объектом анализа были такие секторы, как образование, торговля, культура и спорт, здравоохранение и жилищно-коммунальные услуги, в то время как другие важные компоненты инфраструктуры, такие как бытовые услуги, транспорт и сети связи, не были включены в процесс. Эти перечисленные элементы образуют звенья «цепочки передачи» системы снабжения инфраструктурой, соответственно улучшая качество жизни.



Литература

1. Хонкелдиева, К., & Фарохиiddинова, З. (2020). Оценка влияния рынка труда на уровень безработицы в республике Узбекистан. Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы [Текст]: материя, 37.
2. Хонкелдиева, К., & Фарохиiddинова, З. (2020). Гендерное равенство как ценность права. Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы [Текст]: материя, 61.
3. Хонкелдиева, К., & Маматкулова, Ф. (2020). Социально-экономические аспекты устойчивого развития предприятия. In Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы (pp. 36-37).
4. Хонкелдиева, К. (2020). Актуальные вопросы повышения экономического потенциала текстильной промышленности. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 13-15).
5. Хонкелдиева К., Абдусатторова З. Социальная инфраструктура как фактор социально-экономического развития региона //Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования. – 2020. – С. 17-18.
6. Хонкелдиева, К., & Толибжонова, М. (2020). Механизм формирования инновационного процесса в текстильном производстве как основа адаптации к процессам глобализации. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 15-16).
7. Хонкелдиева, К., & Мўйдинжонова, М. (2020). Необходимые условия обеспечения гендерного равенства. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 40-41).
8. Karimov, U., Kaxarov, S., Yokubjonov, S., & Ziyodov, D. (2018). USING NEW INFORMATION TECHNOLOGIES IN DISTANCE LEARNING SYSTEM. In НОВАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ЗЕРКАЛЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ (pp. 9-11).
9. Abdurakhmonova, M. M., ugli Mirzayev, M. A., Karimov, U. U., & Karimova, G. Y. (2021). Information Culture And Ethical Education In The Globalization Century. The American Journal of Social Science and Education Innovations, 3(03), 384-388.
10. Butaboev, M. T., & Karimov, U. U. (2020). «ЗЕЛЁНАЯ ЭКОНОМИКА». МИРОВОЙ ОПЫТ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ. Theoretical & Applied Science, (2), 704-710.
11. Каримова, Г. Й. (2018). РОЛЬ КОНСТИТУЦИИ В ПОСТРОЕНИИ ПРАВОВОГО ГОСУДАРСТВА И ГРАЖДАНСКОГО ОБЩЕСТВА. Теория и практика современной науки, (2), 161-163.
12. Karimov, U., & Abdurakhmon, A. (2017). INNOVATIVE INFORMATION TECHNOLOGY IN EDUCATION. Форум молодых ученых, (5), 9-12.
13. Karimov, U., & Ergasheva, D. (2020). EDUCATIONAL ISSUES IN THE PERIOD OF AMIR TEMUR AND TEMURIDS. Теория и практика современной науки, (5), 18-20.



14. Zokirova, S. X., Akbarov, R. F., Isagaliyeva, S. M., & Xonkeldiyeva, K. R. (2021). Sand Distribution In Central Fergana. The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research, 3(01), 113-117.

С.А. Буланов, В.А. Нижник

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ РАБОТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОПЛЕРОВСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ СКОРОСТИ И УГЛА СНОСА ДИСС-7 В ИНТЕРЕСАХ ОПТИМИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВОЕННОМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

(183 учебный центр Министерства обороны Российской Федерации)

Введение

Реализацию программ среднего профессионального образования в рамках подготовки специалистов для Воздушно-космических сил МО РФ осуществляет 183 учебный центр МО РФ г. Ростов-на-Дону. Подготовка осуществляется по 4 специальностям, одна из которых 11.02.06 «Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта)». Учебный план подготовки по данной специальности включает в себя 434 часа практических занятий и 17 недель практик, на которых обучающиеся получают умения и навыки по работе с различными видами бортового радиоэлектронного оборудования воздушных судов и контрольно-проверочной аппаратуры оперативно-тактической, военно-транспортной и дальней авиации. Ввиду большого количества видов изделий радиоэлектронного оборудования и контрольно-проверочной аппаратуры, изучаемых на дисциплинах согласно учебных программ, большое количество изделий представлено в качестве рабочих мест в единственном экземпляре. По этой причине при проведении практических занятий может возникнуть ситуация, когда за отведенное образовательной программой время не удастся достичь требуемого уровня привития умений и навыков у обучающихся по обслуживанию и работе на изучаемой технике. Что в свою очередь означает, что цели практических занятий не достигаются в полном объеме.

Данную проблему возможно решить оптимизацией процесса обучения путем использования компьютерных технологий, а именно переводом образцов радиоэлектронного оборудования и его контрольно-проверочной аппаратуры в компьютерный эмулятор, для того чтобы обучающиеся на групповых занятиях могли изучить основные технические характеристики, органы управления и порядок работы с оборудованием. В результате на практических занятиях преподаватель будет тратить меньше времени на разъяснение алгоритма действий, так как обучающиеся уже будут знакомы с порядком работы изделий.



Описание приложения

В качестве объекта для перевода в компьютерную модель был выбран доплеровский измеритель скорости и угла сноса ДИСС-7, устанавливаемый на самолетах оперативно-тактической авиации, и его контрольно-проверочная аппаратура ПАК-ДИ-7.

Компьютерное приложение состоит из 5 разделов. Структурная схема приложения представлена на рисунке 1.

Раздел 1 – Заглавная страница «Учебное пособие по изучению работы доплеровского измерителя скорости и угла сноса ДИСС-7» на нем представлены 4 кнопки перехода в окна других разделов.

Раздел 2 - «Техническое описание ДИСС-7». В данном окне размещены 3 кнопки. Первая кнопка открывает файл формата RTF с описанием назначения, тактико-техническими характеристиками и комплектацией ДИСС-7. Вторая кнопка загружает в рабочую область изображение ДИСС-7 в двух проекциях. При наведении на любой из блоков он подсвечивается, и появляется его название. При нажатии на любой из блоков открывается его краткое описание. Третья кнопка загружает в рабочую область изображение самолетов Су-24 и Су-25, при наведении на которые подсвечивается место, где установлено оборудование. При нажатии на подсвеченное оборудование показывается фотография реального размещения на борту воздушного судна.

3 Раздел – «Техническое описание ПАК-ДИ-7». В данном окне размещены 3 кнопки. Первая кнопка открывает файл формата RTF с основной информацией о назначении, технической характеристики и составе прибора. Вторая кнопка загружает в рабочую область изображение ПАК-ДИ-7. При наведении на любой из элементов органов управления он подсвечивается, и дается его описание. Третья кнопка открывает структурные схемы подключения прибора ПАК-ДИ-7 к ДИСС-7 для контроля параметров работы прибора

Раздел 4 – «Виды работ, выполняемые на ДИСС-7 при помощи КПА». В данном окне размещены 5 кнопок, при нажатии на одну из них в рабочую область загружается файл формата RTF с технологической картой порядка проверки того или иного параметра ДИСС-7 в соответствии с названием кнопки.

Раздел 5 - «Демонстрация работы ПАК-ДИ-7». В данном окне представлен внешний вид изделия ПАК-ДИ-7. Органы управления приводятся в движение нажатием мыши. Справа от изделия размещены информационные табло с указанием выставления органов управления в позиции, необходимые для проведения видов проверок. Об установке органов управления в верное положение будет сигнализировать дополнительное сигнальное табло «Органы управления установлены в правильное положение». В демонстрации работы предусмотрен выбор сценариев проверок в различных режимах, а также возможность задать неисправности ДИСС-7 или ПАК-ДИ-7. После установки органов управления в правильное положение и выбора сценария работы при нажатии на кнопку «ДИСС и ПАК ВКЛ» запускается демонстрация цикла проверки параметров ДИСС.

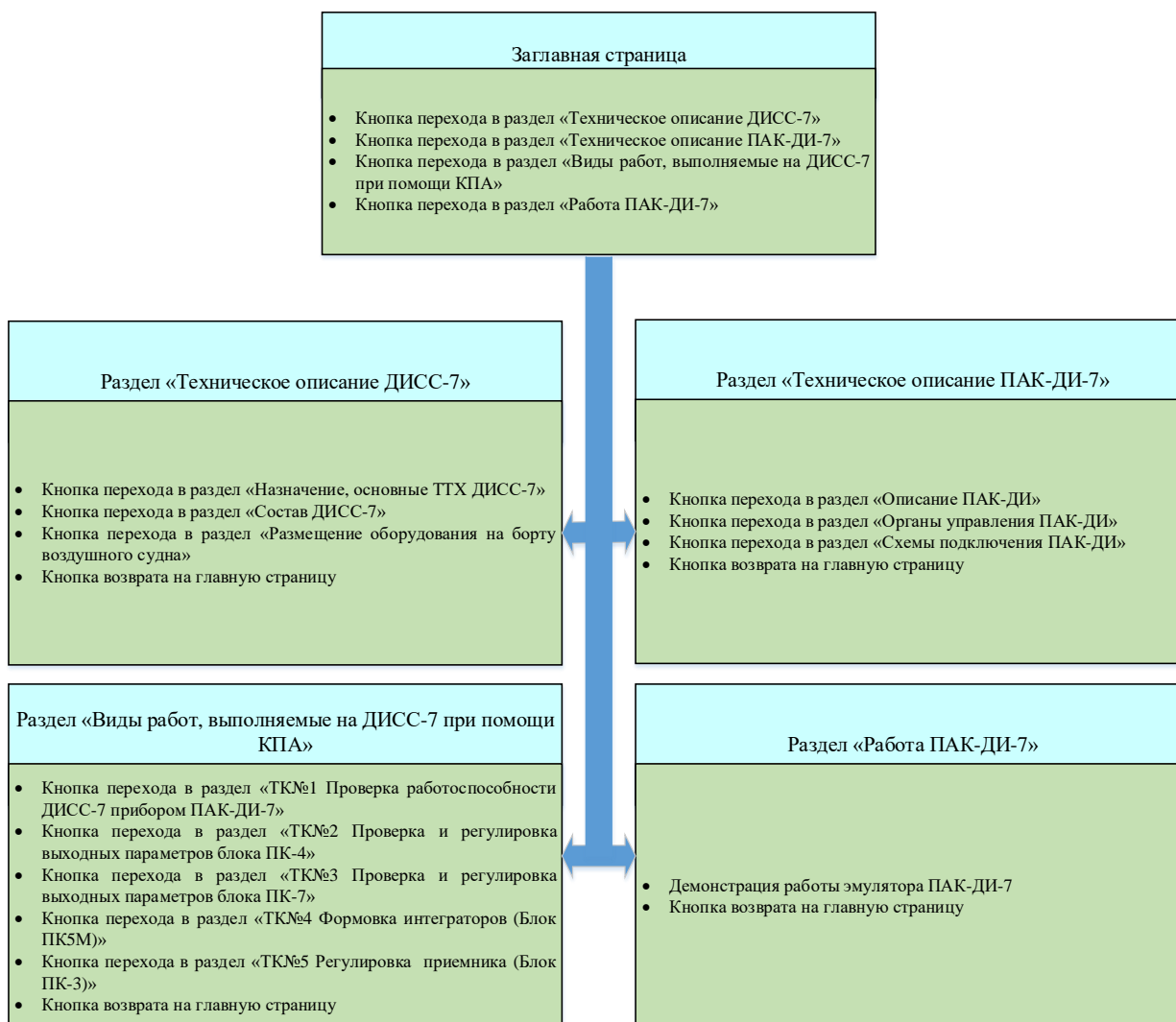


Рисунок 1 - Структурная схема приложения

Приложение по изучению ДИСС-7 работает на базе операционной системы Windows. Программный продукт написан на языке Windows Presentation Foundation C# в среде разработки MS Visual Studio. Для возможности открытия приложения на экранах ПЭВМ любого разрешения в пропорциях 96% от размера экрана был применен конвертер значений разрешения экрана. Так как приложение выполнено в контейнере Viewbox, то его размер можно менять вручную без получения искажений в рабочей области. Структурная логика приложения выполнена на основе событий. Для эмуляции работы ПАК-ДИ-7 был применен тип временной шкалы контейнера Storyboard.

Заключение

Таким образом приложение позволяет обучающимся получить необходимые знания и умения для эксплуатации данного изделия в отведенный программой обучения срок в полном объеме. Существенно облегчается деятельность преподавателя в направлении подготовки к проведению предстоящих практических занятий, повышается интерес обучающихся к преподаваемой



дисциплине, а также снижается вероятность выхода из строя оборудования по вине обучающихся в результате ошибочных действий.

Литература

1. Неудакин А.А. Радионавигационные системы. Доплеровские измерители скорости и угла сноса. Учебное пособие. ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. ЖУКОВСКОГО и Ю.А. ГАГАРИНА» (г. ВОРОНЕЖ), 2014. – 54 с.
2. Прибор автоматического контроля ПАК-ДИ-7. Инструкция по эксплуатации. ГМ2.702.143И
3. Доплеровский измеритель скорости и угла сноса ДИСС-7. Руководство по технической эксплуатации. ГМ1.641.012 РЭ.

Е.В. Воронина, Д.Н. Франтасов

НАКОПИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

(Самарский государственный экономический университет)

Ключевые слова: балльно-рейтинговая система, накопительная система, оценка знаний, навыков и умений, контроль освоения дисциплины, учёт успеваемости, рейтинг студента, информационные технологии в образовании.

Составным элементом образовательного процесса является оценка получения студентом высшего образования, которая может характеризовать успеваемость обучающегося, уровень организации обучения и уровень преподавания дисциплин. В статье рассматривается возможность применения информационных технологий для оценивания качества учебного процесса с помощью накопительной или балльно-рейтинговой системы оценивания качества учебного процесса. Исторически переход российских вузов к балльно-рейтинговой системе произошёл из-за присоединения Российской Федерации к Болонскому процессу, целью которого является гармонизация системы высшего образования [1]. Это может быть обеспечено с помощью использования рейтинговой системы в процессе обучения, которая оказывает эффективное влияние на обеспечение объективности в оценке результатов обучения, повышает ответственность студентов, благодаря систематической работе над учебным материалом.

В современном обществе информационные технологии широко применяются в сфере образования. Основным направлением российского образования является подготовка высококвалифицированных, компетентных, эффективных, готовых к постоянному профессиональному росту, способных к профессиональному росту специалистов, конкурентоспособных на рынке труда, способных адаптироваться к новым информационным технологиям [2]. Основными направлениями деятельности цифровой экономики в сфере образования



Российской Федерации являются включение в процесс обучения цифровой информационной среды, развитие инфраструктуры науки и инноваций путём создания различных институтов развития, бизнес-инкубаторов и технопарков [3].

Для достижения новых результатов обучения необходимо применение новых цифровых технологий построение нового образовательного пространства, модификация информационного содержания вуза, а также способов взаимодействия основных участников образовательного процесса: педагога, студента и сообщества высшего учебного заведения. Сегодня все образовательные организации имеют доступ к Интернету, где на своём сайте предоставляют необходимую информацию о себе в соответствии с государственными требованиями [4]. Существует паспорт компетенция знаний, навыков и умений, ориентировать на который необходимо при осуществлении идеи балльно-рейтингового оценивания обучающихся [5]. Постепенное внедрение автоматизированных накопительных систем может позволить ведение учебного процесса с минимальной трудоемкостью и временными затратами, открыто и доступно, которые могут быть готовым и самостоятельными программными продуктами, либо представлять из себя модуль из единой информационной системы вуза. Студенты выполняют обязательные задания на протяжении всего семестра. Также, они сдают экзамены или зачеты во время сессии. Сумма баллов за посещение занятий, выполнение текущих контрольных работ и итогового экзамена формирует итоговую оценку освоения дисциплины. Для успешного освоения дисциплины студенту необходимо проявлять себя на всех видах оценочных мероприятий. Успех и качество дисциплины зависят от определенных показателей: посещаемости, ответов на семинарах, выполнения домашних либо дополнительных заданий, участия в конкурсах и конференциях, тестов и контрольных работ. Полученные за каждую активность баллы суммируются, итоговые баллы переводятся в оценку, которая проставляется в ведомость и зачетку. Все оценки и посещаемость, рейтинг обучающегося отображаются в личном кабинете студента.

Открытость и доступность данных об успеваемости и посещаемости студенческого контингента обеспечивается с помощью общедоступных сайтов образовательных учреждений. Примерами реализации автоматизированной системы оценивания компетенций студентов могут служить разработки Ведущие вузы Самарской области: накопительная система ФГБОУ ВО «СамГТУ» [6] и балльно-рейтинговая система обучения ФГАОУ ВО «СГЭУ» [7]. Пользователи информационной системы оценивания могут получить анализ деятельности студентов и преподавателей. Основываясь на записях в электронном журнале в виде сайта, осуществляется рейтинг успеваемости, учебного плана и освоения дисциплины. Балльно-рейтинговые системы имеют сильные стороны их применения. Во-первых, это универсальный инструмент работы предоставляющий прозрачные и открытые данные, для оценивания разной численности студенческих групп. Это обеспечивает возможность понимания самими студентами оценки уровня их успеваемости. Студенты вовлекаются в соревнование по освоению обучающего материала. Оценивание работ студента в целом объек-



тивно, получение оценки на экзамене заслуженно, так как всегда есть возможность предоставить записи электронного журнала за проделанную работу. Исключается коррупционная составляющая. Повышается уровень понимания студентами оценивания степени освоения дисциплины. Исходя из этого, они могут вовремя корректировать свою работу по освоению материала. Благодаря накопительным системам оценивания, студенты выбирают индивидуальную тактику обучения, самостоятельно распределяют свое рабочее время, обращая внимание на свои индивидуальные характеристики, способности, предпочтения.

Но информационная системы оценивания освоения дисциплины имеет существенные недостатки, поскольку не обладает интеллектом, сопоставимым с человеческим. У студентов может повыситься приоритет к набору определенного количества баллов в качестве главной цели, вместо проявления интереса к изучаемому предмету. Может увеличиться учебная нагрузка студента из-за повышения количества проверочных мероприятий. Может уменьшиться учебное время преподавателей на проведение промежуточных контрольных. Недисциплинированные студенты отличаются частыми пропусками занятий, не выполняют вовремя задания, не участвуют в контрольных мероприятиях, их информационная система не может контролировать, поскольку не облачает искусственным интеллектом.

Накопительные автоматизированные информационные системы оценки оценивания профессиональных компетенций студентов все больше используются высшими учебными заведениями, поскольку они обеспечивают участникам учебного процесса более комфортные условия, позволяют оценить качество освоения дисциплины, контролируют учебную деятельность студентов и преподавателей. Информационные системы требуют сопровождения квалифицированного специалиста, поскольку накапливают огромные массивы данных, большая часть которых представлена не на естественном языке и сложна для понимания пользователя. Балльно-рейтинговые автоматизированные системы не могут обеспечить диалогового беспристрастного оценивания или совета участнику процесса обучения. Для решения недостатков накопительных системах оценивания можно реализовать отдельные функции интеллекта, путем применения различных элементов интеллектуализации данных – программных комплексов, лингвистических и логико-математических средств. Интеллектуальные информационные системы оценивания профессиональных компетенций обеспечивают поддержку деятельности человека и поиска информации с помощью модуля вопросно-ответной системы – в режиме расширенного диалога, в том числе, когда возникают проблемы при их использовании. В сфере образования, интеллектуальные накопительные системы оценивания профессиональных компетенций, использующие возможности интеллектуализации данных могут решить проблемы визуализации статистических данных успеваемости и оценки деятельности участников процесса обучения, защиты личной информации, могут обеспечить более осознанный подход к учебному процессу через элементы-подсказки, отражающие информацию об учебной деятельности анализ данных [8]. Их применение при оценивании профессиональных качеств по-



могает образовательному учреждению обеспечить общество кадрами, осознанно подходящих к своей профессиональной деятельности, способных быстро переучиваться и использовать новые информационные технологии.

Литература

1. Конвенция о признании квалификаций, относящихся к Высшему образованию в Европейском регионе 11.IV.1997 [Текст]. – Лиссабон, 1997.
2. Национальная доктрина образования в Российской Федерации [Текст]: XX Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества – Москва: Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. — 82, [2] с.
3. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации от 04.06.2019 N 7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/#dst0 (дата обращения 15.04.2021).
4. Требования к структуре официального сайта образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и формату представления информации сайту образовательной организации [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_367746/53e2c35710051a71268d15f662bff77920248c0a/#dst100010 (дата обращения: 15.04.2021).
5. Азарова Р.Н., Золотарева Н.М. Разработка паспорта компетенции: Методические рекомендации для организаторов проектных работ и профессорско-преподавательских коллективов вузов. Первая редакция. [Текст] – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы, 2010. – 52 с.
6. Накопительная система ФГБОУ ВО «СамГТУ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://iac-uu.samgtu.ru/> (дата обращения: 15.04.2021).
7. Балльно-рейтинговая система оценивания ФГАОУ ВО «СГЭУ» сайт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lms2.sseu.ru/> (дата обращения: 15.04.2021).
8. Франтасов Д. Н., Насибов Р.Э.О., Мехоношин С.А. Внедрение мобильного приложения с интеллектуальным анализом: научное издание, Сборник научных статей X Всероссийской научно-практической конференции [Текст]. – Самара: Самарский государственный экономический университет, Самара, 2020 С. 37-39.



ОБУЧАЮЩИЕ ИММЕРСИВНЫЕ СРЕДЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

(Самарский университет)

В современной системе образования всё большее применение получают новые технологии, связанные с виртуальной реальностью и техногенными средами, наделенные свойствами искусственного интеллекта.

Одним из базовых понятий в постклассической педагогике выступает понятие иммерсивной обучающей среды. Разработкой искусственных сред обучения и иммерсивному подходу в образовании посвящены работы Ю.С. Мануйлова, С.Д. Дерябко, В.И. Панова, С.Ф. Сергеева и др.

Основные положения теории иммерсивных (от англ. «immersion» - погружение) сред были предложены С.Ф. Сергеевым. По его мнению, иммерсивная обучающая среда, в которую погружается человек при выполнении учебной деятельности, является динамическим системным самоорганизующимся психологическим конструктом, обладающим свойствами глубокого погружения, присутствия в ней субъекта, интерактивности, внесубъектной пространственной локализации, избыточности, наблюдаемости, доступности когнитивному опыту, насыщенности, пластичности, целостности, мотивогенности [1].

Обучающие иммерсивные среды создаются с помощью технологий «дополненной», «виртуальной», «смешанной» реальности.

Дополненная реальность (Amended Reality - AR) (от англ. augmented reality – «расширенная реальность») – это технология наложения виртуальной (цифровой) информации на видимый объект. В качестве основы (маркера) может выступать изображение, фотография, схема или другой видимый объект. Считать дополненную реальность с маркера помогают цифровые устройства: смартфоны, планшеты. Картины реального мира дополняются искусственными элементами и данными, отображаемыми в режиме реального времени [2].

Виртуальная реальность (Virtual Reality - VR) обеспечивает «полное погружение» пользователя в виртуальный мир, ограничивая получение информации из реального. Она «конструирует полностью цифровой мир...ограничивая доступ пользователя к реальному миру, а дополненная реальность лишь добавляет элементы цифрового мира в реальный, видоизменяя пространство вокруг пользователя» [3].

Иммерсивные приложения VR в зависимости от способа визуализации виртуального мира подразделяются на такие, в которых используются головные дисплеи – очки виртуальной реальности с двумя экранами, расположенными перед глазами, и виртуальные CAVE (автоматическая виртуальная среда пещеры), в которых виртуальный мир проецируется на стенах, потолке и полу комнаты. В виртуальных комнатах пользователи надевают стерео - очки, создающие 3D-образ виртуального мира [4].



В зависимости от степени взаимодействия обучающегося и его активности можно выделить уровни погружения в иммерсивных средах: 1) пассивный: взаимодействие пользователя со средой низкое. Он не может управлять происходящим, но может выбирать фокус наблюдаемого (например, видео 360 градусов); 2) исследовательский: пользователь имеет возможность перемещаться по виртуальному миру и выбирать фокус происходящего, но не может соприкасаться с ним (например, виртуальные прогулки, посещение виртуальных музеев и т.д.); 3) интерактивный: взаимодействие пользователя со средой является высоким. Пользователь может управлять и даже изменять виртуальную среду в зависимости от целей.

При применении технологии смешанной реальности (Mixed Reality - MR) в окружающий пользователя реальный мир добавляются виртуальные объекты, напоминающие настоящие и взаимодействующие с ними.

Иммерсивные технологии стали многообещающим инструментом в образовании благодаря их уникальным технологическим характеристикам. Проводимые исследования по внедрению VR/AR/MR технологий в образовательную среду фиксируют как положительные эффекты, так и проблемы.

Среди преимуществ использования иммерсивного подхода в образовательном процессе можно выделить следующие:

- возможность задействовать сразу весь спектр рецепторных систем человека в процессе обучения (то есть осуществлять согласованный процесс передачи информации сразу по нескольким каналам);
- возможность «наглядного» представления информации, недоступной для непосредственной рецепции человеком (визуализация, аудиализация);
- возможность моделирования процессов, поддержание (демонстрация) которых в реальности затруднено, опасно или экономически нецелесообразно;
- возможность автоматизации образовательного процесса при сохранении индивидуального подхода к обучаемому (учет индивидуальных способностей, интересов, познавательных потребностей);
- возможность создания «гибких» учебных программ;
- возможность интерактивного закрепления полученных знаний и усвоения навыков [5].

Группа ученых Стэнфордского университета провела несколько экспериментов по выявлению эффективности использования иммерсивных образовательных сред. Исследования показали, что после погружения в виртуальную реальность люди демонстрировали более высокий прирост знаний, проявляли большую заинтересованность и вовлеченность в образовательный процесс. В рамках одного из исследований в Индии было установлено, что до использования технологии виртуальной реальности вовлеченность обучаемых в образовательный процесс была значительно меньшей, нежели при использовании VR технологий в процессе обучения. Действия в виртуальном пространстве не только способствуют улучшению когнитивных способностей, но и позволяют воздействовать на сложные социальные и психологические процессы [6].



Помимо очевидных преимуществ использования иммерсивного подхода в образовании существует и ряд проблемных вопросов.

Продолжительное воздействие иммерсивного погружения может вызвать проблемы психофизиологического характера. Из-за рассогласования информации, поступающей от анализаторов разного вида на входы нервной системы, у обучающихся могут возникать нежелательные симптомы в виде головокружения, тошноты [7]. Более того, в связи с длительным пребыванием в виртуальной среде наблюдается физическая дезориентация в пространстве и неспособность к правильной координации своих действий в реальном мире. Глядя на экран виртуальной реальности (особенно в шлеме виртуальной реальности), человек реже моргает, что вызывает напряжение глаз и усталость. Поэтому необходимы специальные исследования, которые помогут разработать методические рекомендации безопасного для физического и психического здоровья применения подобных технологий.

Включение виртуальных технологий в образование уменьшает степень реальной коммуникации между обучающимися и педагогом, что значительно обедняет коммуникативные методы в обучении [8].

Трудность использования подобных технологий заключается также и в том, что их реализация предполагает создание высокотехнологичных условий образовательных учреждений.

Перспективность тесного взаимодействия образовательных технологий с новым «искусственным» миром вполне вероятная перспектива ближайших лет. Тем не менее, методические разработки для создания иммерсивных образовательных сред во многом недостаточны. Фактически речь идет о выработке нового класса методических решений, которые используют педагогические возможности, открывающиеся в связи с появлением новых технологических средств. Образовательная организация неизбежно превращается в интегратор двух сред, где планируется и выполняется комплекс образовательных мероприятий: физической (учебные аудитории, классы, лаборатории) и виртуальной среды (учебные материалы, построенные с использованием VR/AR/MR – технологий) [9]. Иммерсивные образовательные среды не должны быть самоцелью, необходим осторожный и взвешенный подход при внедрении новых технологий в образование.

Литература

1. Сергеев С.Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. М.: Народное образование, 2009.
2. Путило О.О., Савина Л.Н. Использование технологий дополненной и виртуальной реальности в процессе литературного образования // Известия ВГПУ. 2020. №9 (152). С.28.
3. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // СРРМ. 2018. №3 (108). С. 28.
4. Хасанова Г.Ф. Виртуальная реальность в инженерном образовании химического профиля // Казанский педагогический журнал. 2019. №1 (132). С. 44.



5. Ерохин С.В. Технологии виртуальной реальности как инструмент повышения эффективности решений в системе образования // Ценности и смыслы. 2012. №2 (18). С. 58.

6. Дремлюга Р.И., Мамычев А.Ю., Крипакова А.В., Яковенко А.А. Нравственно-правовые риски использования виртуальной реальности в образовательной деятельности // АНИ: экономика и управление. 2020. №1 (30). С. 23.

7. Корнилов Ю.В. Иммерсивный подход в образовании // АНИ: педагогика и психология. 2019. №1 (26). С. 177.

8. Елесин С.С., Фещенко А.В. Виртуальная реальность в образовании: сомнения и надежды // Гуманитарная информатика. 2016. Вып. 10. С. 113.

9. Уваров А.Ю. Технологии виртуальной реальности в образовании // Наука и школа. 2018 №4. С. 115-116.

О.К. Головнин, С.Г. Комаров

ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬ ВИРТУАЛЬНОГО СОБЕСЕДНИКА ДЛЯ СИСТЕМ ИМИТАЦИИ ОБЩЕНИЯ

(Самарский университет)

Виртуальные собеседники представляют собой интеллектуальные системы, способные имитировать общение с человеком с помощью текстовых или голосовых сообщений [1–4]. В данной работе предлагается гибридная модель, предназначенная для построения виртуального собеседника для совершенствования навыков общения на иностранном (английском) языке.

На сегодняшний день виртуальных собеседников классифицируют по типу домена (области знаний) и модели, на основе которой они работают: различают поисковые и генеративные модели [5]. Предлагаемая гибридная модель включает в себя как поисковые алгоритмы, так и методы искусственного интеллекта, в комбинации с механизмами обработки локального и глобального контекста диалога, что позволяет применять ее как в закрытых областях знаний, так и в открытых.

Полный цикл работы виртуального собеседника, построенного на основе такой гибридной модели, включает в себя 3 этапа:

1. Обработка локального и глобального контекстов диалога;
2. Поиск совпадения входящего сообщения с предопределенными сообщениями в базе знаний;
3. Вычисление ответных сообщений.

Под локальным контекстом в данной работе подразумевается группа тем, использованных в последних сообщениях диалога. Глобальным контекстом считается база знаний, которая пополняется новыми фактами по мере общения пользователя с виртуальным собеседником. Данные факты также могут быть использованы при выработке ответов.

Локальный контекст определяется с помощью механизмов



классификации текста с несколькими метками [6]. Метки определяют текущую тему (например, бизнес или спорт). При распознавании локального контекста определяется эмоциональный характер сообщения (негативный, позитивный или нейтральный) и фиксируется наличие вопросительного характера запроса пользователя [7]. Классификация реализуется с помощью нейросетевой модели, основанной на LSTM-ячейках. В качестве функции активации применяется функция Softmax, а в качестве функции потерь – категориальная перекрестная энтропия. Процесс обучения оптимизируется с помощью Adam.

Глобальный контекст диалога хранится в виде семантической сети (графа знаний), формализуемой в виде ориентированного графа, вершины которого представляют собой объекты, а ребра – отношения между ними [8].

В данной работе факты сформированы в простом формате, состоящем из триплетов: «объект-отношение-субъект». Отношение кодируется некоторым предикатом (например, WasBornIn). Чтобы получить факт из глобального контекста, требуется найти ветвь графа, соответствующую субъекту (пользователю), затем с помощью алгоритма поиска в ширину обнаружить семантически близкие отношения и сформировать список фактов-кандидатов. Степень семантической близости факта и локального контекста должна принадлежать некоторому диапазону допустимых значений, чтобы факт оказался в списке кандидатов. Результирующий факт выбирается случайным образом из списка кандидатов.

Для сохранения фактов в глобальный контекст, входящее сообщение преобразуется в граф знаний, который встраивается в общую семантическую сеть. Полученный граф знаний содержит объекты, субъекты и отношения между ними в текстовой форме. Преобразование текстового сообщения в граф выполняется с привлечением средств распознавания именованных сущностей, разрешения кореферентности и извлечения отношений между сущностями. Данные средства реализованы библиотеками Stanford NLP, NLTK и Spacy.

Определение степени сходства производится с помощью сиамской нейронной сети и косинусной меры [9]. Сиамская сеть обучается на парах текстовых последовательностей, для которых определено, похожи они или нет. Если текстовые последовательности похожи, паре соответствует значение $k = 1$, иначе $k = 0$. Текстовые последовательности преобразуются во входные векторы с помощью эмбедингов, т.е. каждому слову последовательности ставится в соответствие числовой вектор [10]. На выходе сиамской сети присутствует блок с функцией вычисления триплетной потери. Основная задача процесса обучения сиамской сети – минимизировать значение триплетной потери. Обученная модель преобразует 2 входных вектора, полученных с помощью эмбедингов, в 2 выходных вектора на основе вычисленных весовых коэффициентов. Полученные векторы могут быть сравнены с помощью косинусной меры сходства, которая эквивалентна косинусу угла между векторами. Из этого следует, что чем значение косинуса ближе к 1, тем выше степень сходства между 2 векторами, а значит и выше степень сходства между соответствующими им текстовыми



последовательностями.

Вычисление ответных сообщений осуществляется на основе информации о локальном контексте, фактах из глобального контекста и списка ответов-кандидатов (шаблонов), в которые будет вставлена найденная информация.

Апробация предлагаемой модели проведена на синтетических и реальных данных. С помощью синтетических данных, подаваемых на вход, достигнута стандартизация и упрощение. Так, подготовлены наборы данных, отвечающие требованиям алгоритмов к структуре и семантике предложений, благодаря чему проверена работоспособность алгоритмов в рамках определенных ограничений. Тестирование на реальных данных проводилось с целью выявления степени потери контекста, сильных и слабых сторон алгоритмов генерации сообщений.

Проведено сравнение полученных в ходе проведения экспериментов результатов с результатами, показанными виртуальными собеседниками AndyBot и John English Bot. Выявлено, что AndyBot и John English Bot не обрабатывают ни локальный, ни глобальный контекст диалога. При сравнении предложенной модели с генеративными моделями (в частности, sequence to sequence) обнаружено существенное превосходство по времени обучения – 1-2 часа для разработанной гибридной модели против более чем 6 часов для генеративной.

Ожидается, что внедрение и развитие виртуального собеседника на основе предложенной модели позволит повысить эффективность процесса обучения иностранным языкам. Дальнейшая работа будет направлена на конфигурирование модели для обработки вложенных триплетов «объект-отношение-субъект», т.е. для предложений с несколькими объектами, субъектами и/или отношениями между ними. Достичь этого предполагается путем предварительного разделения предложения на несколько подпредложений.

Литература

1. From Books to Bots: Using Medical Literature to Create a Chat Bot / M. Fischer, M. Lam // 2016 IoT of Health '16: Proceedings of the First Workshop on IoT-enabled Healthcare and Wellness Technologies and Systems, 2016. – P. 23-28.
2. Chat-bot for college management system using AI / K. Bala, M. Kumar, S. Hulawale, S. Pandita // 2017 International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 4, 2017.
3. Система имитации общения с использованием технологии когнитивного ассистирования на основе нейронной сети с LSTM-ячейками / С.Г. Комаров, О.К. Головнин // Труды 63-й Всероссийской научной конференции МФТИ. – М. : МФТИ, 2020. – С. 14–15.
4. Интеллектуальная система обучения иностранному языку с использованием виртуального собеседника / Комаров С.Г. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы конф. – Рязань: РГРТУ, 2019. – С. 24-25.
5. Approaches to Chatbot Development [Электронный ресурс] // URL:



<https://www.haptik.ai/blog/how-does-a-chatbot-learn-on-its-own>.

6. Multi-class text classification [Электронный ресурс] // URL: <https://www.kaggle.com/ngyptr/multi-class-classification-with-lstm>.

7. How To Perform Sentiment Analysis in Python 3 Using the Natural Language Toolkit (NLTK) [Электронный ресурс] // URL: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-perform-sentiment-analysis-in-python-3-using-the-natural-language-toolkit-nltk>.

8. Семантические сети [Электронный ресурс] // URL: https://github.com/varun196/knowledge_graph_from_unstructured_text.

9. Learning Text Similarity with Siamese Recurrent Networks / Paul Neculoiu, Maarten Versteegh, Mihai Rotaru // 2016 Proceedings of the 1st Workshop on Representation Learning for NLP, 2019. – P. 148-157.

10. Word embeddings [Электронный ресурс] // URL: https://www.tensorflow.org/tutorials/text/word_embeddings.

А.Л. Дзюбенко, В.В. Лосева

ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА У СТУДЕНТОВ

(Финансовый университет при правительстве РФ, Москва)

Задача, стоящая сегодня перед современным образованием в нашем обществе – это повышение качества образования в высшей школе, с учетом возможностей решения всех проблем, возникших в результате происходящей пандемии. Еще раньше, в развитых странах мира начался процесс цифровой трансформации, которая затронула многие компании, что привело к тому, что российские компании вынуждены также сегодня рассматривать цифровую трансформацию как одну из приоритетных стратегий дальнейшего развития.

Сегодня цифровая трансформация под давлением внешних обстоятельств, таких, как повсеместный переход на удаленную работу и дистанционное обучение, вызванные суровыми реалиями сегодняшнего дня, происходит невиданными темпами, что приводит к поистине революционным изменениям бизнес-моделей на основе использования цифровых платформ.

ООО «Команда-А Менеджмент» в своих исследованиях за 2018 год отмечает, что инвестиции в цифру повсеместно увеличились.[1]

«Совершенно определенный тренд на будущее продемонстрировали результаты опроса об инвестициях в цифровые технологии. Согласно полученным данным, 57% компаний в этом году уже увеличили бюджет на цифровые технологии, а у 71% прогнозируется увеличение бюджета в следующем году. Самыми оптимистичными прогнозами по увеличению бюджета на «цифру» отличились представители IT-индустрии, промышленного производства и финансового сектора» [2]



Сегодня стало насущной необходимостью то, чтобы цифровая платформа становилась ключевым инструментом неостанавливающейся цифровой трансформации традиционных отраслей и рынков, процессов образования, центральным понятием всемирной цифровой повестки, определяющим стратегии цифровизации (цифровой автоматизации) и цифровой трансформации.

Повсеместный стремительный переход к цифровизации в последние годы принес и понимание перспективности использования технологии цифровых платформ.

Цифровую платформа – это поддерживаемая современными технологиями бизнес-модель, позволяющая создавать стоимость, облегчающая происходящие обмены между двумя или большим числом взаимозависимых групп участников. Цифровая платформа позволяет создать открытую инфраструктуру для всех участников и установить новые правила, удовлетворяющие всех участников. [3] Это актуально и для системы образования. «Для сегмента реального бизнеса повышение качества образования означает уверенность работодателей в том, что специалист необходимого для фирмы профиля будет максимально подготовлен для работы. На пути успешного решения этой задачи, помимо необходимей сегодня постоянной перестройки образовательного процесса, постоянной смены стандартов образования и снижения качества начального и среднего образования, стоит и проблема сверх интенсивного темпа развития информационных технологий.» [4]

Примером плавного перехода к расширению в сторону цифровой платформы как группы технологий, используемых как база для создания специализированной и конкретизированной системы цифрового взаимодействия, может служить система отраслевых и специализированных решений 1С: Предприятие, обучение работе с которыми уже много лет происходит в Финансовом университете при правительстве Российской Федерации. [5]

Продемонстрируем методику обучения на базе платформы 1С на примере работы с 1С: Документооборот.

Системы электронного документооборота сегодня остаются попрежнему сложными информационными системами независимо от сферы их деятельности, так как в каждой компании документооборот уникален и имеет свои специфические черты, и это определяет высокие требования к программному обеспечению документооборота, которые предполагают высокую степень адаптации и интеграции с прикладным программным обеспечением, часто третьих компаний; использования разнообразных комбинации технологий сбора, индексирования, хранения, поиска и просмотра электронных документов; высокую гибкость при маршрутизации циркулирующих в системе документов в сочетании с высокими требованиями к разграничению прав доступа к ним. Кроме этого, в условиях сегодняшней удаленной работы в большинстве офисов, предприятий, учебных заведений возникают новые проблемы, в том числе и преподавания технологий электронного документооборота.

Система электронного документооборота 1С-Документооборот уже содержит в своём составе все необходимые модули или инструкции по интегра-



ции эксплуатируемого программного обеспечения третьих компаний, стандартные алгоритмы и подходы по организации и успешному осуществлению электронного документооборота, а также «облачный» электронный документооборот, в свете сегодняшнего дня являющийся все более актуальным вместе с другими сегментами услуг облачного типа и цифровых платформ. Напомним, что такой документооборот отличается от специализированной локальной системы тем, что покупателю нет необходимости приобретать программное обеспечение как самого документооборота, так и дополнительных программ типа СУБД или хранилищ данных, без которых корректная работа основной программы в некоторых случаях бывает затруднительна, если вообще возможна. А также нет необходимости приобретать или обновлять серверное оборудование для успешного функционирования электронного документооборота. Но нужно учитывать, что, при этом, облачная версия документооборота требует ежемесячной абонентской платы вместо единовременной выплаты за приобретаемое программное обеспечение и разовых выплат, производимых раз в несколько лет, на обновление серверного оборудования.

И здесь нам крайне полезны демонстрационные конфигурации 1С: Документооборот, позволяющие показать студентам и дать им возможность использовать большинство возможностей системы через браузер, свободно и даже без регистрации. Хотя, на первый взгляд, такой подход и кажется неоправданно лояльным, но, в действительности, возможность на удаленных занятиях показать студентам полнофункциональную систему электронного документооборота, с возможностью заходить под различными ролями, совместно работать над документами, управлять бизнес-процессами, строить отчеты – это прекрасная возможность продемонстрировать систему огромному количеству потенциальных пользователей, молодых и перспективных. Демо-конфигурации системы 1С: Документооборот давно и успешно используется в качестве практического примера СЭД для студентов бакалавриата, обучающихся дисциплинам «Системы электронного документооборота» и «Делопроизводство и межведомственный документооборот». Эти дисциплины изучают студенты направления «Бизнес-информатика», которым более всего из имеющихся на сайте 1С, подходит конфигурация «Строительный холдинг Меркурий», и студенты направления «Государственное и муниципальное управление». Для них есть интересная конфигурация «Администрация небольшого города», которая хоть и несколько уступает наполненностью предыдущей, но зато позволяет продемонстрировать документооборот государственного учреждения.

Многолетние наработки преподавателей позволяют провести как одно ознакомительное занятие, так и курс из нескольких занятий, охватывающий основные возможности системы в области автоматизации работы с документами и в области управления контентом организации в целом.

Хочется надеяться, что этот полезный проект будет развиваться и дальше, поскольку и до пандемии, принесшей нам проблемы организации удаленных занятий по IT-дисциплинам, мы активно пользовались возможностью показать студентам возможности реальной системы, к тому же представленной в не-



скольких конфигурациях, предназначенных для компаний и учреждений различных отраслей и с разным уровнем сложности документооборота.

Несмотря на то, что в условиях длящейся уже больше года пандемии COVID-19 ценность технологий, позволяющих компаниям и учреждениям организовать удаленную работу своих сотрудников, безусловно возрастает, все же внедрение систем электронного документооборота (управления контентом, что на данный момент является повсеместной практикой) еще недоступно значительной части предприятий малого и среднего бизнеса.

Электронным документооборотом в России по данным на конец мая 2020 года экспертов СКБ "Контур", разработчика ПО для электронного документооборота, и Газпромбанк Автолизинга, финансирующего приобретение транспорта для бизнеса, пользуются только 30 % компаний, хотя исследования этих же экспертов, показывают то, «что касается бизнеса, электронный документооборот активнее внедряют крупные предприятия, всего 5 процентов микро- и малого бизнеса используют электронный документооборот, малый и средний бизнес на упрощенной системе налогообложения - примерно в 12 процентах случаев. [7]

Изменение нормативно-правовой базы в последнее десятилетие и курс на цифровизацию государственного управления привел к необходимости получения каждым студентом навыков и умений в области использования систем электронного документооборота. Поэтому приобретение как студентами Финансового Университета при Правительстве РФ, так и обучающимися других учебных заведений, компетенций в области выбора, внедрения и использования систем электронного документооборота можно считать важной задачей, направленной на повышение их ценности как специалистов на рынке труда.

Сегодня, на фоне пандемии и повсеместного использования удаленной работы и дистанционного обучения, учебные заведения чаще всего вынуждены использовать обучение в онлайн режиме, в том числе и для обучения работе с документооборотом, и демо-конфигурации системы 1С: Документооборот в этих условиях является отличным инструментом для формирования цифровых компетенций в области электронного документооборота как у студентов Финансового Университета, так и у студентов и обучающихся других вузов и организаций образования.

Литература

1. Цифровая трансформация в России. Аналитический отчет на основе результатов опроса российских компаний 2018 © 2018 ООО «Команда-А Менеджмент».

2. <https://docplayer.ru/111403826-Cifrovaya-transformaciya-v-rossii-analiticheskij-otchet-na-osnove-rezultatov-oprosa-rossiyskih-kompaniy-2018-kmda-pro.html>

3. Паркер Джеффри, ван Альстин Маршалл, Чаудари Санджит, Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику - и как заставить их работать на вас. Издательство Манн, Иванов и Фербер, 2017



4. Использование программы "1С: Документооборот" в учебном процессе высшей школы Дзюбенко А.Л., Некрылов И.И. В сборнике: Новые информационные технологии в образовании: применение технологий "1С" в условиях модернизации экономики и образования. Сборник научных трудов 16-й международной научно-практической конференции. 2016. С. 184-187.

5. Заложнев А.Ю., Заложнева Л.Л., Чистов Д.В., Шуремов Е.Л. Эволюция и принципы построения информационных систем управления предприятием // Программные продукты и системы, 2014, № 2, ISSN 0236-235X, ISSN 2311-2735. С. 34-38.

6. <https://v8.1c.ru/news/24159.htm>

7. <https://www.itweek.ru/digitalization/article/detail.php?ID=204251>

Д.М. Дмитриев, М.А. Кудрина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ БЛАНКОВ МАТЕРИАЛЬНОЙ ПОМОЩИ СТУДЕНТАМ

(Самарский университет)

В настоящее время в Самарском университете применяется так называемый смешанный документооборот, при котором отдельные документы дублируются как в электронном виде, так и в бумажном вариантах. Некоторые документы требуется заполнить от руки, после чего отсканировать и внести их в долговременную память компьютера с целью хранения, обработки и передачи.

Поэтому задача автоматизация распознавания и обработки бумажной документации является актуальной. В рамках данной работы была поставлена задача обработки бланков материальной помощи студентам, так как каждый месяц имеется большое количество заявлений на матпомощь, поступающих от студентов. Ручная обработка бланков является довольно трудоемкой рутинной работой и может быть автоматизирована.

Разработка автоматизированной системы распознавания

Автоматизированная система распознавания бланков материальной помощи студентам состоит из подсистем, представленных на рисунке 1.

На рисунке 2 представлен образец бланка материальной помощи, разработанный специально для автоматизированной системы, пригодный для рукописного заполнения и машинной обработки [1].

Первым этапом обработки изображения является поиск маркеров. Данный процесс многоступенчатый и включает в себя следующие подэтапы (представлены на рисунке 3).

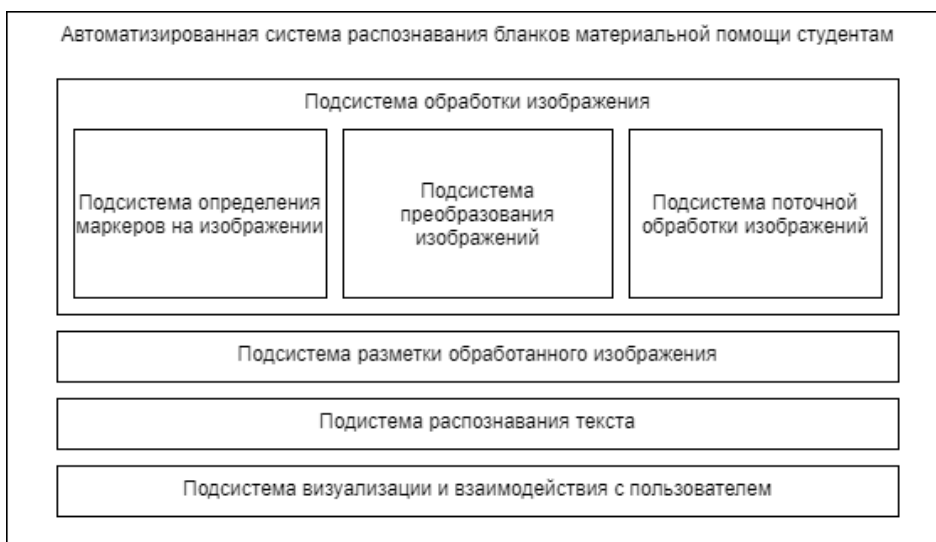


Рисунок 1 – Структура автоматизированной системы распознавания бланков материальной помощи студентам

Образ: символы А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 D Z M

Маркеры

Ректору Самарского университета В.Д. Богатыреву

От студента гр.: **поле № группы**

Фамилия: **Поле фамилии**

Имя: **Поле имени**

Отчество: **Поле отчества**

Согласовано: Председатель Совета обучающихся Д.А. Ермолаев

Председатель профсоюзной организации обучающихся С.В. Заика

В приказ _____

Ректор _____

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу оказать мне материальную помощь в связи **Поле указания причины**

Дата: **Поле даты** Подпись _____

Акт обследования материального положения

Дата: **Поле даты**

Комиссия в составе (в состав комиссии группы входят три человека, утвержденные совместным решением деканата/дирекции, студенческого совета, профбюро факультета/института)

при проверке заявления установила, что студент нуждается в материальной помощи.

Профорг _____ (подпись)

Староста _____ (подпись)

Решение комиссии факультета информатики

Дата: **Поле даты**

Выдать материальную помощь студенту группы № _____ (Ф. И. О.)

в сумме **Поле суммы** рублей.

Председатель стипендиальной комиссии _____ / Яблокова Л.В. /

Председатель студенческого совета _____ / Галанов К.В. /

Староста факультета/института _____ / Бархаткин С.А. /

Председатель профсоюзного бюро _____ / Шерухаева В.В. /

Рисунок 2 – Образец бланка материальной помощи студентам



1. Преобразование в оттенки серого.
2. Преобразование по Гауссу (размытие изображения) – размер матрицы размытия вычисляется согласно исходным размерам изображения
3. Пороговая обработка изображения (яркость до 64 преобразуется в черный, яркость 64 и выше преобразуется в белый).
4. Выделение границ на изображении.
5. Морфологическое преобразование – осуществление перекрытия и дорисовки найденных на предыдущем этапе границ.
6. Нахождение всех контуров на изображении и помещение их в массив (после всех предыдущих преобразований будут найдены только контуры всех маркеров, так как они являются зонами с наибольшей плотностью черных пикселей).
7. Нахождение центров масс всех контуров (найденный контур маркера имеет форму, максимально приближенную к окружности, что было достигнуто размытием по Гауссу и последующей пороговой обработкой. Таким образом легко определить центр квадрата) [2].



Рисунок 3 – Этапы обработки изображения бланка для нахождения маркеров

Вторым этапом после нахождения маркеров на изображении является нахождение и исправление перекоса отсканированного листа. Для этого для найденных крайних маркеров, а точнее их центров масс вычисляется тангенс угла. После вычисления углов по всем возможным вариантам расположений маркеров друг относительно друга значение усредняется, промахи при вычислении тангенса наклона листа исключаются по критерию Шовене. Пятый маркер, находящийся на листе является ориентационным (в случае, если лист был загружен в альбомном варианте или был перевернут).



Третьим этапом является обрезка изображения и сведение его к указанным размерам ширины и высоты (пропорции ширины и высоты изображения при этом сохраняются) [3].

После преобразования изображения оно подается в подсистему разметки обработанного изображения. В данной подсистеме выполняется поиск областей изображений с полями, в которых написана информация, необходимая для получения результата. Для разметки документа используется структурный подход описания, реализованный на языке XML. Каждое поле в бланке имеет фиксированную длину (количество ячеек), название и расположение относительно начала листа (примем за начало координат верхний левый угол). Также поля могут иметь фиксированные типы данных (дату, время, строки с фиксированным форматом, целые и дробные числа и т.д.). На данном этапе формируется массив с изображениями полей, с которых будет производиться распознавание текста.

Подсистема распознавания текста представлена программой Tesseract OCR.

После распознавания текста с массива полей, на основе XML-разметки исходного изображения строится XML-документ с результатом распознавания, который может быть применен в дальнейшем для создания протоколов или иных действий по ведению информации (занесение в базу данных и т.д.) [4].

После обработки всех поступивших в систему бланков на основе полученных данных составляется протокол заседания комиссии факультета информатики по распределению материальной помощи в формате DOCX, который может быть отредактирован членами комиссии в случае необходимости.

Литература

- 1 Бланк [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2021. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бланк> (дата обращения: 17.04.2021).
- 2 OpenCV Tutorials [Электронный ресурс] // OpenCV 2006-2021. URL: https://docs.opencv.org/master/d9/df8/tutorial_root.html (дата обращения: 17.04.2021).
- 3 Сегментация (обработка изображений) [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2021. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сегментация_\(обработка_изображений\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сегментация_(обработка_изображений)) (дата обращения: 17.04.2021).
- 4 XML [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия 2001-2021 URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/XML> (дата обращения: 17.04.2021).



А.В. Иващенко, Д.В. Морева

РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕНАЖЕРОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА БАЗЕ СЦЕНАРНОЙ ОНТОЛОГИИ И ПОЛИТЕКСТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(Самарский государственный технический университет)

В сложных технических системах один из наиболее эффективных способов представления баз знаний – построение онтологии [1, 2], являющейся концептуальной схемой, которую используют для формализации некоторой области знаний. Данная схема содержит релевантные классы объектов, а так же их связи и правила. При этом реализация онтологии дает возможность построения открытой базы знаний, которая обеспечивает разработку всевозможных вариантов развития действий, происходящих в ответ на текущие события.

Также широко используется сценарный подход [3], позволяющий изменять сценарии поведения, опираясь на достигнутые состояния системы и на состояние внешней среды в реальном времени, а также опирающийся на прикладные исследования [4], описывающие применение онтологий в симуляционном обучении.

Применение данных технологий на практике позволяет повысить эффективность создания и реализации тренажеров виртуальной и дополненной реальности в различных отраслях, включая здравоохранение и медицину, машиностроение и транспорт. Эти подходы и опыт авторов по разработке симуляционных технологий [5, 6] можно обобщить в следующем виде.

В целях моделирования актуального состояния реального мира представляется некоторая сцена, содержащая субъекты и объекты взаимодействия. При этом все объекты сцены имеют физическое и логическое представление. Физическое представление моделирует собственное поведение объекта (то есть изменение пространственной конфигурации объекте при непрерывном воздействии внешних сил). Логическое представление моделирует специфичную реакцию объекта на всевозможные события, которые происходят в процессе моделирования (деформация, столкновение с субъектами и т.п.).

Физическое представление объекта обычно характеризуется одним или несколькими геометрическими представлениями (например, графической или физической моделью), набором физических свойств, определяющими изменение состояния геометрических представлений во времени (например, деформацию). В рамках данной модели не рассматривается подробно природа преобразований (не рассматриваются физические алгоритмы, реализующие это поведение). Состояние физического представления модели в конкретные моменты времени целиком можно определить с помощью набора физических атрибутов (к примеру, ориентацией и положением объекта в пространстве). Различные объекты обладают разным набором физических атрибутов. Также важно отметить, что физическое представление объекта сцены не зависит от конкретного



случая, это означает, что один объект может быть использован при моделировании различных сценариев.

Логическое представление объекта зависит от моделируемого случая, и оно не определено вне контекста моделирования. Логическое представление определяется состояниями объекта, логическими атрибутами и переходами между состояниями в результате возможных событий, которые происходят на сцене. При этом набор логических состояний объекта может различаться в зависимости от контекста моделирования (к примеру, от выбранного уровня сложности). Суперпозиция состояний объектов сцены определяет логическое состояние сцены. Переходы между состояниями часто приводят к изменению значений атрибутов объекта.

Переход между состояниями сцены осуществляется при возникновении событий. При этом в рассматриваемой модели события бывают внешние (которые сигнализируют о действиях пользователя) и внутренние (которые возникают в процессе моделирования). Основная цель моделирования учебного случая в виртуальных тренажерах - это успешное выполнение требуемой последовательности действий. Успешность выполнения определяется точностью и своевременностью выполнения действий (то есть наличие всех предусмотренных действий, отсутствие лишних действий, корректная последовательность действий). С участием одинаковых объектов и субъектов сцены моделируются различные варианты развития событий. Это означает наличие различных наборов логических состояний и переходов между ними, которые определяются на базе одинаковых физических представлений объектов.

Сценарием операции называется совокупность физических представлений объектов сцены, введенных над ними логических состояний, суперпозиция которых образует логическое состояние сцены, переходов между логическими состояниями сцены, а так же событий, приводящих к этим переходам.

Сценарий выполнения действий (как и процедура моделирования) завершается при достижении сценой одного из терминальных состояний. При достижении сценой одного из терминальных состояний, результатом выполнения операции является журнал событий, возникающих в процессе моделирования, конкретное терминальное состояние, в котором находится сцена и текущий набор атрибутов объектов. Данные составляющие позволяют грамотно оценить действия оператора.

При этом оценка действий оператора должна выполняться в баллах по следующим аспектам:

- выход значений атрибутов объектов сцены за допустимые пределы;
- соответствие реального терминального состояния ожидаемому состоянию;
- соответствие внешних событий, которые возникли в процессе моделирования набору ожидаемых событий (т.е. выполнение всех предусмотренных действий).

В дальнейшем под трехмерной сценой будет пониматься совокупность только физических представлений объектов, а логические будут определены исключительно для конкретных сценариев.



Для реализации онтологий предлагается оригинальный подход, основанный на политекстурном моделировании, отличающийся от аналогов возможностью оптимизации текстур органов в условиях заданной реалистичности и производительности.

Переработка трехмерных моделей на основе политекстурного моделирования позволит реализовать отображение интерактивного контента тренажера дополненной реальности, в том числе с помощью устройств пониженной производительности.

В соответствии с выбранными выше принципами, в данном решении реализовано два варианта формирования и передачи наполнения сцен и отображения их на мобильных устройствах пользователей. Переключение между этими вариантами должно быть скрыто от пользователя, с учетом требований облачной инфраструктуры, работа с трехмерными моделями для него выглядит как единый процесс загрузки и уточнения внешнего вида трехмерных сцен.

Первый вариант состоит в загрузке готовых трехмерных моделей, адаптированных для отображения на мобильном устройстве. Это, как правило, простые модели и облегченные текстуры, не содержащие подробных деталей и не обеспечивающие высокую реалистичность формируемой картины.

Второй вариант заключается в выполнении сложного графического запроса к серверу, когда на мобильном устройстве или в браузерном приложении производится сложное размещение объектов в пространстве с объединением большого количества элементов и наложением сложных высокореалистичных структур.

По готовности данный графический запрос направляется на сервер, где обрабатывается с помощью ресурсов облачной информационно-вычислительной инфраструктуры. Здесь же рассчитываются, масштабируются и накладываются требуемые шейдеры, что обеспечивает высокую реалистичность и достоверность картины. Получаемые изображения могут проходить автоматизированную верификацию, а также визуальную проверку экспертами на предмет корректности. Полученная картина в асинхронном режиме возвращается на мобильное устройство и может в дальнейшем использоваться при обучении.

Предложенная модель сценарной онтологии учебного симулятора позволяет сокращать временные затраты, а так же трудоемкость создания новых тренажеров и адаптации существующих симуляционных решений при их внедрении и практическом использовании в системе высшего образования.

Литература

1. Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах. М.: Научный мир, 2010. 224 с.
2. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. СПб.: Питер, 2010. 700 с.
3. Троцкий Д.В., Городецкий В.И. Сценарная модель знаний и язык описания процессов для оценки и прогнозирования ситуаций // Труды СПИИРАН, 2009. Вып. 8. С. 94 – 127



4. Грибова В.В., Петряева М.В., Федорищев Л.А. Компьютерный обучающий тренажер с виртуальной реальностью для офтальмологии // Открытое образование. № 6. 2013. С 45 – 51
5. Иващенко А.В., Горбаченко Н.А., Колсанов А.В. Построение расширяемой программной архитектуры хирургических тренажеров // Программные продукты и системы, 2016. № 2. С. 158 – 165
6. Иващенко А.В., Горбаченко Н.А., Колсанов А.В. Сценарное представление операции в хирургическом тренажере // Системы управления и информационные технологии, 2016. № 2(64). С. 91 – 97

А.И. Исакова, С.М. Левин

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

(Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники)

Введение

Одной из самых популярных тем 2020-2021 гг. является исследование влияния режима самоизоляции и социального дистанцирования, вызванных COVID-19, на все сферы повседневной жизни, одной из которых является образование.

В период пандемии модернизация системы образования в России и почти всех стран мира пошла по пути скачкообразного перехода к дистанционной форме обучения или значительного увеличения доли такой формы к общему объёму образовательных услуг. Многие ВУЗы оказались не готовы к таким изменениям ввиду отсутствия предварительного планирования в части методов и инструментов удалённого образования. Одним из проблемных аспектов стал контроль знаний студентов, оказавшихся вне учебных классов.

Методы контроля знаний и их особенности отличаются при различных формах обучения. Благодаря быстрому развитию онлайн-обучения за последнее десятилетие, дистанционные экзамены и тесты становятся все более популярными. Университеты продолжают расширять свои программы удалённого обучения и проводить проверку знаний студентов, полагаясь на системы дистанционного обучения (СДО). Однако, обязательное дистанционное образование отличается от добровольного уровнем мотивации обучающихся и их готовности обучаться в удалённой форме [1]. Одна из серьёзных проблем в подобных ситуациях – проверка знаний удобным, эффективным и надёжным способом. Частичное или полное отсутствие эффективных методов контроля знаний и академической добросовестности подрывают доверие к онлайн-экзаменам, а также ставят под сомнение уровень квалификации, полученный студентом в процессе дистанционного образования. В данной работе рассматриваются методы кон-



троля знаний учащихся, применимые при дистанционном образовании, а также инструменты обеспечения академической добросовестности экзаменуемых.

Методы контроля знаний, используемые в режиме онлайн-обучения

При дистанционном обучении, да и не только, основной задачей контроля знаний является всесторонняя и наиболее объективная оценка знаний учащихся [2]. Критерии оценки могут основываться не только на наличии у того или иного студента набора информации по конкретной предметной области на момент их проверки, но и присутствие в арсенале учащегося навыков, умения оперировать имеющимися знаниями как в теоретической области, так и в области практического применения.

При контроле знаний студентов образовательное учреждение, в свою очередь, получает в качестве обратной связи важную информацию, которая используется в дальнейшем для эффективного управления учебным процессом, а также корректировки старых и внедрения новых методик преподавания и совершенствования организационных форм самостоятельной работы студентов.

Возвращаясь к методам контроля, следует отметить, что практика преподавания в условиях самоизоляции и социального дистанцирования определила ряд значимых методов контроля знаний студентов (рисунок 1).



Рис. 1. Методы контроля знаний студентов в условиях дистанционного обучения

Устный опрос. Этот метод сохраняет свою актуальность для любой формы обучения. Он позволяет устанавливать непосредственный контакт между обучающим и студентами, и даёт возможность индивидуальной оценки того или иного учащегося, основанной на профессиональном опыте и навыках преподавателя [3]. Метод применяется во время занятий при организации коллоквиумов, проведении лекций, групповом повторении материала (пройденного ранее или изученного только что), при защите ранее выданных заданий, а также во время ситуационного диалога. Устный опрос во время лекции, особенно в формате удалённого обучения, когда преподаватель практически не видит студентов, оживляет процесс восприятия материала и помогает выяснить уровень восприятия нового материала учащимися.



Графические работы – метод контроля, содержащий задания по составлению схем, чертежей, расчетов, моделей, представляемых в наглядном виде (графиков, тематических рисунков и проч.). Отличие очной от дистанционной формы выполнения работ в том, во втором случае графические работы создаются полностью самостоятельно и удалённо, а за преподавателем сохраняется лишь отложенная консультативная функция [4].

Письменный опрос – распространённый метод контроля, связанный с выполнением различного рода заданий, большую часть которых составляют тесты и задачи. Тесты, при всей своей популярности, характеризуются ограниченным полем проверки, поскольку содержат, как правило, исчерпывающий набор ответов. Наиболее уязвимым является подтверждение подлинности индивидуальной работы студента.

Контрольная работа направлена на письменное выполнение заданий по конкретной пройденной теме той или иной дисциплины [5]. При дистанционной форме обучения ключевым требованием является индивидуальность задания – отсутствие идентичных заданий в других вариантах контрольной работы уменьшает вероятность нарушения правил академической добросовестности.

Самостоятельная работа как метод контроля соотносится, как правило, с организующей ролью преподавателя. Согласно классической дидактике, самостоятельная работа, коллективная или индивидуальная, осуществляется студентами самостоятельно, без непосредственного участия педагога, и направлена на подготовку к будущим занятиям, а также закрепление теоретических знаний и определённым видам их проверки [6].

Инструменты обеспечения академической добросовестности.

Реализация описанных выше методов контроля требует от учащихся добросовестности и самостоятельности. При дистанционной форме обучения, вне зависимости от мотивированности того или иного студента, уверенность в самостоятельности при ответе на тест или экзаменационный вопрос обеспечивается методическими и программными инструментами (рис.2).

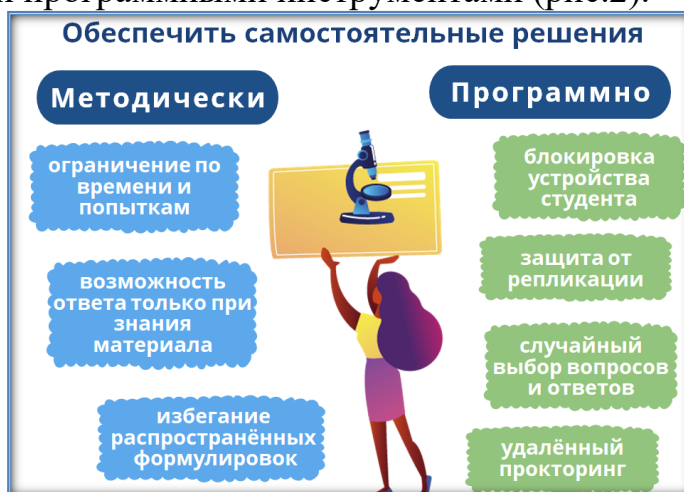


Рис. 2. Методические и программные инструменты



Несмотря на определённую степень полезности методической составляющей, серьёзного синергетического результата можно добиться при использовании различных программных инструментов. Такие способы формирования тестов как случайный выбор вопросов и ответов, находящихся в базе большего числа вопросов той или иной дисциплины, можно отнести к методическим инструментам, реализуемым на программном уровне. В случае, если учащийся в качестве ответа должен предоставить произвольный текст, последний проверяется на предмет заимствований из сторонних источников. Однако, наряду с методическими инструментами, реализованными программно, всё большее распространение при дистанционной форме обучения получает так называемый удалённый прокторинг, обеспечивающий удалённую блокировку устройства экзаменуемого, запись экрана ПК учащегося, а также защиту текста от репликации. [7].

Заключение

В современном образовании, построенном на использовании информационных технологий и систем, методы контроля знаний учащихся неразрывно связаны с обеспечением самостоятельности студентов при прохождении промежуточного или итогового контроля знаний. Удалённый контроль самостоятельности студентов, или прокторинг, активно развивается наравне с СДО. В части прокторинга в докладе будут представлены различные уровни и способы контроля, соответствующие различным потребностям преподавателей ВУЗов.

Литература

1. Исакова А.И., Левин С.М. Модели повышения мотивации студентов в образовательном процессе ВУЗа // Инженерное образование. – 2020. – №28. С. 20-30.
2. Кимова Н.Ю., Басов А.А., Басов В.А., Гандельсман А.И. Обобщение передового педагогического опыта проведения устного опроса как формы контроля уровня подготовленности обучающихся в образовательных учреждениях среднего профессионального образования // Инновационная наука. – 2021. – №2. – С. 87-88.
3. Андрюшина, Т. В. Использование дистанционной формы обучения графическим дисциплинам в экстренной ситуации // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы. Сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Брест: БрГТУ, 2020. – С. 14–20.
4. Н. А. Гарминович, М. А. Севостьянова. Контрольные работы как способ повышения эффективности обучения математике студентов // Наука и образование. – 2020. – том.3. – №4. URL: <http://www.opusmgau.ru/index.php/see/article/view/2652> (дата обращения 18.03.2021).
5. Груздев М.В., Тарханова И.Ю. Новая дидактика педагогического образования: ответ на вызовы современности // Тенденции развития образования: как спланировать и реализовать эффективные образовательные реформы. Ма-



териалы XVII ежегодной Международной научно-практической конференции. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС. – С. 23-30.

6. LEE, Jung Wan. Impact of Proctoring Environments on Student Performance: Online vs Offline Proctored Exams // The Journal of Asian Finance, Economics and Business. – 2020. – V. 7. – P. 653-660.

7. Binglin Chen, Sushmita Azad, Max Fowler, Matthew West, Craig Zilles. Learning to Cheat: Quantifying Changes in Score Advantage of Unproctored Assessments Over Time // L@S '20: Proceedings of the Seventh ACM Conference on Learning @ Scale. – 2020. – P. 197-206. URL: <https://doi.org/10.1145/3386527.3405925> (дата обращения 17.03.2021).

З.Ф. Камальдинова, А. Новикова

СРАВНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ САЙТОВ ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА

(Самарский государственный технический университет)

В современном мире ни одна организация, да и в целом любая сфера деятельности не обходится без информационного сайта. Но сайты для различных предметных областей очень сильно отличаются друг от друга. Для проведения исследования сравнения сайтов было решено найти информационные ресурсы в одной предметной области (направленности). Схема видов сайтов образовательной направленности приведена на рисунке 1.

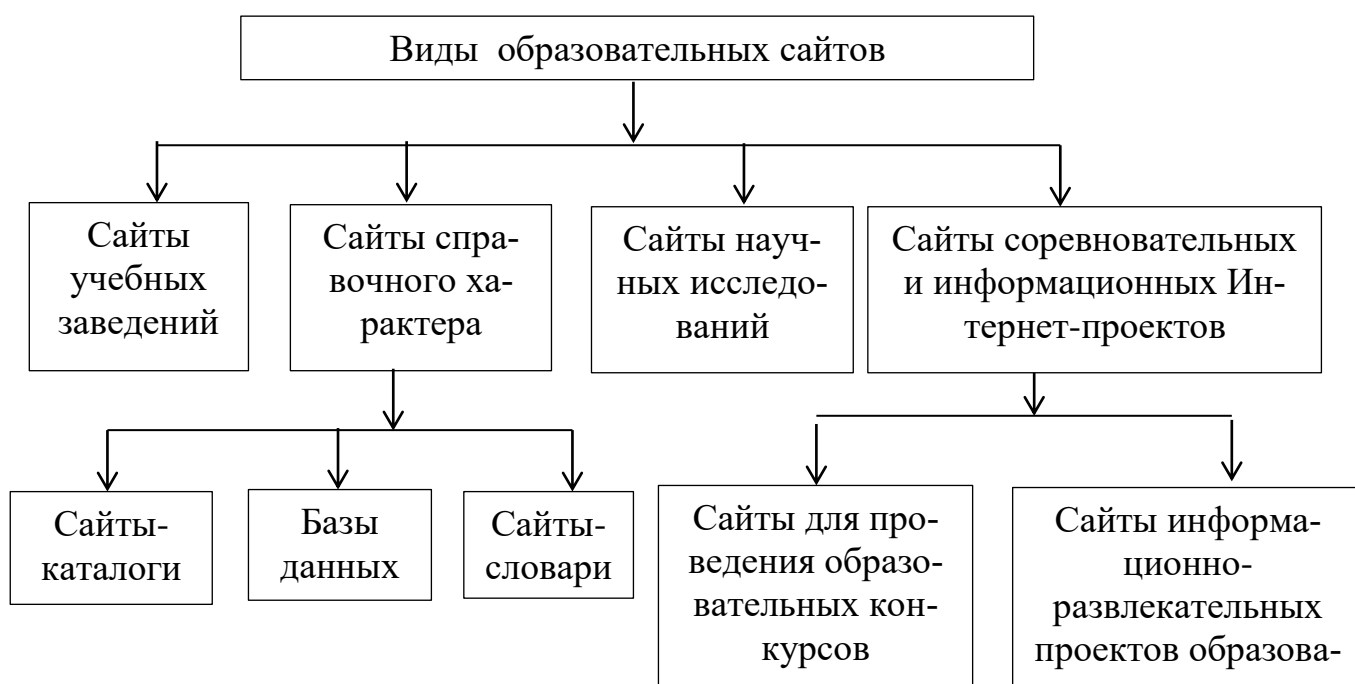


Рисунок 1 – Схема видов образовательных сайтов



Мы будем рассматривать информационные сайты проведения образовательных конкурсов. В России ежегодно проходит огромное количество олимпиад и конкурсов. В них принимают участие тысячи преподавателей и обучающихся. Для исследования были выбраны информационные сайты нескольких регионов России – участников Всероссийского конкурса научно-практических проектов «Большие вызовы».

Основные принципы и этапы создания хорошего сайта [1]:

1. Определить цель.
2. Выбирать домен и хостинг.
3. Составить техническое задание (техническое задание - это документ, в котором будут собраны все требования к будущему сайту).
4. Создание прототипов (прототипы помогают уже более детально представить структуру сайта и содержимое страниц).
5. Написание текстов.
6. Дизайн.
7. Оптимизация.
8. Верстка сайта.
9. Наполнение информацией.
10. Подключение веб-аналитики.

Способы анализа сайтов:

1. Цифровая разведка. Для неё отлично подходят сервисы SimilarWeb и SEMrush. С ними можно проанализировать трафик и посещаемость, узнать, какие каналы продвижения использует конкурент, насколько хорошо продвигается онлайн-ресурс и насколько точно отвечает запросам целевой аудитории.
2. Комплексный SEO-анализ.
3. Проверка сайта на наличие битых ссылок, можно проверить с помощью специальных инструментов: Google Search Console и Яндекс.Вебмастера.
4. Как много людей ссылаются на сайт. С помощью сервиса tuckruck.com можно узнать, в каких социальных сетях и сколько раз пользователи поделились ссылкой на страницу.
5. Совместимость с другими браузерами. На сайте Browserling можно выбрать операционную систему, ввести название браузера, номер версии и посмотреть, как отображается конкретный сайт.
6. Как выглядит сайт на разных мобильных устройствах. С помощью сервиса Screenfly можно увидеть, как смотрится веб-ресурс на экране смартфона, планшета и других девайсов.

Перейдем к сравнению. В нём участвуют сайты следующих регионов, участников конкурса «Большие вызовы» [2]:

- Архангельская область,
- Курская область,
- Вологодская область,
- Курганская область,
- Иркутская область,



- Самарская область,
- Нижегородская область,
- Алтайский край,
- Амурская область,
- г. Санкт-Петербург.

Сравнение проводилось в пятибалльной шкале по следующим критериям:

1. Работоспособность ссылок. Важно найти на самом сайте тот материал, который интересует посетителя.
2. Содержание/информативность.
3. Дизайн. Внешний вид сайта играет важную роль. Сайт должен выглядеть красиво и аккуратно, должен привлекать свое внимание и вызывать положительные эмоции своими цветами.
4. Функциональность. Навигация по сайту должна быть простой, понятной и удобной.
- 5.

Выводы

Высокие оценки были выставлены тем регионам, где видно, что сайт для конкурса создавался с нуля, он информативнее, удобнее в использовании и с лучшим дизайном. Низкие оценки у регионов, где внешний вид сайта не привлекает никакого внимания, и для конкурса отведена всего одна вкладка на сайте с информацией о нем. В сравнении победили сайты: г. Санкт-Петербурга, Иркутской и Самарской области [3-5].

Литература

1. Как создать хороший сайт: основные принципы и этапы [Электронный ресурс] // URL: <https://1ps.ru/articles/doc/0410306602742/> (дата обращения: 20.04.2021).
2. Большие вызовы/Регионы [Электронный ресурс] // URL: <https://konkurs.sochisirius.ru/regions> (дата обращения: 20.04.2021).
3. Большие вызовы. Региональный трек. Санкт-Петербург [Электронный ресурс] // URL: <https://bv.academtalant.ru/> (дата обращения: 20.04.2021).
4. Образовательный центр «Персей» [Электронный ресурс] // URL: <http://perseusirk.ru/bv/> (дата обращения: 20.04.2021).
5. Всероссийский конкурс проектов Большие вызовы [Электронный ресурс] // URL: <https://sochikonkurs.tilda.ws/> (дата обращения: 20.04.2021).
6. Жуков Д.Д., Камальдинова З.Ф. Разработка сайта поддержки регионального конкурса // В сб.: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.А. Прохорова. 2020. С. 486-490.



З.Ф. Камальдинова, Н.А. Князев, Г.А. Приставка, А.А. Яковлев, Я.А. Якунин

РАЗРАБОТКА КОРПОРАТИВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

(Самарский государственный технический университет)

На данный момент в сети Интернет существует множество различных ресурсов образовательной направленности. У всех есть свои плюсы и минусы. Этими ресурсами пользуются не только обучающиеся образовательных организаций, но и крупные компании. Часто возникают ситуации, при которых, у новых сотрудников не хватает опыта или компетенций для выполнения той или иной задачи. В таких ситуациях работодателю приходится отправлять сотрудника на курсы или тренинги. Работодатель может быть не уверен в эффективности данных курсов. Из – за этого часто возникают проблемы.

Мы предлагаем крупным компаниям не искать ресурсы на стороне и не подвергаться неоправданному риску, а использовать нашу разработку для обучения своих сотрудников. Платформа позволит сотрудникам компании проходить курсы и передавать свой опыт новым членам команды.

Актуальность работы заключается в том, что самые передовые знания размещаются на единой информационной платформе и доступны сотрудникам в любое удобное для них время.

Существуют аналоги разрабатываемой нами информационной системы, которые используются компаниями для обучения и повышения квалификации своих сотрудников, например, такие как ISpring Learn и GetCourse.

Цель работы: разработать корпоративный информационный портал для удовлетворения потребностей компаний в повышении компетенции своих сотрудников.

Frontend. Реализован как многостраничный сайт, с помощью HTML, CSS, JavaScript. После авторизации пользователю доступны такие пункты меню:

- Мои курсы;
- Программа обучения;
- Форум.

При авторизации со стороны администратора, открывается отдельная страница, на которой отображаются такие пункты меню как:

- Главная – она ничем не отличается от пользовательской. На ней отображаются новости компании и какие пользователи авторизированы в данный момент.

- Учебные материалы – здесь виден список созданных администратором курсов, с отображением количества человек проходящих каждый из них и датой добавления, и возможность добавлением новых. Это осуществляется через кнопку «создать курс», нажав на которую администратору будет предложено выбрать название курса и его область. После чего он сможет добавить в этот курс разделы и соответствующие им материалы.



- Отчеты – По окончании любого курса, работник обязательно проходит тестирование на усвоение материала. Результаты отдельных пользователей по каждому курсу будут видны в этой вкладке.

- Пользователи – тут отображаются все работники компании, пользующиеся данной платформой, каждому из которых администратор может написать сообщение.

- Сообщения – здесь отображаются все чаты, начатые с каким-либо пользователем.

Backend. Наш проект является Maven Spring MVC приложением, что определяет в том числе и папочную структуру приложения. Apache Maven — фреймворк для автоматизации сборки проектов на основе описания их структуры в файлах на языке POM, являющемся подмножеством XML.

Ещё одно достоинство проекта — гибкое управление зависимостями. Maven умеет подгружать в свой локальный репозиторий сторонние библиотеки, выбирать необходимую версию пакета, обрабатывать транзитивные зависимости.

- Model (Модель) инкапсулирует (объединяет) данные приложения, в целом они будут состоять из POJO («Старых добрых Java-объектов», или бинов).

- View (Отображение, Вид) отвечает за отображение данных Модели, — как правило, генерируя HTML, которые мы видим в своём браузере.

- Controller (Контроллер) обрабатывает запрос пользователя, создаёт соответствующую Модель и передаёт её для отображения в Вид.

DispatcherServlet – важная часть Spring MVC приложения.

Вся логика работы Spring MVC построена вокруг DispatcherServlet, который принимает и обрабатывает все HTTP-запросы (из UI) и ответы на них.

База данных. В приложении используется база данных реляционного типа, нормализованная до стадии Бойса-Кода. Интеграция базы данных в структуру приложения реализована за счет стандартных функций для IntelliJ IDEA и разработана посредством PostgreSQL. На данном этапе разработки созданы отдельные отношения для правильной работы БД без потери данных, функционирующих для размещения и непосредственного выполнения курсов.

Организация локального сервера осуществлена с помощью Tomcat — это контейнер сервлетов с открытым исходным кодом, который также выполняет функцию веб-сервера. У Tomcat есть компоненты, выполняющие определенные функции, которые мы использовали в web-приложении.

Литература

1. Уоллс К. Spring в действии / ДМК Пресс, 2013. – 754 с.
2. Блох Дж. Java, Эффективное программирование/ДМК-Пресс, 2019. – 466 с.
3. Жуков Д.Д., Камальдинова З.Ф. Разработка сайта поддержки регионального конкурса // В сб.: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.А. Прохорова. 2020. С. 486-490.



С.О. Кашкинов, Д.В. Еленев

ПРОБЛЕМА УЧЕТА ПОСЕЩАЕМОСТИ ЗАНЯТИЙ В BIGBLUEBUTTON

(Самарский университет)

В течение 2020 года в связи с распространением новой коронавирусной инфекции дистанционный формат проведения занятий стал занимать существенную долю в образовательном процессе университетов. Применение дистанционных образовательных технологий позволяет сократить издержки на проведение аудиторных занятий и позволяют обучающимся получать знания и полезные навыки находясь на удалении от учебного заведения. Множество курсов, учебных программ в университетах и колледжах, различные конференции зачастую проводятся в режиме онлайн с помощью различных платформ электронного обучения.

Для организации взаимодействия студентов и преподавателей необходимо использовать различные программные продукты и системы для организации видеоконференций. Одной из самых популярных программ такого рода является BigBlueButton — открытое программное обеспечение для проведения веб-конференций [1]. Система разработана в первую очередь для дистанционного обучения и нашла широкое применение в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева (Самарский университет) и других вузах.

Проведение занятий с использованием BigBlueButton имеет несколько технических ограничений. К наиболее существенным относятся ограничение на количество одновременно работающих комнат (сессий, или проводимых занятий) и на количество пользователей в одной комнате (максимально до 100 пользователей). Для проведения большего количества одновременных сессий работы в Самарском университете применяется автоматический балансировщик нагрузки, распределяющий создаваемые сессии по пулу имеющихся отдельных виртуальных серверов. Для входа в систему BigBlueButton используется единая система аутентификации пользователей электронной информационно-образовательной среды Самарского университета, построенная с использованием технологии Active Directory на основе кадрового учета.

При проведении занятий преподаватель отмечает студентов, присутствующих на занятии, для чего используется функционал личных кабинетов работников и обучающихся – корпоративного web-приложения Самарского университета [2]. Однако учет посещаемости с проставлением отметок в электронном журнале учета посещаемости и успеваемости (рисунок 1) производится в ручном режиме. В случаях, когда занятия проводятся для малых групп с аудиторией не более 10 человек, то это не составляет труда, но при работе с аудиторией в несколько десятков человек, например, при потоковых лекциях, процесс учета посещаемости не только становится трудоемким процессом, но и еще отнимает время проведения занятий.

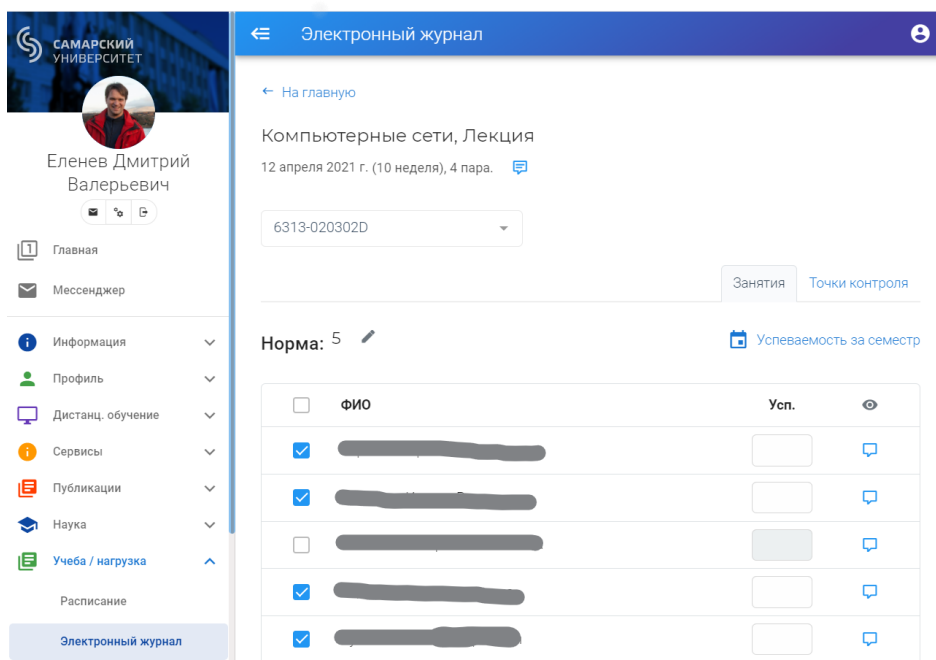


Рисунок 1 – Учет посещаемости в ЛК преподавателя

В связи с этим была поставлена задача автоматизации учета посещаемости путем разработки дополнительных модулей, обеспечивающих автоматическую фиксацию входа и присутствия пользователей в заранее определенных комнатах. Адрес комнаты считается заранее известным и предоставленным преподавателем.

Система автоматического учета посещаемости ориентирована на решение следующих задач:

1. Получение расписания групп из базы данных личных кабинетов.
2. Обращивание полученных данных в классы Java.
3. Анализ лог-файла и обращивание необходимых данных в Java классы.
4. Сопоставление данных расписания и лог-файла.
5. Анализ полученной информации и сохранение учета посещаемости в БД.

Данные задачи стали отражением анализа существующих методов взаимодействия с BigBlueButton.

Существуют несколько методов получения информации из сервера BBB:

1. Работа с API BBB. BigBlueButton предоставляет API для взаимодействия со своим сервером. Форма отправки запроса показана на рисунке 2.

```
https://доменное_имя_сервера_bbb/bigbluebutton/api/метод_api?параметр=1&checksum=123
```

Рисунок 2 – Шаблон запроса на сервер BBB

Checksum представляет из себя контрольную сумму полученную методом SHA1 из строки, в которую входят:



- имя вызова (метод api),
- строка запроса (параметра),
- секрет (общий секрет безопасности, который можно получить из вашего сервера ВВВ), из всей этой строки получается.

API ВВВ больше подходит для интеграции BigBlueButton в другое приложение, так как там есть методы предоставления записей, получение конфигурации и присоединения к митингу, а не получения статистики по посещаемости комнат обучающимися.

2. Анализ лог-файла bbb-web.log. Данные в лог-файле можно разделить на абстрактные блоки. Каждый блок – это отдельное действие происходящее на сервере. Рассмотрим на примере присоединение нового участника конференции (рисунок 2). Каждая новая строка начинается с указания времени в java типе DateTime. Первой строкой идет название вызванного метода API. После этого идет проверка переданной checksum и checksum посчитанной на сервере. Если checksum одинаковая, то указываются данные сессии и привязка определенных данных к подключающемуся пользователю.

По данному лог-файлу можно проследить, когда создается отдельная сессия, какое у него название и кто к нему подключается, поэтому данный способ оказался приоритетным для решения задачи учета посещаемости в режиме онлайн на платформе ВВВ.

```
2021-04-26T01:47:46.390-05:00 DEBUG o.b.web.controllers.ApiController - ApiController#join
2021-04-26T01:47:46.391-05:00 INFO o.b.api.ParamsProcessorUtil - CHECKSUM=c4d8d3f379c8ffcf4070bf0ac92abfcd44770ca0 length=40
2021-04-26T01:47:46.392-05:00 INFO o.b.api.ParamsProcessorUtil - CHECKSUM=c4d8d3f379c8ffcf4070bf0ac92abfcd44770ca0 length=40
2021-04-26T01:47:46.392-05:00 INFO o.b.web.controllers.ApiController - Retrieving meeting cf82cc67a2f800f70208dc50cd269f5c028ec9fa
2021-04-26T01:47:46.393-05:00 INFO o.b.web.controllers.ApiController - Session sessionToken for User 6006197 [null]
2021-04-26T01:47:46.394-05:00 INFO o.b.web.controllers.ApiController - Session user-token for User 6006197 [null]
2021-04-26T01:47:46.396-05:00 INFO o.b.web.controllers.ApiController - --analytics-- data={"extMeetingid":"random-4052213","logCode":"join_api","name":"User
6006197","sessionToken":"qeou1ovfm48zpsrb","description":"Handle JOIN API.", "meetingid":"cf82cc67a2f800f70208dc50cd269f5c028ec9fa-1619419481777","userid":"w_ppwhjxt21nv7"}
2021-04-26T01:47:46.397-05:00 INFO o.b.web.controllers.ApiController - Redirecting to http://10.0.2.15/html5client/join?sessionToken=qeou1ovfm48zpsrb
```

Рисунок 2 – Пример блока присоединения нового участника

На основе выбранного способа можно продемонстрировать пошаговый словесный алгоритм работы данной программы:

1. Приложение разворачивается на сервере с ВВВ.
2. Из базы данных достаются расписание по группам на сегодняшний день вместе с списком студентов этих групп.
3. Для большего удобства анализа полученные данные помещаются в Java классы: название группы, список <студент: имя>, список <занятия: название, время, url ссылка на серверную комнату>.
4. Запрашивается информация из лог-файла bbb-web.log.
5. Необходимая информация извлекается из этого файла: время события, тип события (создание митинга, добавление пользователя к митингу, удаление к митингу), основные данные по произошедшему событию.
6. Полученные данные анализируются, каждой сессии определяется свой Java объект вида: идентификатор сессии, название, url комнаты создания (у каждого преподавателя есть своя комната, от которой создается сессия), спи-



сок присутствующих пользователей (студентов), время начала, время окончания.

7. Сопоставляем данные из расписания и списки студентов группы с теми, что получились при анализе. Сопоставление происходит по URL комнаты и времени начала занятия. Все студенты, не присутствующие на занятиях, удаляются из списков.

8. Получившиеся списки студентов отправляются в БД расписания.

Литература

1. API BigBlueButton [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.bigbluebutton.org/dev/api.html> (дата обращения: 15.04.2020).

2. Еленев Д.В., Линник А.О. Личные кабинеты научно-педагогических работников университета // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 2-5. С. 964-969.

Д.Д. Князева, Д.А. Попова-Коварцева

ПРОГРАММНЫЙ ТРЕНАЖЕР «ОПЕРАЦИИ РЕЛЯЦИОННОЙ АЛГЕБРЫ»

(Самарский университет)

Информация и данные в современном обществе рассматриваются как жизненно важные, ключевые ресурсы. Базы данных составляют основу информационных банковских систем, систем управления качеством, систем бронирования и многих других. Отсюда логично вытекает потребность в кадрах, имеющих навыки создания, отладки, модернизации, обслуживания баз данных.

Реляционная модель баз данных получила широкое распространение поскольку характеризуется простотой структуры данных, удобным для пользователя табличным представлением и возможностью использования формального аппарата алгебры отношений и реляционного исчисления для обработки данных. Несмотря на кажущуюся простоту, очень часто обучающиеся испытывают трудности при освоении практикума по применению операций реляционной алгебры над данными. Поэтому разработка тренажера, который позволит студентам отрабатывать знания на практике без необходимости ожидания проверки выполненного задания преподавателем, является актуальной задачей.

Реляционная алгебра задает набор операторов для выполнения операций над реляционными отношениями. Операции реляционной алгебры можно разделить на две группы: *базовые теоретико-множественные* и *специальные реляционные*.

1. Первая группа операций включает в себя операторы, представляющие собой традиционные операции над множествами, а именно:

- объединение отношений;
- пересечение отношений;
- разность (вычитание) отношений;



- декартово произведение отношений.
- 2. Вторая группа представляет собой специальные реляционные операторы:
 - выборка (селекция);
 - проекция;
 - соединение отношений;
 - деление отношений.

Операции реляционной алгебры могут выполняться над одним (унарная операция) или двумя отношениями (бинарная операция). При выполнении бинарной операции участвующие в операциях отношения должны быть совместимы по структуре (схемы отношений должны быть одинаковыми).

Программный тренажер «Операции реляционной алгебры» предоставляет обучающимся возможности изучения теоретической информации, выполнения операций реляционной алгебры над заданными таблицами, оценивания правильности выполнения своей работы. Преподаватель может просматривать результаты работы студентов.

В разработанной системе приняты следующие схемы записи операций:

- Проекция: $\text{projection}(R)(A_1, A_2, \dots, A_n)$, где R – корректное выражение или имя таблицы из задания, A_i – имя i -го элемента схемы таблицы (название столбца).
- Выборка: $\text{selection}(R)(C)$, где R – корректное выражение или имя таблицы из задания, C – условное выражение.
- Объединение: $\text{union}(R_1)(R_2)$, где R_1, R_2 – корректные выражения или имена таблиц из задания.
- Пересечение: $\text{intersect}(R_1)(R_2)$, где R_1, R_2 – корректные выражения или имена таблиц из задания.
- Разность: $\text{minus}(R_1)(R_2)$, где R_1, R_2 – корректные выражения или имена таблиц из задания.
- Декартово произведение: $\text{product}(R_1)(R_2)$, где R_1, R_2 – корректные выражения или имена таблиц из задания.
- Соединение: $\text{join}(R_1)(R_2)(C)$, где R_1, R_2 – корректные выражения или имена таблиц из задания, C – условное выражение.

В системе существует набор предметных областей, на основе которых строятся задания. При запуске каждого из заданий считывается его контекст – описание предметной области и набор таблиц. На рисунке 1 представлен пример решения задания по выбранной предметной области «Морской порт».



Решение задачи

Удачное решение!

Морской порт. Задание 5. Получить список кораблей, которые отмечены во фрахтовках и содержатся в базе кораблей.

Информационная база морского порта.
Состав базы данных:
Корабли (Идентификатор корабля, Регистрационный номер, Название, Грузоподъемность, Дата спуска на воду),
Маршруты (Идентификатор маршрута, Место убытия, Место прибытия, Таможенная декларация, Дата убытия, Дата прибытия),
Грузы (Идентификатор груза, Наименование, Ценность, Вес, Регистрационный номер, Скоропортченность),
Фрахтовки (Идентификатор корабля, Название корабля, Наименование, Дата загрузки).

Данные таблицы:

Cargo					
IdCargo	Name	NumberOfRegistration	Perishability	Value	Weight
2	Лосось	654852	20	2000000	2000
3	Крабы	258951	30	3000000	3000
1	Креветки	456852	10	1000000	1000
4	Осьминоги	985175	20	4000000	4000
5	Мидии	769584	40	3000000	5000

Выражение:
intersect(projection(Boat)(BoatName))(projection(Freightage)(BoatName))

Выполнить

Шаблоны операций:
Замена шаблона '{}' № 1

σ π ∪ ∩ \ × ∩ Очистить

Результат

BoatName
Александр Невский
Наутилус
Крейсер Аврора

Рис. 1. Пример решения задания в выбранной предметной области

Пользователь вводит выражение, требуемое по условию задания, в поле с соответствующей надписью и нажимает кнопку «Выполнить» (рисунок 1). Считанная системой операция сравнивается с существующими – прописанными программно.

В зависимости от того какая операция была введена, определяются правила разбора переданных аргументов. Выражение в скобках может содержать разное количество аргументов, также внутри могут содержаться либо другие выражения, либо список строк, либо условное выражение. На рисунке 2 приведен пример операции пересечения, где оба переданных аргумента являются выражениями – $projection(Boat)(BoatName)$ и $projection(Freightage)(BoatName)$.

Выражение:
intersect(projection(Boat)(BoatName))(projection(Freightage)(BoatName))

Выполнить

Рис. 2. Пример записанного выражения для получения решения

Если выражение в скобках содержит список строк, то он разбирается последовательно.

В случае условного выражения, например $selection(Cargo)(Name='Осьминоги')$, производится его разбор согласно стандартному виду и общеизвестным приоритетам логических операций.

По итогу вычисления всех аргументов, а именно сведения к именам таблиц, выделения логических операций и условных выражений, производится вычисление.

Для каждого задания программно задана таблица-ответ. Результат, полученный после выполнения записанного пользователем выражения, сравнивает-



ся с ответом. Сравнение двух таблиц производится по правилам реляционной алгебры. В связи с этим, чтобы произвести сравнение двух таблиц, сначала сравниваются их схемы – названия столбцов и их типы, строки (строки и столбцы не упорядочены). Только после этого сопоставляются строки. Результатом работы алгоритма является выведенная таблица.

При обнаружении логических ошибок система известит о типе ошибке и возможной причине возникновения.

В системе предусмотрены ошибки следующего типа:

- несогласованность скобок;
- несовпадение схем таблиц;
- передача неверного количества параметров;
- передача несуществующих параметров;
- неправильное имя таблицы;
- нелогичная последовательность операторов и скобок.

На рисунке 3 приведен пример реакции системы на синтаксическую ошибку в выражении.

Выражение:

```
selection(Cargo)((Name='Осьминоги'), Boat)
```

Выполнить

Шаблоны операций:

Замена всех шаблонов Замена шаблона '{}' №

– 1 +

σ π ∪ ∩ \ × ⋈ Оч

Результат

Ошибка! Выборка. ; Не получилось распознать условие. Возможно, ошибка синтаксиса

Рис. 3. Сообщение об ошибке синтаксиса

Работа в программном тренажере поможет обучающимся получить большей практический опыт- наглядно представить результаты заданных ими выражений и самостоятельно контролировать корректность и правильность производимых операций, даст возможность самим разобраться в логике операций реляционной алгебры.

Литература

1 Попова-Коварцева, Д.А. Основы проектирования баз данных [Текст]: учебное пособие/Д.А. Попова-Коварцева, Е.В. Сопченко. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2019. – 109 с.



О.В. Мельничук, Е.В. Ларионова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ОБУЧАЮЩИМИСЯ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Пандемия новой коронавирусной инфекции вызвала изменения в учебно-методическом процессе в высших учебных заведениях и повлияла на взаимодействие между преподавателями и студентами. Наиболее актуальным стал вопрос внедрения в учебный процесс дистанционных форм обучения. Такие формы обучения должны соответствовать требованиям федеральных образовательных стандартов высшего образования. Проведение лабораторно-практических занятий по техническим дисциплинам предусматривает обязательное проведение эксперимента, данные которого должны быть обработаны и представлены в соответствии с целями и задачами занятия.

В ситуации, когда проведение эксперимента в реальной лаборатории на специальном учебном стенде невозможно, есть способ провести этот эксперимент виртуально, т.е. смоделировать реальные процессы, протекающие в электрических цепях с помощью пакетов схемотехнического моделирования. В этом случае виртуальный эксперимент полностью отображает процессы, протекающие в реальной цепи, параметры её элементов; существует возможность интеграции в цепь-модель измерительных приборов и анализа цепи в различных режимах её работы [1].

Оценить качество освоенных компетенций при работе в дистанционном формате не представляет особого труда [2]. В рамках работы с виртуальной лабораторией, также оцениваются входные и выходные компетенции, усвоение теоретического материала, умения практической реализации полученных знаний, навыки сборки схем, построения графиков, диаграмм, умения анализировать полученную в ходе эксперимента информацию. Так, например, исследование электрических цепей постоянного тока можно осуществить с помощью пакета схемотехнического моделирования Micro-CAP [3]. Целью такой работы является экспериментальная проверка первого и второго законов Кирхгофа, проверка принципа наложения и теоремы об эквивалентном генераторе в линейных цепях постоянного тока (рис. 1, *a*).

В ходе выполнения лабораторной работы, в пакете схемотехнического моделирования Micro-CAP собирается разветвленная линейная электрическая цепь постоянного тока с двумя источниками электрической энергии (рис. 1.1, *б*). Параметры элементов схемы R_i , E_i (рис. 1, *a*) могут выдаваться преподавателем каждому студенту индивидуально или группе студентов бригадно. Для определения значений токов и потенциалов узлов цепи, необходимо запустить динамический анализ по постоянному току (Analysis/Dynamic DC). Результаты анализа представлены на рис.1, *б*.

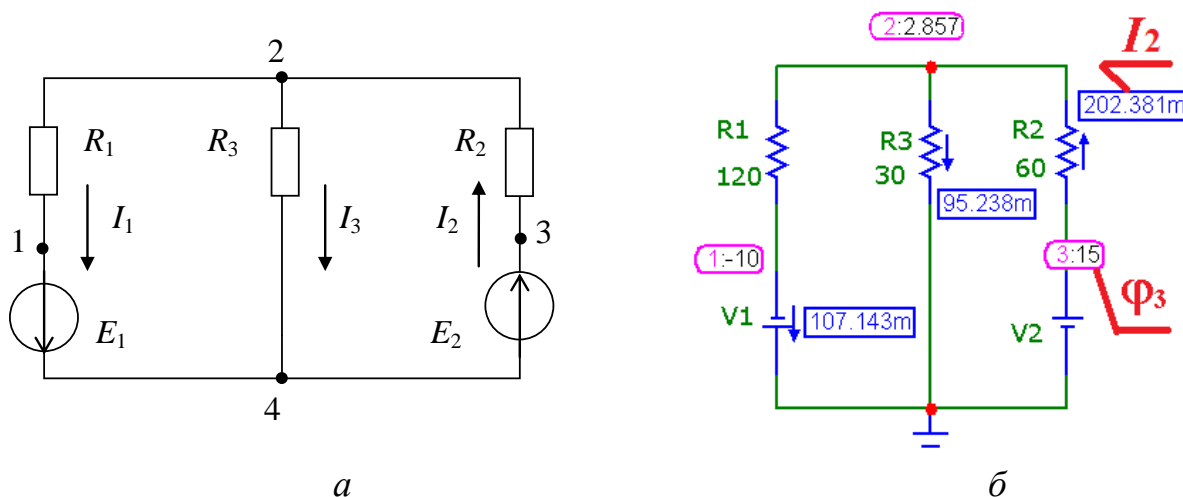


Рис. 1

Перечень используемых для построения схемы компонентов и их местонахождение (путь) указаны в таблице 1.

Таблица 1

	Компоненты	Путь	Параметры
	Источник постоянного напряжения	Component/Analog Primitives/Waveform Sources/Battery	Value: величина ЭДС E
	Резистор	Component/Analog Primitives/Passive Components/Resistor	Value – величина сопротивления R
	Земля	Component/Analog Primitives/Connectors/Ground	

На рисунке 2 показано дополнительное меню, необходимое для выполнения лабораторной работы:

- пиктограмма 1 – для соединения элементов;
- пиктограмма 2 – для простановки номеров узлов в собранной схеме.

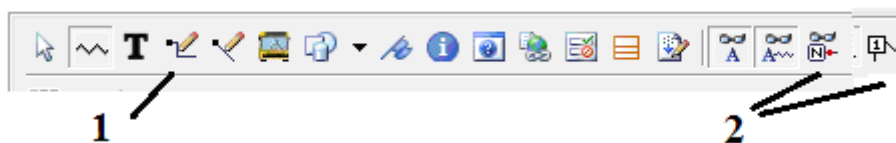


Рис. 2

В результате выполнения данной виртуальной лабораторной работы студенты должны:

- знать основные методы проведения экспериментов с электротехническими устройствами с помощью пакетов схемотехнического моделирования;
- уметь выполнять простейшие электрические расчеты;
- иметь навыки составления математических моделей для расчета электрических цепей, оценки достоверности получаемых результатов и обработки результатов эксперимента.



Применение виртуальных лабораторий в организации учебного процесса позволяет расширить рамки возможностей при проведении лабораторных и исследовательских работ, которые в данный момент могут быть ограничены возможностями лабораторного оборудования. Поскольку современный мир невозможно представить без цифровых средств (информационных, измерительных, развлекательных и т.д.), то это также поможет заинтересовать студентов, изучающих предмет дистанционно и увеличить возможности преподавателей при проведении экспериментов по более широкому диапазону учебного материала.

Литература

1. Мельничук О.В., Крымская Т.М., Ахмадеев Р.В. Программа схемотехнического моделирования MICROCAP и электронное обучение будущих инженеров // Современное образование: практико-ориентированные технологии подготовки инженерных кадров: Материалы международной научно-практической конференции. – Томск: Томский государственный университет систем управления и электроники. – 2015. – С.146-147.

2. Аспекты реализации электронного обучения при преподавании электротехники / И.В. Вавилова, И.Е. Чечулина, В.С. Лукманов, А.Р. Фатхиев // Современное образование: качество образования и актуальные проблемы современной высшей школы: материалы междунар. науч.-метод. конф. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2019. – С. 107–108.

3. Мельничук О.В. Информационные технологии повышения качества образования: внедрение пакетов компьютерного моделирования в учебный процесс вуза / О.В. Мельничук, Т.М. Крымская, Р.В. Ахмадеев // Современное образование: повышение профессиональной компетентности преподавателей вуза – гарантия обеспечения качества образования: материалы междунар. науч.-метод. конф. - Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2018. – С.207-208.

Ж.А. Михайлова, Е. И. Чигарина

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР ДАННЫХ В ДИНАМИЧЕСКОЙ БАЗЕ ДАННЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

(Самарский университет)

Целью работы является исследование использования различных структур данных при реализации динамической базы данных для решения задачи автоматизации тестирования обучающихся.

Динамическая база данных – это база данных, в которую время от времени требуется вносить изменения, отражающие изменения структуры описываемой системы [1].



Для создания динамических баз данных можно использовать такие способы, как языки искусственного интеллекта и средства создания и реализации баз данных различной структуры, включая Sql и NoSql ориентированные базы данных. В работе сделан анализ существующих баз данных NoSql, которые могут использоваться для создания динамических баз данных. Выделены такие типы баз данных, как графовые базы данных, колоночные, документно-ориентированные базы данных и базы данных «ключ-значение», рассмотрены их особенности с точки зрения организации хранения данных.

В ходе исследования выполнен анализ существующих видов тестовых заданий, используемых при обучении учащихся, и сделана их классификация в зависимости от видов вопросов и возможных способов ответов. Выделены две основные группы тестов - тесты закрытого типа и открытого типа. В свою очередь тесты закрытого типа делятся на тесты, в которых можно выбрать один вариант ответа, несколько вариантов ответа, а также установить соответствие и определить последовательность верных ответов. При описании тестов открытого типа имеется необходимость формулировки фразы, слова или символа, которые дополняют указанный контекст [2]. В результате сделан вывод, что в зависимости от выбранного вида теста происходит изменение структуры схемы данных при хранении тестов в базе данных.

В отличие от реляционной базы данных, в которой используется фиксированная, не изменяемая, структура в виде совокупности взаимосвязанных отношений, базы данных NoSql позволяют использовать динамические структуры данных, которые дают возможность организовать структуру динамических баз данных.

В ходе исследования для определения особенностей структур данных при хранении были реализованы реляционная и нереляционные базы данных для всех видов тестов на примере теста, используемого для контроля знаний, обучающихся по одной из тем при изучении математики. Тест имеет одинаковое количество вопросов и вариантов ответов, только имеет разные формы записи ответов в зависимости от вида теста. При реализации баз данных использованы средства СУБД Microsoft SQL Server, MongoDB, Amazon DynamoDB, Apache Cassandra. Для каждой схемы данных, используемой для описания различных видов теста, определен объем памяти необходимый при хранении данных.

MongoDB реализует документно-ориентированную модель хранения данных. Хранение записи осуществляется в документе JSON [3]. Для документно-ориентированной базы данных определен вид коллекций данных.

В работе с помощью графического интерфейса MongoDB Compass были реализованы шесть коллекций для каждого вида теста: testOne, testMany, testSequence, testConformaty, testForFreeAdding, testForAdding. Коллекция – это группа документов MongoDB. Все документы в коллекции созданы для одной цели, а именно для хранения информации о каждом вопросе в тесте. Кроме этого в документе содержится ещё одна коллекция, хранящая в себе информацию о номере ответа и его описании для соответствующего вопроса. А также документ в коллекции содержит различные поля – название теста, количество во-



просов и время прохождения тестирования. Документ – это набор пар “ключ – значение”. Документ имеет динамическую схему. Это означает, что документ в одной и той же коллекции не обязан иметь одинаковый набор полей или структуру, а общие поля в коллекции могут иметь различные типы данных. Среднее значение объёма памяти для документно-ориентированной базы данных, в которой содержатся все виды тестов, составляет 12,7 Kb.

Amazon DynamoDB – СУБД класса NoSQL в формате «ключ — значение». Данная СУБД может масштабировать ресурсы таблицы на большое количество серверов в различных зонах доступности для удовлетворения потребностей в хранении. Хранение записи, как и в MongoDB осуществляется в документе JSON. [4]. База данных «ключ-значение». использует три основных модуля модели данных: таблицы, элементы и атрибуты. В ходе исследования, как и для документно-ориентированной базы данных были реализованы шесть документов: testOne, testMany, testSequence, testConformaty, testForFreeAdding, testForAdding. Каждый документ хранить в себе соответствующее число таблиц. Например, документ testOne, предназначенный для хранения информации теста с выбором одного варианта ответа, содержит в себе такие таблицы, как Учебный предмет, Тест, Вопрос и Ответ. Таблицы в DynamoDB - это коллекции элементов, а элементы - это коллекции атрибутов. Атрибуты - это базовые элементы информации, например, пары ключ-значение. Среднее значение объёма памяти для базы данных «ключ-значение», в котором содержатся все виды тестов, составляет 11,9 Kb.

Apache Cassandra - это СУБД, реализующая колоночную базу данных с открытым исходным кодом. Хранение данных осуществляется на одном сервере, известен как кластер Cassandra. Модель данных Cassandra, основана на комбинации столбцовых семейств в пространство ключей. В работе были реализованы шесть пространств ключей - Keyspace: testOne, testMany, testSequence, testConformaty, testForFreeAdding, testForAdding. Каждый KeySpace хранит в себе соответствующее число колонок. Например, KeySpce testMany хранит в себе пять колоночных семейств– Учебный предмет, Тест, Вопрос, Ответ и Правильные варианты ответа. Среднее значение объёма памяти для колоночных баз данных, в котором содержатся все виды тестов, составляет 11,3 Kb [5].

Для реализации графовых баз данных используются в настоящее время такие СУБД, как Neo4j, а также СУБД реляционного типа с расширением возможностей работы с графовыми таблицами. Для реализации таких таблиц в Ms Sql Server используются таблицы двух видов - таблицы узлов и таблицы рёбер [6].

Графовая модель данных для всех видов тестов на логическом уровне представляет собой направленный граф, состоящий из узлов и ребер. Узлы соответствуют объектам базы данных, а ребра – связям между этими объектами. В отличие от других моделей данных, в графовых базах данных в приоритете взаимосвязи между сущностями. Поэтому не требуется вычислять связи с помощью внешних ключей или какими-то другими способами. Можно создавать сложные модели данных, используя только абстракции вершин и ребер [7].



Графовая структура данных реализована средствами СУБД Ms Sql Server 2017, как совокупность взаимосвязанных графовых таблиц. Вершины и ребра графа представляются в виде новых типов таблиц: NODE и EDGE. Для запросов к графу используется новая функция T-SQL под названием MATCH(). В ходе исследования было создано девятнадцать узлов и восемнадцать рёбер. Хранение данной графовой модели осуществляется в одной базе данных. Среднее значение объёма памяти составляет 2,175 Мб.

Используя реляционную структуру данных, динамические базы данных можно реализовать, применяя категориальные связи и понятия схем и подсхем данных. В общем случае, схема базы данных - это описание базы данных, а подсхема — это часть описания базы данных, которая для динамических баз данных может быть использована для описания вариантов, изменяющихся структур данных. Схема, как объект базы данных, представляет собой контейнер различных объектов, включая таблицы, представления и другие объекты. С помощью этого понятия можно описать часть общей структуры данных, используемый конкретным пользователем. Реляционная структура данных для задачи тестирования была реализована средствами СУБД Ms Sql Server 2017. При описании реляционной модели использовано Case-средство ERWin. В ходе анализа были реализованы семь подсхем данных, объединённых в единую схему данных. Каждая подсхема хранит в себе информацию о соответствующем виде тестирования. Всего было создано восемнадцать сущностей в реляционной модели данных. Общий объём памяти для всей схемы базы данных составляет 11,376. А в среднем на одну подсхему выделяется 1,9 Мб.

Таким образом, в ходе исследования, было получено, что для решения задачи тестирования средний объём памяти, требуемый для хранения теста в реляционной и графовой структуре данных больше по сравнению со структурами документно-ориентированными, «ключ-значение» и колоночными. При этом из последних трёх названных структур наиболее экономичной является колоночная структура, реализуемая средствами СУБД Apache Cassandra.

Литература

1. Беляков А.Ю. Динамические базы данных: учеб. пособие / А.Ю. Беляков. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2017. – 122 с.
2. Виды тестовых заданий, которые можно использовать для оценки знаний учеников и студентов. Как правильно сформулировать тестовые задания? [Электронный ресурс] / Pedsovet.su– URL: https://pedsovet.su/metodika/5976_vidy_i_formy_pedagogicheskikh_testov
3. Кайл Бэнкер Почему именно MongoDB / Кайл Бэнкер – М.: ДМК Пресс, 2012. - 394с
4. Benefits of Amazon DynamoDB [Электронный ресурс] / CMARIX– <https://www.cmarix.com/blog/benefits-of-amazon-dynamodb/>
5. Что такое Apache Cassandra? [Электронный ресурс] / SCYLLA– URL <https://www.scylladb.com/resources/introduction-to-apache-cassandra/>



6. Введение в графовые базы данных SQL Server 2017 [Электронный ресурс] / Хабр– URL: <https://habr.com/ru/company/otus/blog/518586/>

7. Графовые базы данных SQL Server [Электронный ресурс] / SQL Задачи и решения– URL: http://www.sql-tutorial.ru/ru/book_sql_server_graph_databases.html

Г. Мирзаматова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ТУРИСТИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОСТИ В РЕГИОНАХ УЗБЕКИСТАНА

(Многопрофильный техникум г.Маргилан, Узбекистан)

Аннотация: В данной статье дается обзор теоретико-методологических вопросов рекреационного туризма в регионах, интегральная оценка потенциала туристических достопримечательностей, лучшие мировые практики эффективного использования туристических достопримечательностей.

Ключевые слова: туризм, рекреация, механизм, экономика, доход, развитие.

Из мирового опыта хорошо известно, что экономики развивающихся стран обладают огромным потенциалом и потенциалом для развития в краткосрочной перспективе благодаря индустрии туризма и становятся основным источником дохода. В нашей стране с большим туристическим потенциалом также возможно достижение макроэкономической стабильности и развития на основе этого потенциала. Об этом свидетельствуют меры, принятые президентом и правительством страны, а также разработанные программы. Есть также большие возможности для поднятия этой сферы на более высокий уровень и дальнейшего развития экономики страны.

В целях повышения эффективности и результативности рекреационного туризма в каждом регионе в стране ведется систематическая работа. В частности, развитие рекреационного туризма, повышение качества рекреационных услуг, всестороннее вовлечение туристов в систему рекреационного туризма, создание благоприятных условий для привлечения иностранных и местных туристов в регион, ускоренное развитие современной инфраструктуры, расширение туристических, гостиничных и транспортных услуг. и Указ Президента Республики Узбекистан от 5 декабря 2017 года «О создании свободной туристической зоны Чарвак» F-5273-датированное сегодня, рекреационный туризм в качестве примера системы, реализованной в этой области. Исследование предполагает создание на территории свободной туристической зоны современных гостиничных комплексов, других культурных, рекреационных, коммерческих, рекреационных и туристических объектов, а также создание современной инженерной инфраструктуры.



Слово «рекреация» происходит от латинского языка (рекреационного) и относится к восстановлению рабочей силы человека во время восстановления. Концепция рекреационной деятельности была изучена рядом исследователей в области исследований, и имеет различные подходы к ней.

Российские ученые А.М.Вититнев, Л.Б.Джуравлева утверждают, что термин «отдых» впервые был введен в научной литературе в США в 90-х годах XIX века: отдых и отдых, восстановление здоровья, восстановление здоровья и место, где осуществляется эта деятельность.

По словам В.Квартальнова, рекреационная деятельность - это процесс повышения физических, интеллектуальных и эмоциональных сил человека. По данным Национального центра исследований туристической политики США, рекреационные мероприятия - это использование свободного времени для личного пользования.

Рекреационная деятельность представляет собой медико-научную дисциплину, природно-климатические и заранее сформированные физические факторы, их функционирование в организме человека, лечение и профилактику заболеваний, и ее целью является улучшение здоровья.

По нашему мнению, рекреационная деятельность - это использование природно-рекреационных ресурсов и национальных рекреационных комплексов (санаторно-курортная инфраструктура и кадровые ресурсы) на рациональной основе для здоровья населения (индусального и социального).

Важно использовать экономическую оценку для формулирования методологических подходов к комплексной оценке туристско-рекреационного потенциала регионов. Экономическая оценка существующих туристско-рекреационных ресурсов служит основой для определения возможностей с точки зрения эффективности использования имеющихся ресурсов региона. Это помогает определить реальный и потенциальный потенциал региона.

На наш взгляд, желательно включить экологическую оценку в рамках методологических подходов к комплексной оценке туристских ресурсов в регионах. Экология региона показывает уровень воздействия окружающей среды и влияние антропогенных факторов на благоприятные условия туристической деятельности.

Основным методом экологической оценки является мониторинг загрязнения окружающей среды (земельные, водные и лесные объекты). Кроме того, важно выявить негативное воздействие производственных объектов, риск экологических катастроф и другие. Результаты экологической оценки определяют ограничения использования ресурсного потенциала региона для развития туризма. Экологическая экспансия региона способствует развитию экологического и сельского туризма.

Текущие программы экономического развития, в том числе туристические, основаны на принципах кластеризации. Региональные группы стремятся продвигать инновации, разрабатывать новые туристические маршруты и повышать синергетический эффект за счет более продуктивной работы всех участников кластера. Комплексный подход к оценке туристско-рекреационного по-



тенциала региона может быть полностью реализован при выявлении региональных туристических групп.

Одним из перспективных подходов к комплексной оценке туристско-рекреационного потенциала регионов может стать экосистемный подход. Экосистемные услуги - это преимущества потребителей (правительства, бизнеса, туристов) в использовании природных экосистемных источников. Оценка стоимости экосистемных услуг имеет решающее значение для обоснования финансовых затрат на использование ресурсов, приблизительной выгоды и вероятного ущерба, когда это необходимо для принятия частных решений.

Следует отметить, что низкий уровень экосистемных услуг может привести к нарушению экосистем, что может нанести ущерб регионам.

Литература

1. Хонкелдиева, К., & Фарохиiddинова, З. (2020). Оценка влияния рынка труда на уровень безработицы в республике Узбекистан. Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы [Текст]: материя, 37.
2. Хонкелдиева, К., & Фарохиiddинова, З. (2020). Гендерное равенство как ценность права. Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы [Текст]: материя, 61.
3. Хонкелдиева, К., & Маматкулова, Ф. (2020). Социально-экономические аспекты устойчивого развития предприятия. In Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы (pp. 36-37).
4. Хонкелдиева, К. (2020). Актуальные вопросы повышения экономического потенциала текстильной промышленности. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 13-15).
5. Хонкелдиева К., Абдусатторова З. Социальная инфраструктура как фактор социально-экономического развития региона //Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования. – 2020. – С. 17-18.
6. Хонкелдиева, К., & Толибжонова, М. (2020). Механизм формирования инновационного процесса в текстильном производстве как основа адаптации к процессам глобализации. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 15-16).
7. Хонкелдиева, К., & Мўйдинжонова, М. (2020). Необходимые условия обеспечения гендерного равенства. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 40-41).
8. Karimov, U., Kaxarov, S., Yokubjonov, S., & Ziyodov, D. (2018). Using new information technologies in distance learning system. In Новая промышленная революция в зеркале современной науки (pp. 9-11).
9. Abdurakhmonova, M. M., ugli Mirzayev, M. A., Karimov, U. U., & Karimova, G. Y. (2021). Information Culture And Ethical Education In The Globalization Century. The American Journal of Social Science and Education Innovations, 3(03), 384-388.



10. Butaboev, M. T., & Karimov, U. U. (2020). «Зелёная экономика». Мировой опыт и особенности развития в Узбекистане. *Theoretical & Applied Science*, (2), 704-710.
11. Каримова, Г. Й. (2018). Роль конституции в построении правового государства и гражданского общества. *Теория и практика современной науки*, (2), 161-163.
12. Karimov, U., & Abdurakhmon, A. (2017). Innovative information technology in education. *Форум молодых ученых*, (5), 9-12.
13. Karimov, U., & Ergasheva, D. (2020). Educational issues in the period of amir temur and temurids. *Теория и практика современной науки*, (5), 18-20.
14. Karimov, U., & Kasimov, I. (2018). The importance of modern information technologies in development of distance education. In *Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018)* (pp. 1186-1187).

М.Д. Сараева

БЕСПЛАТНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И РАЗВИТИЯ НА ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ WINDOWS

(Финансовый университет при Правительстве РФ)

Аннотация: Компьютерные обучающие программы – это вид программного обеспечения, главным назначением которого является реализация образовательных целей, которые рассчитаны на учебную программу как в рамках учебной программы, так и за ее пределами. Данная статья освещает ряд бесплатных обучающих и контролирующих программ на операционной системе Windows, которые предназначены на расширения знаний в различных сферах.

Ключевые слова: обучающие программы, информационные технологии.

Abstract: Computer training programs are a type of software, the main purpose of which is the implementation of educational goals that are designed for the curriculum both within the curriculum and beyond. This article highlights a lot of free training and monitoring programs on the Windows operating system, which are designed to expand knowledge in various fields.

Key words: training programs, information technologies.

В современном мире происходит масштабный процесс внедрения в практическую деятельность человека электронных устройств. Цифровые технологии крайне быстро развиваются и обновляются, открывая при этом неограниченные возможности для доступа к различным материалам и сервисам. В особенности это касается сферы образования, где программные технологии приобретают все большую актуальность и значимость. В рамках компьютерных программ решается множество задач, способствующих повышению уровня знания, усовершенствованию навыков и умений обучающихся, их склонностей и мотиваций. В то же время такие программы позволяют отследить показатели в отношении освоения изученного материала, общий уровень работоспособности



студентов и школьников, а также проанализировать их психофизические показатели, например: скорость принятия решений или уровень внимания.

Исходя из этого можно выделить следующие возможности использования компьютерных обучающих программ в процессе образования:

1. Наглядно-практическое применение и закрепление полученных знаний в ходе образовательного процесса.
2. Приобретение дополнительных умений и навыков, позволяющих проще осваивать учебный материал.
3. Осуществление самообразования, расширение кругозора и развитие творческого мышления.

Однако следует учесть тот факт, что результативность воздействия обучающих программ во многом зависит от точности, целесообразности, простоты изложения и от наличия иллюстративно-графических материалов. В связи с этим возникающие проблемы на пути использования компьютерных обучающих программ могут объясняться следующими причинами:

1. Отсутствие высококвалифицированных работников, которые смогли бы тщательно отслеживать и устранять возникающие неполадки и улучшать программное обеспечение в зависимости от поступающих предложений пользователей.
2. Недостаточная значимость индивидуальных особенностей учащихся.
3. Большинство улит не используют все возможности современных персональных компьютеров.
4. Сложность определения подходящего уровня приемлемости предлагаемого образовательного материала [2].

Среди наиболее полезных программ данной секции стоит отметить обучающие языковые приложения, способствующих расширению словарного запаса, освоению грамматики и упрощенном восприятии устной речи носителей языка; приложения для прохождения тестов с правилами дорожного движения, позволяющих проработать ошибки; тренеры для печати; переводчики и тд. Помимо улит для обучения существуют еще и полу-развлекательные, направленные на тренировку памяти и внимания или же те, что позволят изучить азы игры на музыкальных инструментах. Большинство разработчиков предоставляют образовательные программы платно, однако корпорация Windows предлагает ряд бесплатных образовательных приложений,

Одними из таких являются:

1. FluidMath – приложение, предназначенное для изучения и преподавания в математике. При помощи пера, которое видно под ленточным интерфейсом возможно преобразовывать ввод в текст при записи на экране. Эти простые жесты могут помочь создать графики и таблицы из рукописных выражений. FluidMath достаточно прост в использовании и может отлично подойти даже для школьников младших и средних классов. Тем самым, позволяя использовать все возможности пера и изучения математики и естественных наук при помощи интерактивных визуализаций и вычислений.



2. Power Planner – сервис от Microsoft, созданный для планирования проектов и задач, способствующий наиболее четко и равномерно распределить объем работ в коллективе между сотрудниками, либо для индивидуального пользования для постановки ежедневных целей и задач и многого другого.

3. Anki Web - программа для упрощенного запоминания слов, выражений и другой информации при помощи интервальных повторений. Еще одним преимущественным отличием данного приложения является то, что Anki поддерживает систему синхронизации данных, что значительно облегчает работу во время образовательного процесса. Размещая карточки с информацией пользователи имеют возможность синхронизировать ее между несколькими устройствами и работать сообща, в команде.

4. Microsoft Small Basic – специальный язык программирования, созданный для того, чтобы помочь студентам перейти от блочного кодирования к текстовому. В программе ясно изложены фундаментальные элементы простым языком.

5. Nearpod – учебно-программное обеспечение, которое позволяет студентам погрузиться в интерактивное обучение, при помощи виртуальной реальности различных 3D-объектов и моделирования. Такие интерактивные функции расширяют возможности ведения занятий и в большей степени привлекают студентов к активности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование таких приложений развивает интеллектуальные способности, активизирует творческий потенциал учащихся, развивает быстроту реакции, моторику рук, память, логическое мышление и моторную координацию. Следовательно, применение нетрадиционных программ в компьютерной системе в качестве самообразования или использования непосредственно в процессе обучения могут значительно повысить качество и его интенсификацию в целом. Такого рода программы важно внедрять в систему современного образования на федеральном уровне и дополнительно информировать учащихся об их существовании. Для наилучшего результата при использовании электронных ресурсов важно грамотно организовывать образовательное пространство, корректно подбирать игры и программы исходя из индивидуальных особенностей учащихся.

Литература

1. Уваров А.Ю.; Гейбл Э.; Дворецкая И.В.; Заславский И.М.; Карлов И.А.; Мерцалова Т.А.; Сергоманов П.А.; Фрумин И.Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования // Российское образование: достижения, вызовы, перспективы. 2018. – С 30-31

2. Компьютерные обучающие программы. Проблемы организации учебного процесса. // КиберЛенинка URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternye-obuchayushie-programmy-problemy-organizatsii-uchebnogo-protssessa/viewer> (дата обращения: 14.03.2021)

3. Применение компьютерных игр для обучения разработке программного обеспечения // КиберЛенинка URL:



<https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-kompyuternyh-igr-dlya-obucheniya-razrabotke-programmnogo-obespecheniya/viewer> (дата обращения: 14.03.2021)

К. Хонкелдиева, Х. Рахимова, У. Хасанхужаева

ПРЕСТУПНОСТЬ СРЕДИ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ – ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

(Ферганский государственный университет, Узбекистан)

Состояние преступности несовершеннолетних в нашей стране вызывает обоснованную тревогу в обществе. Характерной чертой преступлений несовершеннолетних становятся насилие и жестокость. При этом несовершеннолетние зачастую преступают тот предел насилия и жестокости, который в конкретной ситуации был бы вполне достаточен для достижения цели. По борьбе с преступностью среди несовершеннолетних было принято постановление Президента Республики Узбекистан от 2017 года 14 марта за № 2833 о «Мероприятии по совершенствованию системы профилактики правонарушений и борьбы против преступности». Согласно постановлению в целях профилактики и предупреждения правонарушений среди подростков для психологов образовательных учреждений были разработаны:

- план мероприятий по оздоровлению условий социально-духовного климата в семьях с несовершеннолетними детьми»;
- план работы психологов школ по защите прав и свободы несовершеннолетних, а также формирование патриотизма среди несовершеннолетних по средством круглых столов, встреч» и так далее;
- план работы психологов по борьбе с негативным использованием социальных сетей и мобильных мессенджеров»;
- план мероприятий по борьбе с социальными сетями и мобильными мессенжерами для суицидальных групп»;
- вопросник по выявлению жестокого и насильственного отношения к ребёнку в семье».

Процесс социализации человека начинается с раннего возраста. По словам И.С.Кона, - Человек с самого раннего детства начинает усваивать роли, которые формируют его личностные качества. В детстве человек складывается как общественное существо, у него развиваются интеллект, умение анализировать и обобщать окружающие явления, способность предвидеть возможные последствия своих поступков; вырабатываются волевые качества: настойчивость, целеустремленность, самоконтроль, активность, инициатива; формируются самосознание, чувство собственного достоинства, стремление к самостоятельности. Все это связано с криминологическим изучением личности несовершеннолетнего. «Несовершеннолетний правонарушитель как личность находится в стадии молодежного формирования, а совершенное им правонарушение, пре-



ступление – в большинстве случаев являются следствием стечения неблагоприятных, возможно, негативных жизненных обстоятельств. Следовательно, в основе системы общего и индивидуального предупреждения преступности несовершеннолетних (системы обращения с несовершеннолетними правонарушителями) должны лежать принципы максимального содействия благополучию несовершеннолетних и презумпция дальнейшей позитивной социализации».

Относительно несовершеннолетних профилактическая деятельность может иметь место в двух случаях: когда негативные явления находятся в зародышевом состоянии; когда такие явления еще не имеют места, но существует возможность их возникновения. Решение вопроса заключается в своевременной постановке —диагноза, наличии указанных явлений. Это наиболее важно с практической точки зрения, так как позволяет определить соответствующие меры профилактического воздействия, в том числе и медицинского характера: выявить детей с аномалиями в психике, определить прогноз их развития и принять меры по нейтрализации и смягчению наслоений аномального развития. Меры индивидуальной профилактики должны воздействовать как на саму личность несовершеннолетнего преступника, так и на окружающую его среду. Основными элементами системы предупредительного воздействия являются:

- тщательное изучение несовершеннолетних, способных совершить преступления;

- определение основных мер и мероприятий, опираясь на которые, на практике можно было бы добиться поставленных целей;

- выработка рациональных методов организации, контроля и определения эффекта индивидуального профилактического воздействия.

В заключение хотелось бы отметить, что преступность несовершеннолетних при значительных масштабах распространения требует решительных, энергичных и целенаправленных мер по ее предупреждению. Для этого следует постоянно совершенствовать формы и методы работы школьных и внешкольных учреждений. Привлекать общественные организации, внутренние органы. Проводить работу совместно, основываясь на главном-«Личности» несовершеннолетнего, его индивидуальности и неповторимости. Личности, формирующийся под воздействием социальной среды, основателями которой являются взрослые: родители, учителя, соседи, знакомые, непосредственно играющими огромную роль в правильном выборе методов и приёмов воспитания!

Задача состоит, прежде всего, в снижении уровня преступности несовершеннолетних, недопущении разлагающего влияния несовершеннолетних преступников на других подростков и пополнения ими рядов взрослых преступников-рецидивистов. В решении этой и других задач важная роль принадлежит мерам общей и индивидуальной профилактики, применяемым в целях устранения причин и условий, способствующих преступлениям несовершеннолетних.



Литература

1. Хонкелдиева, К., & Фарохиждинова, З. (2020). Оценка влияния рынка труда на уровень безработицы в республике Узбекистан. Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы [Текст]: материя, 37.
2. Хонкелдиева, К., & Фарохиждинова, З. (2020). Гендерное равенство как ценность права. Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы [Текст]: материя, 61.
3. Хонкелдиева, К., & Маматкулова, Ф. (2020). Социально-экономические аспекты устойчивого развития предприятия. In Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы (pp. 36-37).
4. Хонкелдиева, К. (2020). Актуальные вопросы повышения экономического потенциала текстильной промышленности. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 13-15).
5. Хонкелдиева К., Абдусатторова З. Социальная инфраструктура как фактор социально-экономического развития региона //Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования. – 2020. – С. 17-18.
6. Хонкелдиева, К., & Толибжонова, М. (2020). Механизм формирования инновационного процесса в текстильном производстве как основа адаптации к процессам глобализации. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 15-16).
7. Хонкелдиева, К., & Мўйдинжонова, М. (2020). Необходимые условия обеспечения гендерного равенства. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 40-41).
8. Karimov, U., Kaxarov, S., Yokubjonov, S., & Ziyodov, D. (2018). Using new information technologies in distance learning system. In Новая промышленная революция в зеркале современной науки (pp. 9-11).
9. Abdurakhmonova, M. M., ugli Mirzayev, M. A., Karimov, U. U., & Karimova, G. Y. (2021). Information Culture And Ethical Education In The Globalization Century. The American Journal of Social Science and Education Innovations, 3(03), 384-388.
10. Каримова, Г. Й. (2018). Роль конституции в построении правового государства и гражданского общества. Теория и практика современной науки, (2), 161-163.
11. Karimov, U., & Abdurakhmon, A. (2017). Innovative information technology in education. Форум молодых ученых, (5), 9-12.
12. Karimov, U., & Ergasheva, D. (2020). Educational issues in the period of amir temur and temurids. Теория и практика современной науки, (5), 18-20.
13. Zokirova, S. X., Akbarov, R. F., Isagaliyeva, S. M., & Xonkeldiyeva, K. R. (2021). Sand Distribution In Central Fergana. The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research, 3(01), 113-117.
14. Хонкелдиева, К., Рахимова, Х., & Абдусатторова, З. (2020). Проблемы развития социального обеспечения населения. In Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования (pp. 42-43).



15. Asqarova, A. M., Xonkeldiyeva, K. R., Nomonjonova, F. U., Qodirova, S. Q., & Arabxonova, X. A. (2021). Classification Of Competition In The Market Of Light Industrial Goods And The Factors That Shape It. The American Journal of Management and Economics Innovations, 3(01), 43-46.

А.В. Чуваков, М.В. Александрова

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

(Самарский государственный технический университет)

Современная система поддержки принятия решения представляет собой интерактивную компьютерную систему, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности.

Любое предприятие осуществляет свою деятельность в условиях риска и неопределенности, поэтому перед ним постоянно стоит проблема выживания и обеспечения непрерывности функционирования и развития [1]. Анализ функционирования крупных предприятий и управление ими составляет основное содержание работы управленцев, аналитиков, специалистов в области обработки информации [2]. Чтобы решить эту проблему руководителям приходится принимать управленческие решения по выбору направления развития предприятия, по сохранению и увеличению своей позиции на рынке и рыночной доли, по предотвращению потерь и снижению издержек, а также по поддержанию и повышению конкурентоспособности.

За последние десятилетия информационные технологии достигли высокого уровня развития. В связи с этим большинство развивающихся компаний используют автоматизированные средства, позволяющие эффективно хранить, обрабатывать и распределять накопленные данные [3]. Современные системы поддержки принятия решений (СППР) появились благодаря развитию управленческих информационных систем и систем управления базами данных (СУБД) и представляют собой системы, приспособленные к решению текущих задач, возникающих в управленческой деятельности.

В настоящее время многие государственные и частные компании принимают участие в деятельности по созданию инновации. Одной из наиболее сложных задач является выбор того или иного инновационного проекта из множества предложений для реализации и финансового участия.

Под инновационным проектом понимается проект, включающий в себя комплекс целенаправленных мероприятий, предусматривающих разработку и реализацию инновационного продукта, услуги или процесса, обеспеченный комплектом документов.

Выбор проекта включает в себя ряд сложных многокритериальных инвестиционных решений опираясь на то, какой проект среди представленных поз-



воляет наилучшим образом достичь заданной цели в условиях существующих ограничений.

Решение принимает ответственный человек или группа людей, наделенных соответствующим правом распоряжения финансовыми средствами и принимающих на себя ответственность за достигаемый результат.

При оценке инновационного проекта должны быть учтены такие факторы, как:

1. Высокая скорость изменений на рынке решений, постоянное совершенствование технологий.
2. Увеличение объема рынка, представляющего инновационные решения.
3. Высокий уровень рисков (организационных, управленческих, внешних, интеграционных, технических и технологических), связанных с реализацией проектов.

Основные требования к методам оценки инновационного проекта можно представить в виде задач (требований):

1. Выбор оптимально количества альтернатив.
2. Наличие механизма согласования групповых оценок альтернатив, исходя из уровня относительной компетентности экспертов.
3. Обеспечение эффективности принятия решения на основании проведенной оценки.
4. Обработка (учет) множества критериев при оценке представленных проектов.
5. Учет условий принятий решения при внедрении проекта.

Подбору методов оценки инновационного проекта должно уделяться значительное внимание, поскольку от этого напрямую зависит достоверность полученных результатов для принятия решений о внедрении проектов.

Большинство из применяемых в настоящее время СППР основываются на использовании одного (хотя из нескольких возможных) метода поддержки принятия решения, что ограничивает область их использования достаточно простыми задачами. Сложность поддержки принятия решений при оценивании и выборе инновационного проекта обуславливает необходимость разработки новых подходов.

В качестве инструментария принятия решений при оценивании инновационного проекта наряду с рассмотренными методами предлагается проанализировать и ввести новые методы оценки инновационных проектов, а также определить ряд критериев, по которым будет оцениваться проект. После введения новых методов и критериев необходимо разработать инструмент, в котором будет использоваться комбинации методов на разных этапах поддержки управления процессом выбора проекта, при этом каждый проект должен отвечать установленным критериям, представленным организацией.



Литература

1. Каширина Е.А. Роль информационных технологий в достижении конкурентного преимущества [Электронный ресурс] / Электронное научное периодическое издание «Системное управление» – Выпуск 1 (30). – 2016. – Режим доступа: [http://sisupr.mrsu.ru/2016-1/PDF/Kashirina\(2\)_2016-1.pdf](http://sisupr.mrsu.ru/2016-1/PDF/Kashirina(2)_2016-1.pdf)
2. Пискунов Р.А., Аббакумов А.А. Проблемы автоматизации деятельности менеджера по продажам // Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы сборник статей Международной научно-практической конференции. 2016. С. 74-76.
3. Аббакумов А.А., Сулова Е.В. Применение MATLAB для реализации системы анализа финансового состояния предприятия // Огарев-online. Раздел «Технические науки». – 2015. – №20. – URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/primenenie-matlab-dlya-realizacii-sistemy-analiza-finansovogo-sostoyaniya-predpriyatiya>



ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТРАНСГУМАНИЗМ

А.Д. Аксенова, П. Ю. Никитина

ФЕНОМЕН ТРАНСГУМАНИЗМА В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ

(Финансовый университет при Правительстве РФ)

Трансгуманизм – мировоззрение, философская доктрина, основанная на утверждении о том, что под воздействием научно-технического прогресса человек подвергается глобальным изменениям, теряя свои врожденные природные качества, но становясь лучше в физическом и умственном плане. Проблематика трансгуманизма стоит на стыке нескольких наук: этики, медицины, биологии, политики, права, религиоведения, права и отдельных технологий. Трансгуманисты рассматривают человека, как промежуточный продукт эволюции, то есть нечто случайное и несовершенное [1]. Термин «трансчеловек» значит «переходный человек», на смену которому придет «постчеловек», измененный до неузнаваемости с помощью новейших технологий [4].

Идея трансгуманизма возникает на волне научно-технических революций, и постепенно становится частью современного информационного мира, что обуславливает необходимость в изучении данного феномена для выявления механизмов, которые бы позволили оценить и спрогнозировать последствия внедряемых и разрабатываемых технологий. Термин «трансгуманизм» в научный оборот ввел Джулиан Хаксли в книге «Новые бутылки для нового вина», однако стоит отметить и вклад Ницше в создании концепции [3]. В своей книге «Так говорил Заратустра» он описал образ модифицированного человека, назвав его сверхчеловеком, «полугением», «полусвятым». Основные идеи трансгуманизма были также закреплены Всемирной трансгуманистической ассоциацией «Humanity+» [2]. Данная организация видит свою задачу в поддержке исследований, направленных на совершенствование человека, расширение возможностей. Согласно материалам ассоциации трансгуманизм является интеллектуальным и культурным движением, постулирующим желательность и возможность фундаментального улучшения состояния человека при помощи прикладного мышления, путем разработки и производства широкодоступных технологий для устранения старения и значительного повышения физических, интеллектуальных и психологических возможностей человека. (The transhumanist FAQ, 2016).

Центральным понятием в концепции трансгуманизма является идея бессмертия. Считается, что с помощью технологий может стать возможным замещение биологических органов человека искусственными, что в свою очередь



ликвидирует угрозу старения. Возможно ли сделать человека бессмертным? Рассмотрим современные разработки, которые способны изменить современный мир и реализовать идеи трансгуманизма.

Мартина Ротблат полагает, что это бессмертие возможно уже через 30 лет благодаря Vina48. Vina48- роботизированная голова, которая внешне выглядит как человек, и является копией реально существующей женщины Бины Аспен. В робота загрузили воспоминания и чувства Бины. Голова способна поддерживать диалог и выразить около 64 эмоций [5]. Несмотря на такие успехи, ученые обеспокоены этическими вопросами, а именно правами цифровых людей, их вероятной дискриминацией. Еще одной инновационной разработкой является японский робот Alter, который может определить влажность, температуру с помощью встроенных датчиков. В основе лежит нейронная сеть, чем и объясняется «человечность» робота. В последние годы интенсивно развивается крионика. Наука предполагает сохранение человека в состоянии глубокого охлаждения с целью дальнейшего оживления. Крионисты верят, что естественная смерть лишь следствие накопленных заболеваний, и это можно исправить путем заморозки и перфузии.

На основе данных примеров можно сделать вывод о том, что трансгуманизм дает много преимуществ, двигает вперед науку, может помочь многим людям, избавить мир от неизлечимых болезней, проблем памяти. Достижения трансгуманизма могут применяться во всех сферах и сделать жизнь человека более удобной и совершенной. В плане влияния на природный аспект человеческого существования трансгуманизм неоднозначен. Безусловно такие большие шаги в технологизации жизни и самого человека сильно отразятся на окружающем мире, на естественных процессах, которые раньше не поддавались контролю. Но общество с каждым годом делает новые шаги в усовершенствовании мира и человеческой жизни. Стремление к идеалу, удобству, облегчению неких процессов, защите от каких-либо явлений сподвигает человека на новые изобретения. Это приводит к тому, что наше общество все быстрее и быстрее уходит от привычных темпов жизни и способов развития. Оно уже далеко не такое как было раньше. Те достижения техники, что сейчас считаются вполне обычными, несколько лет назад казались нереальными и противоестественными.

Полная замена человека техникой не является целью или обязательным условием трансгуманизма. Наоборот, данный процесс предполагает помощь людям и равное распределение технологий. Уважение личности, прав должно быть неотъемлемой частью трансгуманизма. Таким образом это явление будет адекватным и полезным. Трансгуманизм в какой-то мере не должен отдаляться от естественного и в первую очередь не должен забывать про человека как личность, как сложного индивида.

Можно рассматривать трансгуманизм с точки зрения лишь частичной помощи людям и совершенствования аспектов жизни и мира. Кибернетические детали тела или органы являются весьма важным, а иногда жизненно необходимым изобретением и дополнением человека. Но это не гарантирует остановку усовершенствования на данном этапе. Люди, понявшие, что способны улуч-



шить, идеализировать себя и свою жизнь, могут продвинуться дальше, регулируя что-то более этически важное. Так общество воплотит в реальность именно радикальную идею трансгуманизма.

Трансгуманизм предполагает, что люди не останавливаются в своей эволюции, даже наоборот, современный образ человека является лишь началом этой эволюции. С развитием технологий трансгуманизма человеку будет доступно неограниченное познание мира, освобождение от несовершенств биологического тела и прогрессивное развитие. Данное явление означает форсированную эволюцию человеческой расы. Также факт того, что трансгуманизм может изменять природу людей и увеличивать продолжительность жизни противопоставляется мнению о естественности смерти. [6] По сути, это ставит под вопрос смысл и ценность жизни и этику такого контроля человеком своего существования.

Трансгуманизм подводит человека к превращению в постчеловека: более совершенного и полностью автоматизированного. Постчеловек не испытывает отрицательных эмоций, которые наносят урон здоровью человека, он наслаждается всей полнотой положительных чувств и ощущений. [7] Но разумно ли, к примеру избавляться от отрицательных эмоций? Человек – неоднозначное существо, природа людей разнообразна. Отрицательные аспекты жизни и чувства, связанные с ними, делают человека человеком в классическом понимании.

Таким образом, вопрос о степени популярности и внедрения идеи трансгуманизма очень важен. От того, в каком образе она будет воплощена, до какого этапа дойдет и в какой момент остановится зависит вид существования общества. Но вряд ли он будет однозначным. Проникновение трансгуманизма в современную жизнь происходит постепенно, в каких-то областях и социальных группах это происходит быстро и активно, в каких-то гораздо медленнее. Мир еще очень далек от воплощения данной идеи, не только из-за сложности ее идеализированного осуществления, но и из-за позиции многих людей. Отказ от связи с природными характеристиками и внедрения во всю свою жизнь технологий, которые сильно изменяют человека – это неоднозначный путь.

Литература

1. Безъязыкова Н.А., Валишина И.И Место человека во Вселенной в концепции трансгуманизма // Секция «Философия космоса и космонавтики: перспективы развития в XXI веке» 2012 С. 443-444
2. Ковба Д.М., Грибовод Е.Г. Теоретические аспекты феномена трансгуманизма: основные направления // Научный журнал «Дискурс-Пи». 2019. № 3 (36). С. 38–52.
3. Луков В.А Трансгуманизм // Энциклопедия гуманитарных наук 2017. №1. С. 245-252
4. Трансгуманизм: светлое будущее или мрачная антиутопия? [Электронный ресурс]. URL: <http://moyhram.org/articles/61/3760/> (дата обращения: 12.04.2021).



5. Трансгуманизм: Новая ступень эволюции или конец человечества. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/it-grad/blog/310634/> (дата обращения: 12.04.2021).

6. Трансгуманизм: как мы изменимся, когда сольемся с ИИ и технологиями [Электронный ресурс]. URL: <https://brodude.ru/transgumanizm-kak-my-izmenimsya-kogda-solemsya-s-ii-i-tehnologiyami/> (дата обращения: 12.04.2021).

7. Трансгуманизм [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/49247/> (дата обращения: 12.04.2021).

И.А. Гапаров

ПОНЯТИЕ ПОЛЬЗЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ МИРОВОЗЗРЕНИИ⁸

(Самарский университет)

Один из значимых вопросов в философии техники связан с понятием пользы. Зачастую он понимается неправильно. Представители технических дисциплин стремятся подвести пользу под технику или представить ситуацию, при которой взаимодополнение терминов подменяется их отождествлением. Формулировки, созвучные духу пользы техники, искажают сущность понятий «польза» и «техника». Для недопущения таких ошибок, необходимо прояснить контекст, в который они вписываются, и условия их применимости.

Предпочтительно начать с уточнения и анализа понятия «техника» в силу происхождения, уходящего в глубь древности. Понимаемое в качестве умения, мастерства, искусства понятие техники призвано было к охвату разнообразных отраслей практической деятельности, направленных во благо существования человечества. И только древнегреческое мировоззрение, поддавшись установке созерцательного и интеллектуального постижения сущего, проигнорировало всю мощь технических приемов и навыков, придав им прикладной характер. Систематические размышления о технике выступали вердиктом оправдания рабского образа жизни. Поэтому исследователю настойчиво рекомендовалось заниматься интеллектуальной деятельностью, связанной с постижением космоса, восторжением взаимосвязями природы, выявлением закономерностей, лежащих в основе явлений. Античный универсум представлял абсолютное совершенство, человек выступал его отражением. Ни о каких изменениях не могло быть речи.

Спустя столетия, на смену античной картине мира пришла средневековая, положившая в свое основание дихотомию двух миров (града земного и града небесного), человека как личность. Возрождение эмансипировало его из под уз религии и природы. Стало понятно, что гармония между космосом и личностью невозможна. Конец эпохи был ознаменован капитализмом, который настолько изменил человеческую сущность, что образ добродетельного гражданина Афин

⁸ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-011-00462 А



теперь не мог быть совмещен с практическим субъектом эпохи Нового времени. Ведь став творцом своей судьбы, человек приобрел мощь адаптировать условия сущего под нужды. Он стал стремиться к комфорту в большей мере, чем это было в те времена, когда он был непосредственно связан с семьей, религией и т.д.. Техника явилась тем основанием, которое позволило приручить природу, сделать её действия более предсказуемыми. Но чем дальше человек уходил от своей естественной сущности, тем больше нужно было технических средств для поддержания жизнеобеспечения.

Здесь нужно обратить внимание на прагматическую сторону техники, которая, начиная с эпохи Нового времени, приобрела новое качество – средства, направленного на реализацию целей. Такой подход к технике возник неспроста. Дело в том, что в Античности слабо была развита сфера потребностей, мотивов, предрасположенностей, но в эпоху Нового времени человек настолько вырос в своих нуждах, что вопрос о критериях удовлетворенности жизнью стал одним из определяющих. Разрыв между желаемым и сущим привел к тому, что начали возникать направления, стремившиеся разрешить проблему несчастья через привлечение наличных технических приемов и средств на службу человеку. Стремление выявить механизмы, лежащие в основании жизни и управляющие человеческим поведением, привели исследователей экономических и утилитаристских направлений к компромиссу, видевшийся для них в понятии «польза». Но то, что они понимали под сущностью понятия пользы, никак не соотносилось с техникой, приходило в противоречие. Проблема заключалась в том, что положения экономистов и утилитаристов были слишком рациональны, не были применимы к действительности, о чем неоднократно подчеркивалось в самом принципе полезности, «который одобряет или не одобряет какое бы то ни было действие, смотря по тому, имеет ли оно стремление увеличить или уменьшить счастье той стороны, об интересе которой идет дело, или другими словами, содействовать или препятствовать этому счастью» [2, с. 9]. С учетом всех преимуществ И. Бентам прояснил недостатки данного принципа, дополнив их положением, что понятие пользы – это «то свойство предмета, благодаря которому он может приносить добро, счастье, выгоду и предупреждать зло, страдание и вред» [2, с. 10]. И. Бентам представил следующие разновидности значений этого понятия: «социальное» (состояние общества, при котором сумма удовольствий превышает страдания); «функциональное» (соразмерность цели средствам).

Разграничение значений, произведенное благодаря И. Бентаму, позволило осмысленно отнести к пользе как к «свойству», а к технике как к «носителю». Если первая представляла «потенцию», понимаемую как «способность вещи быть не тем, что она есть, в категории субстанции, качества, количества, места, т.е. способность осуществлять соответственно движение или процесс» [1, с. 283], то под второй виделось нечто материальное, содержащее «возможность возникновения в себе» [1, с. 289]. Утилитаристам XX вв. стало понятно, что извлечь представления о сущности понятия пользы в чистом виде без связи с носителем невозможно, т.к. искажается ее значение. Для того, чтобы сохранить



различие значений, необходим был особый подход к определению терминов, который предложили основатели философии техники П.К. Энгельмейер и Ф. Дессауэр.

Отец советской инженерии П.К. Энгельмейер начинает мыслительную деятельность с того, что пытается найти критерии по разграничению различных созданий человеческого ума. Сам факт наличия изобретений говорит о том, что люди стремятся к изменению условий своей жизни через творчество, создание того, что могло бы послужить «хорошим» средством для ближайших целей, повысить эффективность производства, принести человеку определенную долю счастья, под которым П.К. Энгельмейер понимал соразмерность «практической цены» идеи изобретения с «возможностью ее осуществления». Проще говоря, человек счастлив тогда, когда он занят делом, направленным на реализацию общественного благополучия. Что же лежит в его основании? Техника и польза. Поднимая вопрос о способе определения понятия техники, П.К. Энгельмейер приходит к логическому кругу. Ведь техника – это «искусство, направленное на пользу» [5, с. 30]. Тогда Энгельмейер стремится прояснить устройство понятия пользы. Под ним он видит то, что «облегчает достижение назначенной цели» [5, с. 30], является функцией и целью техники. Такое разграничение приводит П.К. Энгельмейера к пониманию функциональной составляющей пользы, связанной с феноменом творчества, где его интересует не общество, а составные механизмы, лежащие в его основании и делающие существование возможным. Под ними понимаются культурный опыт (рутина) и новшество (изобретение). Как правило, взаимоотношения между ними напряженные. Конфликт возникает в силу относительной неспособности изобретения найти сферу применения, т.е. встроиться в социальную реальность. Об этом свидетельствует первоначальная версия велосипеда, которая была не способна в полной мере выполнять задачу перевозки пассажира. На этом размышления об изобретении можно было прекратить, если бы не то, что техника как одушевленный организм имеет жизнь, благодаря чему способна развиваться. В противном случае она не обладала бы никаким значением и была бесполезна. Перенимая основные положения органицизма Г. Спенсера, П.К. Энгельмейер приходит к тому умозаключению, что исходным основанием, придающим жизнь изобретению в обществе и встраивающим его в культурный опыт, является понятие пользы. Выступая в качестве критерия соответствия социальной действительности, оно проверяет на целесообразность и своевременность новшество и предоставляет ему возможность встроиться в общество таким образом, при котором оно будет обладать признаками, каковых не было у предшествующих «нововведений».

Такой подход, будучи полным отражением системы движения Мирового Духа Гегеля и феноменологии Гуссерля, стал определяющим для последующих представителей философии техники. Разграничение значений понятий «польза» и «техника» теперь велось в русле субъект-объектных отношений, при которых польза мыслилась в качестве свойства духовной субстанции, направленной на преодоление ограниченности и достижение высших уровней бытия, а техника выступала как гарантия, что этот принцип будет реализован на практике [4]. С



рядом прояснений, он был воспринят и принят на вооружение Ф. Дессауэром. Однако в отличие от П.К. Энгельмейера, ещё мыслившего в утилитаристских категориях, Ф. Дессауэр подошел к прояснению значений понятий «польза» и «техника» метафизически. Этот подход преследовал несколько целей. Первая заключалась в обнаружении внутренних противоречий внутри данных понятий, вторая – в их общих чертах, а третья – в синкретизме. Для реализации наиболее сложной из целей, Ф. Дессауэр прибегает к философии Платона, и в этом смысле, будучи ещё под влиянием концепции трехакта П.К. Энгельмейера, делает её историческим наследием, каждое из которых закрепляет за человеком определенную роль. Человек предстает как «homo investigator», «homo inventor» и «homo faber»[3]. Представления о технике зарождаются благодаря взаимному переплетению троих составляющих под названием вида «Homo Sapiens sapiens» как «homo creator». Под техникой понимается то, что вырывает человека из-под уз природы, помогает побороть вредное, препятствующее жизни и поддержать полезное. Наглядно представлено, что человек усилиями покидает девственную природу для её последующего преобразования, что возможно только через мыслительный принцип пользы. В отличие от животного, сущность которого немыслима вне законов феноменального мира, способ существования человека определяется им самостоятельно через руководство финальными причинными связями. Этот предсказательный дар, свойственный человеку как способность охватывать взором сущность вещей, влияет на то, чтобы подгонять природные связи под свои цели, запечатлевать их определенной форме задач и претворять на практике. Подобная умозрительная конструкция становится эффективной. Она позволяет прояснить сущность как пользы (соразмерности целей и задач), так техники (объективация данной соразмерности в сфере «праксиса»). Тогда справедливо возникает вопрос относительно предуготовленности форм, на что Ф. Дессауэр отвечает, что «все технические объекты, которые были изобретены, до этого не существовали, до этого не наличествовали <...>. Но «чтойность», так-бытие объектов, например, микроскопа уже была в космосе, – иначе он не смог бы оказаться изобретенным» [3, с. 90]. Различение значений понятий, производимое установкой извлечения идей из интраментального пространства с последующим переносом в действительность, становится исходным звеном для прояснения общих черт, свойственных понятиям «польза» и «техника». Под ними Ф. Дессауэр понимает: 1) «цель» как образ действительного мира, в котором человеческие потребности удовлетворены; 2) «задача» как то, посредством чего достигаются цели. Цель – производная человеческого ума («идеальна»), а задача – форма закономерности природы («реальна»). Исходя из прояснения онтологических составляющих, определяющих сущность пользы и техники, Дессауэр приходит к синкретизму, заключенному в техническом объекте, т.е. в изобретении, где напряженность между техникой и пользой снимается в угоду посредственности, запечатленной в вещественной форме.

Таким образом, разграничение понятий пользы и техники представляется возможным через подход представителей философии техники на основании



проблемы сущностной ограниченности бытия человека. Принцип полезности призван устранить в духовном, а техника – в физическом измерении.

Литература

1. Аристотель. Метафизика. – СПб.: Алетейя; Киев: Эльга, 2002. – 826 с.
2. Бентам И. Введение в основания нравственности и законодательства. – М.: РОССПЭН, 1998. – 415 с.
3. Дессауэр Ф. Спор о технике. – Самара, 2017. – 266 с.
4. Нестеров А.Ю. Семиотические основания техники и технического сознания. – Самара, 2017. – С.90-135.
5. Энгельмейер П.К. Теория творчества. – М.: Либроком, 2010. – 208 с.

И.В. Демин

«СОЦИАЛЬНЫЙ ВОПРОС» В РУССКОЙ ПОЛИТИКО-ПРАВОВОЙ МЫСЛИ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX В. (Б.Н. ЧИЧЕРИН И П.И. НОВГОРОДЦЕВ)⁹

(Самарский университет)

На рубеже XIX-XX вв. «социальный вопрос» в России понимался главным образом как «вопрос преобразования общественного строя в интересах тех классов, которые принимают главное участие в создании национального богатства»¹⁰. Широкие общественные дискуссии разворачивались вокруг двух вариантов его решения, которые соответствовали двум основным проектам переустройства общественной жизни России – *революционному* и *реформистскому*. В рамках революционно-социалистического проекта причины бедственного положения рабочих и «низших классов» усматривались в самом общественном строе, основанном на принципе частной собственности, а решение «социального вопроса» связывалось с насильственной реорганизацией этого строя. В рамках же проекта реформистского социальные недуги объяснялись частными несовершенствами строя, которые могут быть исправлены без подрыва его основ.

В рамках реформистского проекта в русской политической и философско-правовой мысли на рубеже XIX – XX вв. наметилось размежевание двух идейных направлений – *либерального консерватизма*, нашедшего наиболее последовательное выражение в трудах Б.Н. Чичерина, и *социального либерализма*, ключевые положения которого были сформулированы в работах П.И. Новгородцева и ряда других теоретиков¹¹.

⁹ Статья выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, проект МД-2252.2021.2 «Политический язык российского консерватизма: культурно-семиотический анализ».

¹⁰ См.: Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона. Том XXXI (61). СПб., 1900. С. 72.

¹¹ См.: Кистяковский Б. А. Государство правовое и социалистическое // Вопросы философии и психологии. 1906. № 85. С. 469-507; Покровский И. А. Право на существование // О праве на существование. Социально-философские этюды П. И. Новгородцева и И. А. Покровского. СПб.; М., 1911. С. 17-48.



Остановимся вначале на общих установках, свойственных обеим концепциям. Общность этих установок, однако, является во многом формальной и лишь отчетливее высвечивает содержательные расхождения.

Во-первых, в обеих концепциях главная и конечная цель государственной политики усматривалась в утверждении идеи свободы и достоинства личности. «Достоинство личности» предстаёт в качестве начала, определяемого не социальным положением или богатством, а присущей человеку свободой. Однако уже в трактовке понятия «свобода» между двумя концепциями обнаруживаются принципиальные различия.

Во-вторых, оба философа критиковали социализм и видели в нем едва ли не главную угрозу принципу достоинства и самоценности личности. При этом они вкладывали в термин «социализм» разный смысл. Мотивы и основания критики социалистических учений в рассматриваемых концепциях также различны. Если Новгородцев фактически ставил знак равенства между *социализмом* и *политическим радикализмом* (и утопизмом), то Чичерин усматривал в социализме новую форму рабства и крепостного права (классическое рабство представляет собой «эксплуатацию слабых сильными», тогда как социализм есть «эксплуатация сильных слабыми»¹²). Социализм в понимании Чичерина может быть как революционным, так и консервативным, как радикальным, так и умеренным, однако во всех случаях он является «извращением коренных законов человеческого общежития»¹³. Новгородцев отвергал социалистический идеал построения Царства Божия на земле, претензию этого учения на окончательное разрешение социальных противоречий и насильственное искоренение социального зла. Чичерин же видел в социализме не столько квази-религиозную *утопию*, сколько вполне *реальную общественно-политическую тенденцию*, несущую угрозу идее свободы и достоинства личности.

В социальном либерализме Новгородцева традиционная проблематика политической философии, связанная с понятиями свободы и справедливости, переосмысливается в свете фундаментального принципа *права на достойное существование*. Именно с законодательным утверждением и закреплением этого фундаментального принципа представители нового либерализма связывали надежды на разрешение «социального вопроса» и «рабочего вопроса».

Новгородцев усматривал «коренную ошибку» «старой юридической школы» в том, что она, провозглашая «формальные» гражданские и политические свободы и «формальное» равенство граждан перед законом, выносила за скобки вопрос о *реальном* социально-экономическом неравенстве, игнорировала проблему *материальных* условиях осуществления свободы. «Эта теория, – писал Новгородцев, – забывает, что *пользование свободой может быть совершенно парализовано недостатком средств*»¹⁴ (курсив мой – И.Д.). В этом тезисе содержится одна из ключевых презумпций социального либерализма, закладыва-

¹² Чичерин Б. Н. Собственность и государство. СПб.: Изд-во РХГА, 2005. С. 262.

¹³ Там же.

¹⁴ Новгородцев П. И. Право на достойное человеческое существование // О праве на существование. Социально-философские этюды П. И. Новгородцева и И. А. Покровского. СПб.; М., 1911. С. 5-6.



ется новое понимание общего характера и задач государственно-правового регулирования общественной жизни.

Стремясь отмежеваться как от социалистического утопизма, так и от классического либерализма, Новгородцев настаивал на том, что понятие права на достойное существование не *отменяет*, но *восполняет* восходящую к философии Просвещения идею свободной, морально автономной личности: «Именно во имя охраны свободы право должно взять на себя заботу о материальных условиях ее осуществления; во имя достоинства личности оно должно взять на себя заботу об ограждении права на достойное человеческое существование»¹⁵. В трактате «Об общественном идеале» Новгородцев подчеркивал, что «по существу принцип достойного человеческого существования есть начало либеральное, а не социалистическое, и в марксизме это начало не развивается, а затемняется»¹⁶.

Право на достойное существование, согласно Новгородцеву, не может рассматриваться как только *моральное* право личности (такая точка зрения вполне согласуется с презумпциями как классического европейского либерализма, так и либерального консерватизма Чичерина), это право должно быть конкретизировано и зафиксировано *законодательно*. Иными словами, *право личности* на достойное существование предполагает *обязанность государства* обеспечить каждому гражданину некоторый минимум благосостояния и социальных гарантий. Именно против этого тезиса, выдвинутого «новым либерализмом», всегда выступали представители как классического либерализма, так и либерального консерватизма, наиболее последовательным выразителем которого в русской политико-правовой мысли последней трети XIX в. был Б.Н. Чичерин.

В рамках модели либерального консерватизма возложение на государство задачи обеспечения некоторого минимума социального благосостояния, обеспечивающего «материальные условия свободы», предстаёт не в качестве *преграды* на пути социалистического радикализма и разрушительного революционизма, но как недопустимая *уступка социализму*. Даже принимая тезис Новгородцева о том, что само общественное развитие в России и Европе пошло по пути, предначертанном новым либерализмом, сторонник либерального консерватизма мог бы возразить, что следование по этому пути не *уводит* от социализма, но *приводит* к нему. Социализм же в любой из его политических модификаций, согласно Чичерину, влечет за собой в качестве неизбежного следствия частичное или полное порабощение индивида государством¹⁷, а следовательно, категорически несовместим с идеей достоинства личности.

С позиций философско-правового учения Чичерина, комплекс государственно-принудительных мер, направленных на обеспечение «материальных условий свободы», предстаёт не как *восполнение* и *наполнение* «формальной»

¹⁵ Там же. С. 6.

¹⁶ Новгородцев П. И. Об общественном идеале. М.: Пресса, 1991. С. 521.

¹⁷ Чичерин Б. Н. Собственность и государство. С. 595.



свободы, но как её *нарушение*, не как реализация идеала справедливости, но как отступление, отказ от этого идеала. «Не право на пользование жизненными благами, а право на свободную деятельность для приобретения этих благ принадлежит человеку; то есть ему может быть присвоено равенство формальное, а никак не материальное»¹⁸. Для Чичерина справедливым является «нормальное распределение неравенства»¹⁹, тогда как социалистическое государственно-принудительное равенство предстаёт как в высшей степени несправедливое, поскольку оно предполагает ущемление прав сильных в угоду слабым²⁰.

Согласно Чичерину, «социальный вопрос» вообще не может быть разрешен государственно-правовыми методами, поскольку государство не властно над экономическими законами²¹. Государство должно лишь *способствовать разрешению* этого вопроса, устанавливая общие законодательные нормы. Провозглашаемое социалистами и социал-либералами²² право на обеспечение каждому лицу средств существования (включая и «право на труд»), с точки зрения Чичерина, означает превращение благотворительности из *моральной (добровольно принимаемой) обязанности* в *юридическое право*, что на деле всегда оборачивается порабощением и закрепощением лица. Стремление государства уменьшить остроту социального вопроса путем перераспределения доходов, вмешательства во взаимоотношения работника и работодателя и прочих аналогичных мер не только нарушает субъективные права личности, но и *идет вразрез с принципом справедливости*.

Несовместимость двух концепций государства и права, представленных в работах Чичерина и Новгородцева, обусловлена различным пониманием философами таких фундаментальных категорий, как «достоинство», «свобода», «справедливость». Принимая идею достоинства в качестве главного ценностного ориентира деятельности государства и отвергая путь революционного социализма, Чичерин и Новгородцев радикально расходились в том, какая модель государственной политики совместима с принципом самоценности личности, а какая – нет.

¹⁸ Там же. С. 594.

¹⁹ Там же. С. 260.

²⁰ Там же. С. 262.

²¹ Там же. С. 616.

²² Различие между насильственным искоренением социальной несправедливости, провозглашаемым социалистами, и правовыми гарантиями определенного уровня благосостояния, за которые выступали сторонники нового либерализма, с точки зрения Чичерина, – это различие *в степени*, а не по существу, различие в методах, а не целях.



Литература

1. Кистяковский Б. А. Государство правовое и социалистическое // Вопросы философии и психологии. – 1906. – № 85. – С. 469-507.
2. Новгородцев П. И. Об общественном идеале. – М.: Пресса, 1991. – 640 с.
3. Новгородцев П. И. Право на достойное человеческое существование // О праве на существование. Социально-философские этюды П. И. Новгородцева и И. А. Покровского. – СПб.; М., 1911. – С. 3-13.
4. Покровский И. А. Право на существование // О праве на существование. Социально-философские этюды П. И. Новгородцева и И. А. Покровского. – СПб.; М., 1911. – С. 17-48.
5. Чичерин Б. Н. Собственность и государство. – СПб.: Изд-во РХГА, 2005. – 824 с.
6. Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона. Том XXXI (61). – СПб., 1900.

А.И. Демина, А.Ю. Нестеров

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДВИДЕНИЕ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ТВОРЧЕСТВЕ²³ (Самарский университет)

Фундаментальной проблемой теории творчества является проблема нового. Каковы условия возможности появления нового? Что есть новое? Как, в каких формах оно себя осуществляет? Ответить на эти вопросы невозможно вне той или иной онтологии. Наиболее убедительные способы решения проблемы нового возможны, на наш взгляд, только в рамках той или иной формы реализма: от платонизма и его версий до диалектического материализма и общей семиотики. Концепция мира идей Платона дает начало теориям творчества, решающим проблему источника появления нового как потенциального космоса. Трансцендентализм Канта дает возможность поставить вопрос о новом как комбинации существующих элементов опыта, который решается в теории трехакта П.К. Энгельмейера, в понимании интуиции как пересборки опыта [8]. Кантовская схема сознания, примененная в теории деятельности, позволяет при ответе на вопрос о формах осуществления нового рассматривать его на трех уровнях: чувственного восприятия – как новые физические объекты; рассудка – как новые предметы, схемы, языковые конструкции в широком смысле; разума – как новые идеи, понятия, фантазмы. Третьей базовой предпосылкой общей теории творчества является тезис о знаковой природе всякой человеческой деятельности и различение двух основных способов работы человека со знаками: рецепции и проекции, что позволяет постулировать тезис о творчестве как проективном семиозисе [1].

²³Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-011-00462 А



Понимая творческую деятельность как создание новых объектов на уровне чувственного восприятия, рассудка или разума путем трансформации прагматических, синтаксических и семантических правил, мы исходим из того, что реальность дана нам семиотически – в качестве правил восприятия, интерпретации и преобразования знаков. Правила, объективно существующий порядок мы вслед за древними греками называем космосом. Платон первым показал, что эти правила недоступны непосредственному восприятию и в этом смысле пребывают в особом мире, извлечь из которого их можно посредством математического знания [5]. В XX веке рационально понимаемый мир идей Платона находит свое выражение в концепциях «третьего мира» Поппера и «четвертого царства» Дессауэра. Карл Раймунд Поппер вводит различие трех «миров», или «универсумов»: «во-первых, мир физических объектов или физических состояний; во-вторых, мир состояний сознания, мыслительных (ментальных) состояний, и, возможно, диспозиций к действию; в-третьих, мир объективного содержания мышления, прежде всего содержания научных идей, поэтических мыслей и произведений искусства» [6, с. 439-440], соотнося «третий мир» с миром идей Платона, объективным духом Гегеля, теорией универсума суждений и истин самих по себе Больцано, универсумом объективного содержания мышления Фреге.

Фридрих Дессауэр следует кантианской традиции деления на царство природы, с которым соотносится способность познания (Критика чистого разума), царство свободы, с которым соотносится способность желания (Критика практического разума) и соединяющую их способность суждения как способность мыслить особенное как подчинённое общему. Дессауэр вводит понятие четвертого царства – техники – как сферы пересечения природного порядка и человеческих потребностей. Именно оно является источником всякого развития, источником появления нового, изобретения. По Дессауэру, «человек живёт в напряжении между действительным, тем, что дано и что видится ему всегда несовершенным, требующим улучшений – потому что всё земное имеет изъяны, – и возможным, тем, что лучше, что он представляет себе как «заданное» <...> Это напряжение между действительностью и возможностью является источником всё новых человеческих устремлений, источником прогресса в самых разных областях» [2, с. 97]. Человек не способен создать нечто из ничего, однако творчество осуществляется посредством человека, который получает доступ к «потенциальному космосу» – той части космоса, которая содержит «необозримый запас определённых в их свойствах, но (еще) не существующих объектов, корреспондирующих с человеческими потребностями» [2, с. 101]. В этом смысле человек находится внутри седьмого дня творения, который не закончился, но длится вместе с существованием человечества. Динамический характер творения обеспечивается «необозримо великой» потенциальной частью космоса: «Творение осуществляется ежедневно, проникая в видимый мир тысячами путей. Мы причастны ему и превращаемся вместе с ним. Мы созерцаем, как поверхность Земли ежедневно обогащается новыми формами, как стирается старое (устаревшие формы не возвращаются). Мы – посреди дня творения. Че-



рез созерцание, содействие, испытание мы постигаем и изменяем себя» [2, с. 107].

Изобретение есть «мысленное извлечение и разработка посредством рук и инструментов таких форм решений, которые “предустановлены”» [2, с. 101]. Предустановленность формы решения подразумевает ее принципиальную исполнимость, связанную с подчиненностью законам природы. Дессауэр описывает эту ситуацию применительно к сфере чувственно воспринимаемой действительности, рассматривая исполнимость как материальную воплотимость. Однако, как мы говорили ранее, новое возникает не только на уровне чувственно данной материи, но и на уровне конструкций языка и идей разума. Эти уровни также подчинены законам, универсальный язык описания которых, на наш взгляд, – семиотика. Исполняемые на всех трех уровнях объекты мы называем полными техническими объектами, различая принципиально неисполнимые в материи, но исполняемые на уровне языка неполные, или дополненные технические объекты – объекты художественного творчества [4].

Особый интерес в свете концепции четвертого царства представляет научная фантастика, являющаяся своеобразной сферой пересечения художественного, научного и технического. Отличительной, жанрообразующей чертой научной, или, в терминологии Е.Н. Ковтун, «рациональной» фантастики [3] является художественное изображение мира, в целом подчиненного известным нам законам природы. Фантастический элемент связан либо с введением неких неизвестных ранее физических законов, либо с неизвестными следствиями из актуальной на момент написания научной картины мира. Научно-фантастический мир описывается либо как мир возможного будущего, ближайшего или отдаленного, либо альтернативного, отличающегося некими техническими деталями настоящего. В связи с этим возникают ситуации т.н. предвидения, когда описываемые фантастами технические особенности будущих миров позже находят то или иное воплощение в действительности. Показательным примером может служить случай Уильяма Гибсона, одного из основателей направления киберпанк в научной фантастике, который в своих произведениях предвосхитил роль интернета в современной действительности, при этом, по его собственному признанию, почти не разбираясь в компьютерах и используя те или иные технические детали, ориентируясь на удачность звучания обозначающих их слов. Примечательно, что Гибсон в своих интервью не один раз высказывал тезис о том, что писатели-фантасты не описывают будущее, но «пытаются примириться с немислимым настоящим», проецируя его в вымышленное будущее; в основе воображаемых миров возможного будущего лежат скрытые тревоги по поводу настоящего [9, р. 808].

Закономерно возникает вопрос об источниках художественного предвидения, непротиворечивым способом ответа на который также является концепция потенциального космоса. Прямой рефлексией над этой концепцией в научно-фантастическом произведении является роман Нила Стивенсона «Анафем», в котором царство предустановленных форм решений вводится под названием «Гилеин теорический мир» [7], мир, из которого приходят истины.



На наш взгляд, платонизм в форме концепций «третьего мира», «четвертого царства», «потенциального космоса», «Гилеина теорического мира» дает наибольшие перспективы при построении общей теории творчества и требует дальнейшей разработки в свете семиотики. Новую интерпретацию в этой связи могут получить воображение и интуиция как механизмы, обеспечивающие доступ творческого субъекта к потенциальному космосу.

Литература

1. Демина А.И., Нестеров А.Ю. Семиотический подход к анализу понятия творчества // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. Электрон. текстовые и граф. дан. (28,4 Мбайт). Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2020. 523 с. С. 429-433.
2. Дессауэр Ф. Спор о технике / перевод с нем. А.Ю. Нестерова. Самара: Издательство Самарской гуманитарной академии, 2017. 266 с.
3. Ковтун Е.Н. Художественный вымысел в литературе XX века. М.: Высшая школа, 2008. 408 с.
4. Нестеров А.Ю., Демина А.И. Художественное произведение как технический объект // Миргород. 2019. № 1 (13). С. 48-74.
5. Платон. Государство. М.: Академический проект, 2015. 398 с.
6. Поппер К.Р. Объективное знание. Эволюционный подход // Поппер К.Р. Логика и рост научного знания. Избранные работы. М.: Прогресс, 1983. С. 439-496.
7. Стивенсон Н. Анафем. М.: АСТ, 2012.
8. Энгельмейер П.К. Теория творчества. М.: Книжный дом «Либроком», 2010. 208 с.
9. DeLashmutt, Michael W. (2006). The Technological Imaginary: Bringing Myth and Imagination into Dialogue with Bronislaw Szerszynski's Nature, Technology and the Sacred. *Zygon*, vol. 41, no. 4 (December 2006), pp.801-810.

А.Н. Огнев

ОНТОГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ АБСТРАКЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

(Самарский университет)

В статье рассматривается онтогносеологический аспект абстракции в информационных технологиях. Показано значение аксиоматического фундамента формализации для построения информационных технологий. Выявлено значенные различия между аксиологическими и операциональными критериями. Делается вывод о роли абстракции в позиционировании проективного семиозиса в онтогносеологическом ключе на основании понятия «истинной середины».



Ключевые слова: информационные технологии, онтогносеология, бытие, мышление, абстракция, истинная середина, проективный семиозис.

The article deals with ontognoseological aspect of abstraction in information technologies. The importance of the axiomatic formalization foundation for the construction of information technologies is shown. The significance of the difference between axiological and operational criteria is revealed. It is made the conclusion about the abstraction role in the positioning of projective semiosis in the ontognoseological key on the basis of the "true middle" concept.

Keywords: information technologies, ontognoseology, being, thinking, abstraction, true middle, projective semiosis.

Совершенствование информационных технологий, становящееся фактором развития производительных сил, базируется на системном видении характера взаимодействия между бытием и мышлением, что требует теоретического осознания специфики отношения между онтологическими предпосылками и теоретико-познавательными нормативами обобщения. Принимая во внимание роль абстракции в научном познании, следует рассматривать её функциональный комплекс дифференцированно, исходя из учёта специфики применимости абстракции в режиме технологического опосредствования, в котором она обладает лимитированным операциональным статусом.

Информационные технологии базируются на идее универсального исчисления, составляющей фундамент теоретической аксиоматизации в данной области научного знания. У истоков идеи универсального исчисления стоял Г.В. Лейбниц, предложивший принцип универсальной характеристики, выразимой посредством числа: «Для введения универсального исчисления необходимо придумать для каждого термина характеристический знак, так чтобы из последующей связи знаков сразу можно было бы установить истинность предложений, построенных из этих терминов» [1, с.533]. Формализация, осуществляемая на этой основе, предполагала сохранение исходного уровня абстракции, который изначально базировался на интуитивных очевидностях. В.Ф. Асмус подчёркивал, что «при интуитивном познании ум непосредственно воспринимает соответствие или несоответствие идей» [2, с.27]. Применительно к функционированию абстракции внутри информационной технологии это означает, что исполнимость операции не требует вмешательства внешних инстанций, вносящих элемент квалифицированной субъектности в технологический процесс. Техника репрезентирует абстрактное единство бытия и мышления операционально, возвращая реальности то, что в ней самой уже доступно для идеации, но в форме, обладающей фиксированной прагматической заданностью. Посредническая роль формализующего математического аппарата с его аксиоматикой исчерпывается операциональной репрезентацией условного единства бытия и мышления относительно прагматического функционала процессов информационного обмена, что указывал ещё Г. Штейнгауз, трактуя математику как посредника между духом и материей: «Речь идёт о чисто формальном механизме, позволяющем ему из одних суждений выводить другие (независимо от их сущности)»



[3, с.44]. Это и задаёт меру абстрактности, релевантную для информационных технологий.

Не следует, однако, забывать о том, что всякая абстракция функциональна в той мере, в какой она отражает реальность, но операционально-исполнима по показаниям своей внутренней непротиворечивости. Понятийный люфт между этими критериями порождает фантазмы прогрессистского сциентизма, вызывающие к жизни начинания, стимулирующие инфляцию ценностных ожиданий в ключе технократических утопий. От машины начинают ожидать того, что свойственно только человеку как разумному и способному к автономному саморазвитию существу. Грубым антропоморфизмом проникнуты, например, размышления А. Тьюринга на тему «обучаемости» машин: «Нужно экспериментировать с обучением одной машины и оценить, насколько хорошо она обучается» [4, с.107]. У него отсутствует понимание принципиальной разнородности аксиологических критериев, которыми руководствуется человек как разумное смертное существо, наделённое свободной волей и технологической исполнимостью операций, замкнутых в модельную абстракцию того или иного функционала, ограниченного эмпирическими параметрами. Подчёркивая закономерность возникновения иллюзии антропоморфизации техники, Н.М. Твердынин предостерегает от абсолютизации роли эмпирического факта и его отрыва от фундаментальных очевидностей теории, устанавливающей разнородность аксиологического и технологического критериев: «На первый взгляд кажется, что в технике эмпирическое знание даже превалирует над теоретическим» [5, с.192]. Информационные технологии не расширяют поля возможного опыта, но только оптимизируют процессы семиотического обмена по наличным эмпирическим показаниям.

В этой связи особую значимость приобретает вопрос о семиотических основаниях техники, благодаря которым то или иное техническое решение предстаёт совместимым с семиосферой человеческого опыта. Следует согласиться с тезисом А.Ю. Нестерова: «проективный семиозис может быть понят как механизм решения проблемы» [6, с.120]. Важно понимать, что эта оптимизирующая абстракция базируется на самой способности человека к проективной деятельности. Внесение семиотического момента в перечень базовых очевидностей информационных технологий было предсказано ещё основоположником онтогносеологии, выдающимся советским философом, эстетиком и литературным критиком М.А. Лифшицем. Находясь между Сциллой идеологического официоза и Харибдой критического ревизионизма, М.А. Лифшиц учил: «Смысл есть именно это «бесконечное отношение», отсюда берётся само понятие. Вот разница между мертвым гомеостазом и живым, как и разница между гомеостазом и его нарушением (в терминологии Винера). Она имеет смысл – достаточное основание для того, почему это должно быть так, а не иначе. И, как понимал это Лейбниц, достаточное основание есть закон, применимый именно там, где мы имеем дело с действительной жизнью, неотделимой от конечного и случайного (а не в математике). Развитие к бесконечно-живому «гомеостазу» было бы достаточным смыслом и целью человеческой жизни» [7, с 419]. Проективный



семиозиз, актуализирующий эту задачу в статусе истинной середины (die wahre Mitte), в которой идеируется условное единство бытия и мышления, находит в информационных технологиях ту абстракцию, которая предстаёт достаточной по показаниям своей операциональной исполнимости и модельной репрезентативности. Информационные технологии представляют собой абстракцию онтогносеологического гомеостаза, обладающую общезначимыми признаками, позволяющими специфицировать прагматический результат.

Литература

1. Лейбниц, Г.В. Сочинения в 4-х томах [Текст] / Г.В. Лейбниц. – М.: Мысль, 1984, т.3. – 734с.
2. Асмус, В.Ф. Проблема интуиции в философии и математике (Очерк истории: XVII — начало XX в.) [Текст] / В.Ф. Асмус. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 320 с.
3. Штейнгауз, Г. Математика – посредник между духом и материей [Текст] / Г. Штейнгауз. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. – 351с.
4. Тьюринг, А. Вычислительные машины и разум [Текст] / А. Тьюринг. – М.: АСТ, 2018. – 128с.
5. Твердынин, Н.М. Техника в литературе разных стран и эпох [Текст] / Н.М. Твердынин. – М.: АНО «Диалог культур», 2019. – 240с.
6. Нестеров, А.Ю. Семиотические основания техники и технического сознания [Текст] / А.Ю. Нестеров. – Самара: Издательство самарской гуманитарной академии, 2017. – 155с.
7. Лифшиц, М.Л. Что такое классика? [Текст] / М.Л. Лифшиц. – М.: Искусство XXI век, 2004. – 512с.

Е.В. Орлова

DIGITAL PEOPLE: ОСОБЕННОСТИ, ФИЛОСОФИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация. В обзоре приводится сравнительный анализ архетипов поколений. Рассматриваются типичные особенности цифрового человека как представителя поколения Z. Определяются контуры и возможности перехода к киберфизическим системам через цифровых людей.

Ключевые слова: теории поколений, цифровые (виртуальные) люди, приложения в маркетинге; киберфизические системы.

Категории Digital Natives, Digital people, цифровое поколение, цифровые аборигены используются для характеристики людей, родившихся в период цифровой революции и уже привыкших получать информацию об окружающем



мире, его объектах, взаимосвязях и отношениях посредством цифровых каналов коммуникации. Эти термины впервые были предложены Марком Пренски [1], а людей, родившихся до периода массового проникновения цифровых технологий (приблизительно до 1980 г.) во все сферы жизнедеятельности он назвал «цифровыми иммигрантами» (Digital Immigrants). Для более детального анализа характеристик Digital people обратимся к теории поколений.

Основоположниками теории поколений являются Нейл Хоу и Уильям Штраус. В 1991 году ими была предложена концепция, основанную на описании философии людей разного возраста, а также поведенческие особенности каждой возрастной группы [2]. В их совместной монографии «Generations» детально описывается история каждого поколения, живущего в разные временные интервалы в США, начиная с 1584 года. В монографии «The Fourth Turning» [3] авторы выдвигают идею о том, что в основном людей можно разделить на четыре группы-поколения, сменяющие друг друга каждые 20 лет. Затем поведенческие модели повторяются, то есть цикл четырех поколений запускается снова. Основные положения теории поколений следующие:

- личность каждого человека формируется под влиянием разнородных факторов и причин: семьи, социума, повседневной обстановки и работы;
- общие ценности образуются за счет существенных событий в стране и мире (например, войн), которые определяют мировоззрение человека;
- серьезное влияние на общество оказывают средства массовой информации, которые транслируют социальные и морально-общественные ценности и нормы;
- развитие в науке, технике и способах передачи информации оказывает значимое влияние на формирование поколения. Постепенно стирается разница между материальным и виртуальным миром.

В теории поколений выделяют разные поведенческие архетипы, отличающиеся историческим развитием стран или групп стран. Так в англо-американской истории поколения формируются в зависимости от исторических циклов – цикл позднего средневековья (1433-1482 гг.), цикл реформации (1483-1587 гг.), цикл нового света (1588-1700 гг.), революционный цикл (1701-1791 гг.), цикл гражданской войны (1792-1859 гг.), цикл «великой силы» (1860-1942 гг.), цикл миллениум (1943 - по наше время). Последний включает поколения бэби-бумеров (1943-1960 гг.), поколение X (1961-1981 гг.), поколение Y (1982-2004 гг.), поколение Z (2005-по наше время).

В России, в отличие от США, теорию поколений изучают не историки, а маркетологи, специалисты по рекламе и связям с общественностью и HR-менеджеры, которые применяют её на практике. В российской истории выделяют следующие циклы исторического развития и соответствующие поколения с характерными чертами, таблица 1.



Таблица 1. Описание архетипов поколений в российской истории

Поколение, годы рождения	Основные события, формирующие особенности поколения	Базовые характеристики поколения
Величайшее поколение 1903-1923	Эпоха спада (1903-1923 гг.). Первая мировая война, революционные события 1905г. и 1917 г., коллективизация, электрификация, создание СССР	Трудолюбие, ответственность, почти религиозная вера в светлое будущее, приверженность идеологии, семья и семейные традиции, доминантность и категоричность суждений
Молчаливое поколение 1924-1943	Эпоха кризиса (1923-1945 гг.). Вторая мировая война, восстановление страны, открытие антибиотиков	Преданность, соблюдение правил, законов, уважение к должности и статусу, честь, терпение
Бэби-бумеры 1944-1963	Эпоха подъёма (1945-1964 гг.). Окончание Второй мировой войны, покорение космоса, СССР - мировая супердержава, холодная война	Оптимизм, заинтересованность в личностном росте и вознаграждении, в то же время коллективизм и командный дух, культ молодости
Поколение X 1964-1984	Эпоха пробуждения или стабильности (1964-1985 гг.). Продолжение холодной войны, перестройка, распространение наркотики, СПИДа, война в Афганистане	Готовность к изменениям, возможность выбора, глобальная информированность, техническая грамотность, индивидуализм, стремление учиться в течение всей жизни, неформальность взглядов, прагматизм, надежда на себя, равноправие полов
Поколение Y 1985-2003	Эпоха спада (1985-2003 гг.). Распад СССР, теракты и военные конфликты, развитие цифровых технологий, бурное развитие Интернет, мобильной связи	Гражданский долг и мораль, ответственность, но при этом скептицизм и неумение подчиняться, требование немедленного вознаграждения
Поколение Z 2004-2024	Эпоха кризиса (2004-2024 гг.). Развитие интернета, смартфоны, продукты массового потребления, мировой экономический кризис, пандемия COVID-19	Многозадачность, практичность, техническая и информационная грамотность

На взгляды поколения X повлиял спад рождаемости, войны на Ближнем Востоке. Это эра начала интернета и первых компьютеров. Большая часть этой категории людей были предоставлены сами себе, очень недоверчива ко всему что их окружает, начиная от рекламных продуктов и заканчивая уверенностью в завтрашнем дне. Им присуще свойство полагаться только на самих себя. В работе они ценят стабильность и возможность самореализации, для них важен профессиональный рост, при этом они проводят в соцсетях меньше времени, чем представители других поколений.

Мир вокруг представителей поколения Y меняется стремительно и уходит в онлайн. Это время расцвета интернета и технологий. В отличие от предшественников люди данного поколения не спешат устраиваться на работу и заводить семью, в работе, их интересуют высокие заработные платы, но при этом им требуются индивидуальные условия, подходящие для обеспечения их временного комфорта. Они делают консервативный выбор, планируют крупные покупки и перепроверяют информацию.

Для поколения Z характерно то, что для них стирается грань между реальностью и виртуальным миром. В отличие от всех предыдущих поколений,



их не интересуют материальные ресурсы (деньги, дорогие машины, квартиры), они не имеют сильной привязанности к материальным ценностям. Вместо приобретения квартиры или дома можно арендовать апартаменты, использовать каршеринг (car sharing). В ряде случаев наблюдается то, что эти люди не проявляют интерес ни к чему, кроме молодежных тусовок и событий, позволяющих испытать новые ощущения в жизни. Они быстро меняют цели, не признают авторитетов, не хотят быть наемными работниками, хотят сделать увлечение работой и предпочитают быть на связи всегда.

Особенностью цифровых людей является то, что они «просто живут своей жизнью», как и все остальные. Цифровые люди делятся мыслями и чувствами через соцсети. Некоторые из них признают, что они ненастоящие. Несмотря на это, благодаря соцсетям цифровые люди создают довольно реалистичный образ. Им просто добиться успеха: им не нужно ни таланта, ни чувства юмора. Довольно легко придумать биографию и цель, ради которой такой человек борется. Намного сложнее показать, как цифровой человек выражает себя посредством искусства. Цифровые представители какого-либо бренда более надежны, на них можно положиться, с ними меньше проблем, чем с их «живыми» коллегами.

Сегодня существует тысячи виртуальных персон, анимационных персонажей с телевидения, мультфильмов. Ключевая их особенность состоит в том, что они «просто живут» в нашем мире, как обычные люди. Цифровым людям нужно делиться своими мыслями и эмоциями, как и всем остальным. Но они это делают посредством социальных сетей. Чтобы создать цифрового человека нужен только Photoshop и немного изобретательности. Такие цифровые персонажи созданы с нуля и существуют только в виртуальном пространстве. Примерами таких цифровых персонажей являются, рис. 1.



Рис. 1. Примеры виртуальных (цифровых) персонажей – Лил Микела и Блавко

Лил Микела – виртуальный блогер, захватившая fashion-индустрию. Согласно ее выдуманной биографии, ей 19 лет, она модель и певица бразильского происхождения. За два года Лил Микела набрала более миллиона подписчиков, разработала одежду для нескольких известных брендов и привлекла \$6 миллионов инвестиций. Микела успешная модель, позирует в Louis Vuitton,



Prada, Burberry, Fendi для различных изданий. Она может появиться на улицах во время недели моды в Нью-Йорке или же «выйдет на подиум» в виде голограммы. Блавко – приятель Лил Микелы. Он публикует фотографии, на которых общается и отдыхает с реальными людьми.

Можно предположить, что такие цифровые персонажи могут начать сотрудничать с компаниями, например Soul Machines. Компания намерена изменить наше представление о взаимодействии реального и виртуального миров. Она анонсировала концепт виртуального сотрудника МакДоналдс, который может работать с клиентами на кассе. Речь также может идти не только о создании умных пространств – умных домов, умных городов, но и о реальном переходе к киберфизическим системам – системам, формирующим образ четвертой промышленной революции (4IR).

Литература

1. Поколение Digital Native: цифровое детство меняет будущее человечества. URL: <https://life.ru/p/888939/>. Дата обращения 20.04.2021
2. Howe Neil, Strauss William (1991). Generations: The History of America's Future, 1584 to 2069. New York: William Morrow & Company.
3. Howe Neil, Strauss, William (1997). The Fourth Turning: What the Cycles of History Tell Us About America's Next Rendezvous with Destiny. New York: Broadway Books.
4. Орлова Е.В. Моделирование функции полезности с учетом иррациональных факторов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2012. – № 3. – С. 24–30.
5. Орлова Е.В. Управление хаотической динамикой цен в модели ценовой конкуренции // Автоматика и телемеханика. – 2017. – № 1. – С. 19-34.
6. Исмагилова Л.А., Орлова Е.В. Эффективное управление разноуровневыми экономическими системами. – М.: Машиностроение, 2012. – 384 с.
7. Орлова Е.В. Модели и механизмы согласованного управления производственно-экономической системой: дис. на соискание уч. степени д-ра техн. наук. – Уфа, 2018. – 340 с.



Е.В. Орлова, К.Д. Митрошина

BIG DATA КАК ДВИГАТЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация. Рассматриваются задачи и перспективы использования одной из технологий 4IR - Big Data в управлении экономическими системами в эпоху цифровой трансформации. Выявлены основные драйверы и барьеры развития рынка Big Data в России.

Ключевые слова: большие данные, информационные технологии, бизнес-процессы, четвертая промышленная революция 4IR.

В настоящее время технологии обработки больших массивов данных (Big Data) и формирование глобальных баз данных корпораций и правительств способствуют значительному росту мировой экономики. С использованием больших данных бизнес и государство получают информацию о предпочтениях конечных потребителей, что способствует повышению качества управления. «Большие данные» (Big Data) является «топливом для новой цифровой экономики», такое определение дано в программе Еврокомиссии «Горизонт 2020». Big Data представляет собой новый ресурс конкурентоспособности в современной экономике. Полезную информацию можно извлекать из любых источников информации, в том числе: электронной почты, социальных сетей, фотографий и т.д. Главная задача – это найти методы и инструменты обработки и анализа полученных данных, превращая информацию в актив и стратегический ресурс развития предприятий и организаций.

Объемы структурированных и неструктурированных данных сегодня растут быстро и постоянно. В результате компании вынуждены менять подходы к их сбору, хранению и обработке. Поэтому под Big Data следует понимать глобальные системы, которые позволяют загружать, преобразовывать, обслуживать, обрабатывать данные и, самое важное, извлекать из них значимую и критически важную бизнес-информацию. Мировая экономика только начинает работать с большими постоянными потоками данных. Анализ различной информации дает возможность найти и исправить рыночные аномалии, создать новые продукты и услуги и повысить качество корпоративного и государственного управления.

К 2022 году к интернету в мире будет подключены примерно 50 млрд устройств, а объем генерируемых ими данных достигнет 44 трлн ГБ. Гигантские потоки этой информации, Big Data, используются в различных сегментах экономики: от потребительского рынка и рекламы до нефтегазовой отрасли и финансового сектора. Бурное развитие технологий Big Data требует особого подхода к регулированию, чтобы обеспечить пользователям защиту, а бизнесу – выгодную перспективу в условиях глобальной конкуренции. Динамика роста мирового рынка Big Data до 2022 года приведена на рис.1.

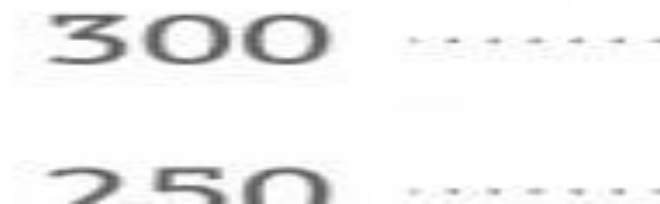


Рис 1. Динамика роста рынка Big Data, млрд. долларов (источник: Global big data and business analytics revenue from 2015 to 2022 [1])

Прогнозируется сохранение позитивной динамики в секторе российского рынка ИТ, даже в условиях общей стагнации экономики. Это связано с тем, что бизнес по-прежнему предъявляет спрос на решения, позволяющие повысить эффективность работы, а также оптимизацию расходов улучшение точности прогнозирования и минимизировать возможные риски компании. Основными провайдерами услуг в сфере «Big Data» на российском рынке являются компании: Sap, Oracle, IBM, EMC, Microsoft, IBS, Cloudera, Hortonworks, Teradata.

Следует также отметить, что «Big Data» являются одной из самых быстрорастущих сфер ИТ, согласно статистике, общий объем получаемых и хранимых данных удваивается каждые 1-2 года. В России большей популярностью технологии Big Data пользуются в банковской сфере и сфере телекоммуникаций, также востребована в сфере добывающей промышленности, энергетике, ритейле и e-commerce, в логистических компаниях и госсекторе. Сегодня Big Data используют в здравоохранении, телекоммуникациях, торговле, в финансовых компаниях. На рис. 2 представлена доля технологий Big Data в общем объеме используемых технологий компаниями различных сфер экономической деятельности.



Рис 2. Доля внедрения технологий Big Data компаниями различных сфер экономической деятельности (источник: аналитический отчет Московской биржи [2])



Например, телеком-операторы имеют одни из самых объемных баз данных, что позволяет им проводить наиболее глубокий анализ накопленной информации. Одной из сфер применения технологии Big Data является управление лояльностью абонентов.

Основные драйверы и барьеры для развития технологий Big Data на российском рынке представлены в табл.1.

Таблица 1. Драйверы и барьеры развития рынка Big data в России

Драйверы	Барьеры
Повышенный интерес со стороны пользователей к возможностям Big Data как к способу увеличения конкурентоспособности компании	Обеспечение безопасности и конфиденциальности данных
Развитие методов обработки медиа-файлов на общемировом уровне	Нехватка квалифицированных кадров
Перенос серверов, обрабатывающих персональную информацию на территорию России, согласно принятому закону о хранении и обработке персональных данных	Недостаточность накопленных информационных ресурсов до уровня Big Data в большинстве российских компаний
Осуществление отраслевого плана по импортозамещению программного обеспечения. Данный план включает в себя государственную поддержку отечественных производителей ПО, а также предоставление преференций отечественной IT-продукции при осуществлении закупок за государственный счет	Сложности интеграции новых технологий в существующие информационные системы компаний
В новой экономической ситуации будет наблюдаться тренд по все большему использованию услуг российских провайдеров облачных технологий	Высокая стоимость технологий Big Data
Создание технопарков, способствующих развитию рынка информационных технологий, в том числе рынка Big Data	Политическая и экономическая неопределенность, приведшая к оттоку капитала и заморозке инвестиционных проектов на территории России
Государственная программа по внедрению грид-систем, основой которым служат технологии Big Data	Рост цен на импортную продукцию и рост инфляции

Первичные области практического применения Big Data – это использование их в контексте совершенствования бизнес-процессов работы с клиентами (сегментация, продажи, аналитический CRM и др.). Для компаний, успех которых зависит от понимания и предсказания потребностей клиентов - это возможность собрать и проанализировать всю доступную об этих клиентах информацию, вне зависимости от того, какой объем она занимает и в каких форматах представлена. Для тех, кто сфокусирован на оптимизации операций, Big Data позволяет собрать и быстро проанализировать глобальные объемы технологической информации, поступающей в реальном времени, выявить области возможной оптимизации, понять причины, предсказать поведение системы, смоделировать его при тех или других изменениях параметров внешней среды



или ресурсов организации.

Таким образом, глобальные технологии Big Data предполагают работу с информацией огромного объема и разнообразного состава, часто обновляемой и находящейся в разных источниках в целях увеличения эффективности работы, создания новых продуктов и повышения конкурентоспособности экономических систем.

Литература

1. <https://www.statista.com>
2. <https://www.moex.com/>
3. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation>.
4. История больших данных. Часть 1. – URL: <https://www.computerra.ru/234239/istoriya-bolshih-dan..>
5. Big Data Dynamic Factor Models for Macroeconomic Measurement and Forecasting. URL: <https://www.sas.upenn.edu/~fdiebold/papers/paper40/te>
6. Орлова Е.В. Coordinated control of the production and economic system: methods, models and mechanisms. – Yelm: Science Book Publishing House LLC, 2019. – 411 с.
7. Исмагилова Л.А., Орлова Е.В. Эффективное управление разноуровневыми экономическими системами. – М.: Машиностроение, 2012. – 384 с.
8. Орлова Е.В. Моделирование функции полезности с учетом иррациональных факторов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2012. – № 3. – С. 24–30.
9. Орлова Е.В. Имитационная модель управления стохастическими финансовыми потоками предприятия // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2012. – № 5. – С. 185-189.
10. Орлова Е.В. Модели и механизмы согласованного управления производственно-экономической системой: дис. на соискание уч. степени д-ра техн. наук. – Уфа, 2018. – 340 с.



Д.А. Родионов

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА КАК ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛОСОФИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

(Самарский университет)

В самом широком смысле слова философия искусственного интеллекта исследует вопросы о том, как «мыслит машина» и способна ли она к мышлению. В частности, теоретики этой дисциплины исследуют сам механизм «мышления» техники. В связи с этим становится актуальным исследование нечеткой логики как метода «мышления машин», поскольку эта разновидность логики способна сблизить четкость и точность обрабатываемых данных машиной с условиями неопределенности, в которых существует человек.

Если давать определение этому методу, то, в первом приближении, оно звучит так: нечеткая логика – раздел многозначной логики, основывающейся, в свою очередь на синтезе формальной логики и теории нечетких множеств. Сам термин «нечеткое множество» (fuzzy set) был предложен Л.Зеде для того, чтобы формализовать систему знаний, характеризуемую неопределенностью. Предметом нечеткой логики, в таком случае, можно считать исследование суждений, понятий и умозаключений в условиях размытости, неопределенности субъекта, предиката или посылки, сходных по своей форме с соответствующими элементами в формальной логике. Как об этом пишет сам Л.Зеде: «В своем обыкновении, «класс всех действительных чисел, которые больше чем 1», или «класс прекрасных женщин», или «класс всех высоких мужчин», не являются классами или множествами в обычном математическом смысле этих терминов. Тем не менее, факт остается фактом, что такие неточно определенные «классы» играют важную роль в человеческом мышлении, особенно в области распознавания образов, передачи информации посредством коммуникации, и абстракции»²⁴ иначе говоря, автор стремится рационализировать те феномены, которые в других логиках (формальной, модальной, математической и т.п.) не поддаются рационализации в полной мере.

Под нечетким множеством принято понимать множество с нечеткими границами, которые устанавливают условие невозможности четкого определения перехода элемента в статус принадлежащего/не принадлежащего к указанному множеству. Для сравнения, в формальной логике не существует проблемы неопределенности: элемент x либо принадлежит, либо не принадлежит соответствующему множеству M . В таком случае характеристическая функция принадлежности элемента указанному множеству может принять два значения: 1 (истина) и 0 (ложь), если принадлежность наличествует или если нет соответственно. В рамках нечеткого множества элемент x принадлежит нечеткому множеству A в известной степени, именно поэтому функция принадлежности

²⁴ L.A. Zadeh – Fuzzy sets. // Information and control. 1965г., №8., 338с



элемента множеству может принимать значения в интервале $[0,1]$, то есть, может носить вероятностный характер.

Итак, становится очевидным, что при использовании нечеткой логики становится возможным рационализация явлений, процессов и высказываний недоступных для описания другими видами логики, причем, немаловажным фактором является полное сохранение статуса логической истинности. Если в теории вероятностей значение в выводе равно 0,5 (полу-истина, полу-ложь) будет вероятным, и, соответственно иметь подобающий статус, то в нечеткой логике такое же значение будет обладать теми же правами, что и обычный вывод, описываемый в рамках оппозиции истина-ложь. Как следствие, нечеткая логика предоставляет возможность техническим процессам включать в себя намного больше процессов и явлений.

Литература

1. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Модели принятия решений в условиях неопределенности. Липецк: ЛЭГИ, 2001. 138с.
2. Вирно П. Грамматика множества: к анализу форм современной жизни. М.: Ад Маргинем Пресс, 2015. 144с
3. Дыдров А.А., Починская В.А., Шарипова А.Р. Механизация человека и гуманизация машины: тенденции существования человека и техники // Социум и власть. 2018. №3 (71). с.7-14.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165с.
5. Энгельмейер П.К. Философия техники. Вып.1. Общий обзор предмета. М.: т-во скоропеч. А.А.Левенсон, 1912г. 96с.
6. Эпштейн М.Н. Проективный словарь гуманитарных наук. М.: Новое литератур. Обозрение, 2017. 616с.
7. Zadeh L.A. Fuzzy sets. // Information and control. 1965г., №8, с.338-353.

Д.А. Родионов

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОПТИМИЗМ В КОНТЕКСТЕ ТВОРЧЕСТВА ФРИДРИХА ДЕССАУЭРА

(Самарский университет)

В конце XIX столетия роль техники в жизни человека заметно возросла, что послужило причиной интереса к осмыслению проблематики, связанной с техникой. Одной из самых значимых классификаций всех концепций философии техники того времени можно считать разделение идей на технический пессимизм и технический оптимизм.

Суть технического оптимизма состоит в идеализации техники, в переоценке ее потенциала. Техника здесь становится определяющим фактором для развития социальных и экономических процессов. В радикально-



оптимистических концепциях техника отождествляется не только с социально-культурным прогрессом, но и с прогрессом вообще, закономерным итогом которого станет материальный, культурный и духовный рай для человека.

Мыслителем, описывающем технику с позиций религиозных догматов, был Фридрих Дессауэр. Полемизируя со своими современниками, Дессауэр отмечал, что развитие промышленности и техники становится новым способом бытия человека, ввиду силы и возможностей, которые открываются благодаря технике. В своем труде «Философия техники» (1926-27 года), автор представляет базис теоретизации технической действительности с позиций этики, позволяя заново обосновать кантовскую концепцию трансцендентальных условий применимо к технике. Таким образом, к «троице» критик, описанной Иммануилом Кантом (научного сознания, этического акта и эстетизиса), Фридрих Дессауэр добавляет еще одну критику – критику технической деятельности.

Для И. Канта любое научное знание ограничено феноменальным миром, которые лишь репрезентируют истинную сущность вещей, или ноумен. Научное знание не способно описать ноумен, однако философия обладает теоретическим аппаратом, который способен утвердить его существование, называя их «вещи-в-себе». В дальнейшем, в работах «Критика практического разума» и «Критика способности суждения», Кант развивает свои идеи и приходит к выводу о том, что необходимым образом существует некая трансцендентальная реальность, которая является сущностной силой, благодаря которой можно говорить о моральных императивах и эстетических нормах. Таким образом, Кант конструирует действительность, в рамках которой любой воспринимаемый объект или явление обуславливается чем-то недоступным для непосредственного восприятия и дескрипции: «вещью-в-себе», трансцендентальными принципами и т.п.

Ф. Дессауэр, развертывая «критику технического действия», напротив, утверждал, что сам акт производства техники и работы с ней позволяет установить контакт с «вещью-в-себе». Сущность техники созвучна с ноуменом, поскольку она не проявляется ни в промышленном производстве, которое ввиду собственной конвейерности редуцирует значимость научных открытий в пользу эффективности, ни в конечном продукте технического процесса, поскольку здесь техника является лишь конечным продуктом потребления. Следовательно, сущностным аспектом техники будет являться сам акт технического творчества, который актуализируется, проходя несколько этапов: во-первых, человеком задается цель, которая будет достигаться благодаря техническому изобретению, во-вторых, проработка путей достижения указанной цели сообразно природным законам и актуальным возможностям второй природы, и, наконец, в-третьих, контакт сознания изобретателя с «четвертым царством» - сферой, содержащей в себе «пред-решение» любой технической проблемы – этот этап назван самим философом «InnereBearbeitung» (внутренняя обработка).

«InnereBearbeitung» является тем процессом, который делает возможным сообщение с трансцендентным миром, с ноуменальной действительностью технических объектов. Дессауэр подтверждает это следующим образом:



1) Изобретение, понятое в качестве средства, орудия или артефакта, суть нечто, что можно обнаружить в феноменальном мире.

2) Указанное изобретение получает статус техники лишь в том случае, когда оно представлено опосредованно, через собственного изобретателя и акт его творчества.

3) Техническое изобретение - порождение не только имагинативной сущностной силы человека, но и процесс воплощения сообразно естественнонаучным достижениям и связи с «четвертым царством».

4) Акт технического творчества непосредственно связан с трансцендентной по своей сущности сферой «пред-решений» техники. Следовательно, техническое изобретение является связующим звеном в отношениях между феноменальным миром и ноуменальным, делая последним более открытым к восприятию и познанию, нежели в учении Канта.

Соответственно, именно эта связь человека со сферой «пред-решений» порождает условия для существования самой сущности, актуализирует идеи, делая технику воплощением трансцендентной реальности и раскрывая трансцендентальные принципы.

На основе этой идеи Ф. Дессауэр формулирует теорию моральной значимости техники, в которой процесс технического творчества в качестве реквизитов имеет категорический императив и божественную заповедь. Современная техника, ввиду колоссальных производственных мощей и сил, должна рассматриваться не только в качестве средства для удовлетворения специфических потребностей человека, но и в качестве соучастия в творении, в качестве «величайшего земного переживания смерти». Таким образом, техника, в рамках концепции Ф. Дессауэра, выступает в качестве религиозного переживания, становясь одним из видов религиозного опыта, а сам религиозный опыт приобретает возможность оценки с технической стороны.

Литература

1. Дессауэр Ф. Спор о технике. Самара: Изв-во Самарской гуманитарной академии, 2017. – 266 с.
2. Кант И. Критика способности суждения. М.: «Искусство», 1994. 367с.
3. Кант И. Критика практического разума. М.: Эксмо-пресс, 2015. 224с.
4. Кант И. Критика чистого разума// Пер. с нем. Н. Лосского М.: Мысль, 1994. 591с.
5. Капп Э. Философия машины // Роль орудия в развитии человека. СПб.: Прибой, 1925г. 192с.
6. Нестеров, А.Ю. Эпистемологические и онтологические проблемы философии техники: «четвертое царство» Ф. Дессауэра / Нестеров А.Ю. // Онтология проектирования. Самара: ООО «Новая техника», 2016., № Т. 6., № 3(21). С. 377-389.



ПРОБЛЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НАРРАТИВОВ

(Самарский университет)

Поскольку, по мнению многих специалистов, тест Тьюринга проверяет не столько наличие сильного интеллекта, сколько способность программы и ее авторов ввести в заблуждение жюри, в последнее время было предложено несколько новых тестов. В частности, Селмер Бринджорд с соавторами предложили в 2001 г. тест, названный ими тестом Лавлейс [1]. Общая идея заключалась в том, что искусственный агент А, созданный человеком Н, должен рассматриваться как интеллектуальный агент человеческого уровня, если он может производить действительно творческие результаты, и если Н не может объяснить, как А это сделал. Позже Марк Ридл утверждал, что такой тест не сможет пройти ни одна программа, потому что, если у Н будет достаточно ресурсов для построения А и достаточно времени для анализа его работы, Н сможет объяснить результаты А. Поэтому он предложил более простую версию теста — тест Лавлейс 2.0. Основная идея заключалась в том, чтобы предложить искусственному агенту создать произведение искусства, отвечающее некоторым требованиям, предъявляемым оценщиком-человеком [7].

В 2019 г. вышла книга Маркуса дю Сотоя «Код креативности», в которой он рассказывает обо всех успешных примерах компьютерного творчества, существовавших на момент написания книги. Один из них — портрет Эдмонда Белами, созданный с помощью алгоритма и проданный на аукционе Christie за 432500 долларов в 2018 году. Еще одним впечатляющим примером творческих программ является алгоритм джазовой импровизации, созданный Франсуа Паше и известный как Continuator, поскольку он может продолжать музыку, начатую живым музыкантом в том же стиле, или, в другой версии, он может сопровождать живого музыканта, угадывая нужный аккорд. Создается впечатление, пишет дю Сотой, что Continuator прошел тест Лавлейс. Есть еще более убедительный пример успеха искусственного интеллекта в создании музыки: в 2016 году алгоритм под названием AIVA стал первой машиной, получившей звание композитора от французской профессиональной ассоциации Société des Auteurs, Compositeurs et Éditeurs de Musique [3].

Однако, как мне кажется, дю Сотой не смог привести ни одного убедительного примера компьютерной программы, способной сочинять интересные истории. Этот факт констатируют и авторы идеи теста Лавлейс. В 2017 году Ридл отметил, что «компьютеры по-прежнему не могут надежно создавать и рассказывать новые истории или понимать истории, рассказанные людьми. Когда компьютеры рассказывают истории с помощью электронной книги или компьютерной игры, они просто пережевывают что-то, написанное человеком» [6]. В 2020 году Селмер Бринджорд публично обсуждал эту тему с Робертом



Марксом и они также пришли к выводу, что на момент обсуждения ни один ИИ не прошел тест Лавлейс в области сочинения историй [5].

В 2009 году Натанаэль Чамберс и Дэн Джурафски создали самообучающуюся систему, извлекающую повествовательные схемы из новостных статей. Схема повествования – это модель событий, которая объединяет несколько типизированных цепочек повествовательных событий вместе. Событие – это глагол вместе с совокупностью его функционально-семантических аргументов. Типизированная повествовательная цепочка событий – это последовательность событий, связанных с ролью определенного типа. Тип автоматически создается как набор лексических единиц, связанных с событиями в цепочке. Модель не предполагает, что набор ролей известен заранее, и она изучает роли одновременно с кластеризацией глаголов. Например, система извлекла из новостной статьи три цепочки событий. Одна цепочка включает глаголы «арестовать» и «обвинять», связанные с типом, представленным существительными «полиция» и «агент», вторая цепочка – глаголами «осуждать» и «приговор», связанными с существительными «судья» и «присяжные», а третья цепочка – глагол «отвечать на обвинение», связанный с существительными «преступник» и «подозреваемый». Путем объединения трех цепочек в одну повествовательную схему система создаст результирующий сюжет в форме: «Полиция (агент) арестовывает и предъявляет обвинение преступнику (подозреваемому); преступник (подозреваемый) признает себя виновным (невиновным); судья (присяжные) осуждает и приговаривает преступника (подозреваемого)» [2].

Брент Харрисон, Кристофер Пурди и Марк Ридл в 2017 году создали систему, автоматически обучающуюся на основе кратких киносюжетов из Википедии и затем генерирующую фабулы на любую заданную тему. В этой модели каждое событие состоит из следующих элементов: субъект, глагол, объект, модификатор. Каждое предложение в исходном корпусе рассказов сокращено до последовательности из 4 слов этой формы. Предложения с более чем одним глаголом или несколькими подлежащими разбиты на несколько событий. Любой новый сюжет, созданный этой системой, также состоит из таких предложений. События – это предложения из 4 слов. Центральным элементом каждого события является глагол, а остальные три слова можно понимать как его аргументы [4].

Автоматический генератор нарративов, представленный в 2019 г. Лили Яо с соавторами, работает на основе еще более простой модели. Система использует существующие корпуса рассказов для автоматического извлечения одного ключевого слова из каждого предложения и строит сюжетную линию как последовательность ключевых слов. То есть событие обозначается отдельным словом. Получив любое слово в качестве заголовка, система использует изученные вероятности для создания новой последовательности слов, а затем на основе полученного таким способом нового сюжета, выстраивает историю, конструируя вокруг ключевых слов наиболее вероятные предложения [9].

Таким образом, в современных работах по автоматическому пониманию и генерации нарративов событие как часть истории часто репрезентируется гла-



голом вместе с его минимальным набором аргументов или просто словом. Соответственно, сюжетная линия обычно определяется как последовательность глаголов или других ключевых слов. Этот тип концептуализации событий предоставляет очень мало возможностей для извлечения и репрезентации здравого смысла и других контекстуальных знаний, что делает автоматически генерируемые истории довольно примитивными.

Итак, сочинение историй оказалось самым трудным из всех творческих заданий, возможных в рамках теста Лавлейс или Лавлейс 2.0. Если допустить, что в области музыки, живописи или абстрактной поэзии тест Лавлейс пройден наилучшими современными алгоритмами, то в области сочинения интересных и осмысленных с точки зрения фабулы рассказов искусственному интеллекту еще очень далеко до людей. Проблема заключается в том, что самообучающиеся нейронные сети пока еще не умеют извлекать из открытых источников и использовать знания о человеческом поведении, основанные на здравом смысле. Лучшие из самообучающихся сетей пока что могут извлекать информацию на уровне отдельных слов, словосочетаний или предложений, используя методы лексического и грамматического анализа. А для извлечения знаний о поведении требуется анализ более высокого уровня, который можно назвать анализом грамматики поведения. Поэтому дальнейшее развитие автоматических систем конструирования нарративов может быть связано с разработкой такой грамматики и ее внедрением в алгоритмы текстового анализа.

Литература

1. Bringsjord S., Bello P. & Ferrucci D.: Creativity, the Turing Test, and the (Better) Lovelace Test. *Minds and Machines* 11, 3–27 (2001) URL: <https://doi.org/10.1023/A:1011206622741> (дата обращения: 10.04.21).
2. Chambers N., Jurafsky D.: Unsupervised Learning of Narrative Schemas and their Participants. In: *Proceedings of the 47th Annual Meeting of the ACL and the 4th IJCNLP of the AFNLP*, pp. 602–610. Association for Computational Linguistics, Suntec, Singapore (2009) URL: <https://www.aclweb.org/anthology/P09-1068.pdf>. (дата обращения: 10.04.21).
3. Du Sautoy M.: *The Creativity Code. Art and Innovation in the Age of AI*. 2nd edn. Harvard University Press, Cambridge, MA (2020). URL: <https://doi.org/10.4159/9780674240407> (дата обращения: 10.04.21).
4. Harrison B., Purdy, C., Riedl, M.: Toward Automated Story Generation with Markov Chain Monte Carlo Methods and Deep Neural Networks. In: *AAAI Publications, Thirteenth Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference* (2017) URL: <https://aaai.org/ocs/index.php/AIIDE/AIIDE17/paper/view/15908/15241>. (дата обращения: 10.04.21).
5. Mind Matters,: Thinking machines? Has the Lovelace test been passed? (2020) <https://mindmatters.ai/2020/04/thinking-machines-has-the-lovelace-test-been-passed>. (дата обращения: 10.04.21).



6. Riedl M.: Computational Narrative Intelligence: Past, Present, and Future (2017) URL: <https://mark-riedl.medium.com/computational-narrative-intelligence-past-present-and-future-99e58cf25ffa>. (дата обращения: 10.04.21).
7. Riedl M.: The Lovelace 2.0 Test of Artificial Intelligence and Creativity. In: Proceedings of the AAAI Workshop: Beyond the Turing Test, Austin, Texas (2015) URL: <https://arxiv.org/pdf/1410.6142v3.pdf>. (дата обращения: 10.04.21).
8. Yao L., Peng N., Weischedel R., Knight K., Zhao D., Rui Yan R.: Plan-and-Write: Towards Better Automatic Storytelling. In: Proceedings of the Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence, pp. 7378–7385. AAAI Press, Palo Alto, CA (2019) URL: <https://www.aaai.org/ojs/index.php/AAAI/article/download/4726/4604>. (дата обращения: 10.04.21).
9. Yao L., Peng N., Weischedel R., Knight K., Zhao D., Yan R.: Plan-and-Write: Towards Better Automatic Storytelling. In: Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, vol. 33 No. 01: AAAI-19, IAAI-19, EAAI-20, pp. 7378–7385. AAAI Press, Palo Alto, CA (2019) URL: <https://www.aaai.org/ojs/index.php/AAAI/article/download/4726/4604>. (дата обращения: 10.04.21).

А.П. Слащинуна

О ВАЖНОСТИ БУДДИЙСКИХ ЦЕННОСТЕЙ ДЛЯ ЭТИКИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

(Самарский университет)

Этические проблемы, связанные с созданием искусственного интеллекта (далее ИИ), продолжают занимать умы не только философов-трансгуманистов, но все чаще становятся предметом опасений общественности. Несомненно, трансгуманизация как результат научного прогресса является закономерным путем развития общества, ведь как отмечал французский философ Ги Дебор: «борьба между традицией и прогрессом является основным принципом внутреннего развития культуры исторического общества и продолжается лишь благодаря постоянным победам прогресса» [1, с. 140].

Негативное отношение к ИИ во многом продиктовано эффектом «зловещей долины», характеризующийся неприязнью и отвращением, вызываемым у людей объектами, выглядящими как человек. Однако опасения вызывает не только внешний вид андроидов, копирующих человека, но и этические вопросы, начиная от связанных с проблемой «корабля Тесея» – «будет ли человек, которому в результате многочисленных медицинских имплантаций заменили 99 процентов тела, считаться машиной?» и заканчивая вопросом – «будет ли у ИИ сознание и свободная воля?». На наш взгляд в вопросах этики искусственного интеллекта есть другой, гораздо более насущный вопрос, связанный с разработкой ИИ – «какой должна быть этика ИИ?». Технологии, созданные чело-



веком не могут быть «плохими» или «хорошими» сами по себе, поскольку присущие им качества являются лишь результатом деятельности человека. Именно поэтому мы не можем говорить о какой-то специфической этике, присущей ИИ, этика ИИ будет этикой его разработчиков, поскольку она будет отражать ценности людей, которые его создают.

На наш взгляд, особый интерес в связи с этим приобретает деколониальный подход при решении вопроса о формировании этики ИИ. Так как большинство принципов по этике ИИ пишется в западных странах, то в этой области преобладают западные ценности. Деколониальный подход позволяет преодолеть подобную ограниченность. Несомненно, этические ценности универсальны, но способы их артикуляции и трансляции различаются в разных культурах. Об этом пишет в своей статье для Массачусетского технологического института Сорадж Хонгладаром, полагающий, что использование ИИ влияет на весь мир, а значит, этика ИИ должна включать в себя универсальные ценности. Подчеркивая универсальность буддийской этики, он утверждает, что самосовершенствование, ответственность и сострадание, практикуемые в повседневной жизни и совпадающие с ценностями других этических традиций, могут многое предложить тем, кто выступает за этическое использование технологий ИИ. Если этика ИИ будет опираться на богатое разнообразие идей многих культур мира, то она будет выражать более широкий спектр традиций и идей о том, как подходить к этическим проблемам ИИ [2].

Универсальность буддийской этики демонстрирует ее положительная корреляция с секулярной этикой. Кроме того, буддийская этика не вступает в конфликт с идеями трансгуманизма. Напротив приверженцы философии буддизма не видят в ИИ какой-либо угрозы. Подобное отношение к андроидам доказывает тот факт, что с 8 марта до 6 мая 2019 года в храме Кодай-дзи в Киото (Япония) публике был представлен робот Миндар. Он стал олицетворением богини Каннон, считающейся воплощением бодхисаттвы сострадания – Авалокитешвары (в тибетской традиции воплощением Авалокитешвары считается Его святейшество Далай-лама). Робот заменил статую богини. Такой выбор был обусловлен тем фактом, что «Сутра лотоса» прямо указывает на возможность Каннон проявляться в том виде, в котором она сможет оказать помощь страждущим: «этот бодхисаттва Постигающий Звуки Мира, обретя такие добродетели, путешествует по всем землям, принимая различные облики, и спасает живых существ» [3, с. 190].

На данный момент создатели робота Миндар не используют искусственный интеллект, Робот просто повторяет одну и ту же заранее запрограммированную проповедь о Сутре сердца (одного из первоисточников учения буддизма Махаяны). Однако, создатели робота заявляют, что планируют предоставить ему возможности машинного обучения, которые позволят ему адаптировать обратную связь с прихожанами, обращающимися к нему с конкретными духовными и этическими проблемами. Так, управляющий храма заявил, что: «Мы надеемся, что с ИИ он станет мудрее, чтобы помогать людям преодолевать даже самые сложные проблемы» [4]. Конечно тот факт, что Миндар сможет сде-



лать выбор из запрограммированных вариантов еще не будет говорить о наличии у нее сознания, поэтому гораздо большее значение имеют ценности, транслируемые ее разработчиками.

Подводя итог следует сказать, несмотря на то, что робот Миндар был создан для реализации конкретных задач общины, это прекрасный пример работы над созданием ИИ, программируемого на основе буддийской этики. Поскольку ценности буддийской этики универсальны, то они коррелируют с секулярными ценностями, что позволяет решить вопрос о деколонизальности при создании этики ИИ.

Литература

1. Дебор Г. Общество спектакля. - М.: Опустошитель, 2020. – 280 с.
2. Hongladarom S. What Buddhism can do for AI ethics. // MIT Technology review. URL:<https://www.technologyreview.com/2021/01/06/1015779/what-buddhism-can-do-ai-ethics/> (дата обращения: 12.04.2021)
3. Сутра о Цветке Лотоса Чудесной Дхармы. URL:<http://abhidharma.ru/A/Vedalla/Content/Taice/0005.pdf> (дата обращения: 17.04.2021)
4. Sigal S. Robot priests can bless you, advise you, and even perform your funeral. // Vox. URL:<https://www.vox.com/future-perfect/2019/9/9/20851753/ai-religion-robot-priest-mindar-buddhism-christianity> (дата обращения: 12.04.2021)



СОДЕРЖАНИЕ

Автоматизированные системы научных исследований

Акрамова Г.А., Хасанова М.У., Амиров А.Р. Demographic prism of social development	3
Акрамова Г.А., Хасанова М.У., Амиров А.Р. Demographic situation in the country, its impact on the economy	5
Голова А.А., Сопченко Е.В. Разработка автоматизированной системы приёма и отслеживания заказов сети питания	12
Гришкин В.М., угли Каримов С.И. Сравнение данных мультиресурсного дистанционного зондирования для вегетационных индексов.....	14
Донцов А.А., Сафонов А.В., Кириллов В.П. Программная модель алгоритма слежения за объектом, маркированным двумя источниками оптического излучения	19
Егорова А.А. Фильтрация импульсного шума по суперпиксельному представлению изображения.....	23
Есипов Б.А. Алгоритм кластеризации с проекцией на основе матрицы близости.....	28
Жиркович Н.В. Разработка виртуальной платформы для публичных обсуждений проектов строящихся жилых комплексов.....	31
Зимарева И.И., Столбова А.А. Разработка автоматизированной системы внедрения цифровых водяных знаков в изображения на основе дискретного вейвлет-преобразования.....	34
Косников Ю.Н., Афанасьев А.И. Расширение изобразительных возможностей средств визуализации с помощью управления гладкостью геометрических форм	39
Крупец Н.Г., Гуреев М.А. Моделирование и классификация электропотребления многоквартирного жилого дома.....	43
Крупец Н.Г., Кононова Е.С. Автоматизация составления маршрутов снятия контрольных показаний электросчетчиков у бытовых абонентов.....	47
Максимов А.И., Цой Г.В. Исследование методов геометрического согласования изображений для задач сверхразрешения	51
Малыхина О.И., Глуговский М.С., Захарова Ю.В. Методика решения задачи старта ракеты-носителя в линейной постановке с применением программного комплекса Nastran	55
Мальцев С.С. Статистическая обработка результатов измерения ультразвукового измерительного канала истинной воздушной скорости одновинтового вертолета.....	59
Мишанина М.С., Кудрина М.А. Исследование алгоритмов выделения объекта на фоне	62



Морозов О.А., Фидельман В.Р., Чуманкин Ю.Е. Оценка смещения главного максимума диаграммы направленности на основе геометрических параметров положения рефлекторной антенны.....	66
Нгеко Муандзиби Деди Рудней Разработка мобильного путеводителя "навигатор" для национального парка Нуабале-Ндоки.....	70
Никерин М.П., Попова-Коварцева Д.А. Автоматизированная система «Менеджер ИТ-проектов».....	73
Никеров Н.Ю., Аблаев Р.Т. Критерии оптимизации электроэнергетической системы при обеспечении требуемой надёжности с использованием перспективных разработок проводов.....	76
Нистратова Е.О., Кудрина М.А. Исследование модификаций преобразования Хафа для векторизации изображений.....	83
Полещук Д.С., Кудрина М.А. Автоматизированная система сегментации изображений.....	87
Порубай О.В., Хасанова М. Системы поддержки принятия решений с интеллектуальными механизмами поиска для оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике.....	92
Радина Э.Л., Зеленко Л.С. Автоматизированное рабочее место следователя.....	96
Романов Л.В., Кудрина М.А. Автоматизированная система выделения границ на изображениях и векторизации методом Хафа.....	99
Семагина П.В., Зеленко Л.С. Подсистема загрузки станционных уведомлений для расчета показателей готовности генерирующего оборудования к выработке электроэнергии.....	105
Сиников В.М. Метод подвижных потенциалов для решения задачи о движении кавитационной полости между двумя плоскими границами раздела.....	108
Смагин А.А., Ларин С.Н., Липатова С.В., Булаев А.А. Концепция архитектуры онтологической платформы поддержки технологического процесса подготовки производства.....	110
Смагин А.А., Ларин С.Н., Бильданов Р.Г., Булаев А.А. Проектирование средства проверки выполнения этапов производства радиофармпрепаратов.....	114
Сытник А.А., Шульга Т.Э. Математические методы моделирования программного обеспечения и анализа данных.....	117
Федотов А.С., Еленев Д.В. Система управления контентом виртуального музея.....	119
Харенко А.А., Мешков И.К., Гизатулин А.Р. Анализ особенностей формирования цифровых сигналов с dft-s-ofdm.....	122
Ходов К.А., Лёзин И.А. Исследование возможностей вейвлет-преобразования для анализа нестационарных сигналов.....	123
Цветов В.П. Матричные уравнения и неравенства над алгеброй логических значений.....	126



Цициашвили Г.Ш., Осипова М.А. Алгоритмы оценивания параметров в нелинейных рекуррентных моделях.....	129
Ширяева О.В., Зеленко Л.С. Разработка ERP-системы для независимого музыкального издательства.....	133

Информационная безопасность

Бабенко А.А. Экспертный метод определения состава системы технической защиты информации в государственных информационных системах....	136
Бабенко А.А., Магомедов Д.А. Оценка риска информационной безопасности автоматизированной системы управления технологическим процессом	140
Батаргалиев А.А., Климентьев К.Е., Соловьева В.И. Научные и технические аспекты организации обучения вопросам защиты информации	145
Белов В.А., Бобров Д.В., Камальдинова З.Ф., Каштанов А.А., Милов В.С. Концепция системы гарантированной идентификации личности пользователя в сети.....	149
Баканов Д.С. Построение модели для предсказания вредоносности программного обеспечения	153
Габелия Д.Д., Зеленко Л.С. Разработка дизайн-системы программного комплекса «Контроль охраны труда»	157
Графкин А.В., Графкин В.В. Мониторинг температуры тела в системе контроля и управления доступом	161
Катруша А.Н., Катруша С.А. Методика определения уровня побочных электромагнитных излучений технических средств на основе измерений в ближней зоне.....	164
Климентьев К.Е. Программное средство для автоматизированной параметризации линейных конгруэнтных генераторов псевдослучайных чисел.....	167
Козунова С.С. Управление рисками безопасности в промышленных информационных системах	172
Маховиков Л.А., Линьков А.В. Применение технологии конверсии голоса для скрытия персональных характеристик речи говорящего в целях защиты конфиденциальности его личности	177
Шарипов Р.Ш., Зеленко Л.С. Система мониторинга состояний отказоустойчивой распределенной архитектуры программного комплекса «Контроль охраны труда»	180
Щербинин М.К., Зеленко Л.С. Расширение возможностей модуля «Происшествия» для программного комплекса «Контроль охраны труда»	184

Интеллектуальные системы и машинное обучение

Алексеев Д.И., Оплачко Д.С. Разработка автоматизированной системы оценки кредитоспособности с применением нейронной сети.....	187
---	-----



Алимурадов А.К., Чураков П.П. Применение метода декомпозиции на эмпирические моды для исследования вокализованной речи в задаче обнаружения стрессовых эмоций человека	190
Алкеев М.Г., Лобанков А.А. Разработка информационной системы для автоматического анализа и принятия решений на фондовой бирже	194
Альгашев Г.А. Решение задачи поточного контроля качества авиационного топлива с помощью свёрточной нейронной сети	197
Аникин Д.В., Чуваков А.В., Иващенко А.В. Идентификация шаблонов поведения в системах компьютерного зрения	201
Байрамов В.А., Лёзин И.А. Автоматизированная информационная система распознавания поддельных отзывов в сети Интернет	204
Белов А.Р. Предиктивная загрузка модулей и компонентов веб-приложений	207
Беляев Н.Д., Лёзин И.А. Извлечение признаков аудиосигнала при решении задачи распознавания эмоций в речи диктора	209
Божимов А.Д., Солдатова О.П. Исследование эффективности сжатия модели нейронной сети для передачи произвольного стиля изображения	213
Болотникова Л.В., Лёзина И.В. Автоматизированная система распознавания римских цифр при помощи нейронной сети Кохонена.	216
Волков С.С., Курочкин И.И. Применение глубоких нейронных сетей, основанных на LSTM, для решения задач классификации	219
Ганеев Р.М., Столбова А.А. Проектирование автоматизированной системы выявления поддельных аккаунтов в социальных сетях	222
Глотова П.А., Лёзина И.В. Исследование применения радиально-базисной и гипер радиально-базисной нейронных сетей при решении задачи прогнозирования курса валют	226
Головнин О.К., Альгашева А.А. Система интеллектуального видеомониторинга на основе ансамбля нейронных сетей	229
Гриценко Д.И., Лёзина И.В. Распознавание рукописных арабских цифр многослойным персептроном с предварительной инициализацией весовых коэффициентов	231
Елфимов А.Г., Симонова Е.В. Исследование эффективности применения графовых баз данных при реализации рекомендательных сервисов в мультиагентной системе управления проектами	234
Камальдинова З.Ф., Нуянзина В.А., Назарова А.А. Разработка новых партнерств для МТС	239
Константинов Э.С., Гизатуллин З.М. Прогнозирование электромагнитных помех на основе искусственной нейронной сети	243
Корнилов Е.А., Лёзина И.В. Автоматизированная система колоризации изображений многослойным персептроном с применением алгоритмов начальной инициализации весовых коэффициентов	245
Кравчук М.В. Алгоритм идентификации лица на основе определения площадей треугольников и сокращенного количества опорных точек	248



Кудубаева С.А., Жусупова Б.Т. Снятие омонимии при компьютерном переводе с казахского языка на язык жестов на основе словаря лексических значений многозначных слов	251
Лебедева Д.С., Максимов А.И. Диагностика фальсификации фонограмм на основе сиамских сетей	254
Лихачев М.А., Уваров А.И., Тельных Б.К., Зенкин А.А. Применение нейронных сетей для классификации объектов воздушной разведки по теплофизическим характеристикам эталонных материалов	258
Мажаров А.Л., Столбова А.А. Решение задачи классификации научных публикаций средствами нейронных сетей.....	262
Матвеев В.В., Столбова А.А. Сравнение алгоритмов получения ассоциативных правил для решения задачи анализа покупательских корзин	265
Мельников А.В., Великанова Л.А., Легостаева Е.С. Система мониторинга и анализа перспективных информационных технологий в интересах Вооруженных сил Российской Федерации.....	268
Митина А.А. Информационные технологии в банковской сфере	272
Мухаммадиев А.А. Разработка распределенной системы информационной поддержки хоккейных команд.....	274
Нестеров И.О., Лёзина И.В. Распознавание римских чисел с помощью нейронной сети Хопфилда.....	277
Панченко А.Д., Сайтова Г.А., Соколов Л.В. Алгоритм управления роботехническим комплексом на основе интеллектуальной системы технического зрения для подсчета колоний микроорганизмов	279
Садовский А.А., Солдатова О.П. Сравнительный анализ математических моделей финансовых временных рядов.....	283
Сайтова Г.А., Елизарова А.В. Нейросетевая модель для оценки состояния заряженности литий-ионного аккумулятора	288
Серебряков А.В., Зеленко Л.С., Оплачко Д.С. Исследование методов машинного обучения и разработка системы автоматического рубрицирования текстов	293
Сорокин Д.А. Автоматизация размещения датчиков умного дома	296
Спиркин А.Н. Субвокальное управление роботизированным механизмом	298
Субочева В.С. Использование систем бизнес-аналитики для повышения эффективности работы клиентских менеджеров коммерческого банка	302
Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. It guru как перспективная информационная технология для моделирования сетей связи.....	307
Чертков Б.И., Солдатова О.П. Суперсемплирование изображений с использованием улучшенной остаточной глубокой нейронной сети	311
Чурилин С.В. Выявление и предотвращение конфликтов интересов при внедрении информационных технологий на предприятии.....	314
Хрусталёв М.М., Ольшанский А.М. К вопросу об управлении стаями беспилотными летательными аппаратами.....	317
Ярославкина Е.Е., Дурманова В.Ф., Крылов А.О. Интеллектуальная система контроля загазованности в угольных шахтах	320



Информационные технологии высокопроизводительных вычислений

Баландин А.В. Управление темпоральными данными в приложениях реального времени	324
Выгодчикова И.Ю., Туренко В.Н. Оптимизация распределения пространства в лекционной аудитории на основе древовидной структуры минимального веса	328
Выгодчикова И.Ю., Гурьянова А.А. Технология портфельного инвестирования на основе древовидной структуры и минимаксного критерия оптимальности	333
Кодиров Э.С., Махкамов А.В., Абдувахобов Ш.Ш. Основные инструменты мягких вычислений: нечеткие логические системы	337
Майков Д.В. Островной квантовый алгоритм пресноводных гидр для решения задачи оптимизации	341
Попов С.Н., Востокин С.В. Анализ архитектуры системы распределенных вычислений на базе технологии глобального хранилища данных	345
Рыбников И.А. Информационные технологии высокопроизводительных вычислений на примере разработки виртуального лабораторного стенда	348
Сивков В.С. Распределенная архитектура системы захвата движений	351
Уваров А.И., Лихачев М.А., Тельных Б.К., Зенкин А.А. Идентификация точечных изображений корреляционным методом	354

Информационные технологии в медицине

Булгаков А.С., Сопченко Е.В. Разработка автоматизированной системы расчёта дозы вводимого инсулина для больных сахарным диабетом первого типа на основе исходной гликемии, времени суток и количества хлебных единиц	357
Баишева З.Х., Зайнагутдинова Э.И. Компьютерные системы функциональной диагностики для электроэнцефалограмм	360
Бондаренко В.А. Информационная поддержка процессов управления медицинской деятельностью	363
Выгодчикова И.Ю. Алгоритм оценки уровня кардионагрузки на основе критерия минимакса	368
Габдрахманова А.Р., Тюрина М.М. Моделирование печатной платы блока управления магнитотерапевтической системы	372
Голова А.А. Разработка автоматизированной системы приёма и отслеживания заказов сети питания	375
Дьяконов В.Ю., Столбова А.А. Проектирование автоматизированной системы анализа электроэнцефалограмм на базе многомерного вейвлет-преобразования	387



Кузьмин А.В., Шеина А.Е., Терешин Н.И., Антипкин А.С. Программное обеспечение для оценки риска осложнений у пациентов с сердечной недостаточностью и фибрилляцией предсердий	390
Кузьмин В.С., Панова А.А., Садова К.В. Автоматизированная система дистанционного медицинского обслуживания	393
Куликовских И.М., Прохоров С.А., Коновалов С.Е. Применение алгоритмов поведенческого клонирования для принятия решений в медицине	396
Легошина Е.И. Роль информационных технологий в развитии медицины	398
Новожилов А.А. Математическая модель гемодинамики нижних конечностей.....	400
Рыбаков Д.А., Черновалов Д.А., Черновалова Л.А. Автоматическое определение размера органов на снимках компьютерной томографии	404
Сафронов М.И. Совершенствование методов и средств амбулаторного мониторинга состояния сердца на основе данных ЭКГ	406
Сафронов М.И., Анисимов А.Д., Каташов А.Э. Методы анализа электрокардиосигнала для диагностики инфаркта миокарда	410
Синцева М.М. Имитационное моделирование обслуживания пациентов в медицинском учреждении	413
Соловьева Я.В., Дроздов Н.А. Исследование методов классификации для решения задачи определения сердечных заболеваний.....	417
Хализов А.С. Автоматизированная информационная система хранения медицинских карт пациентов	421
Шевченко Е.И., Васюков В.А., Ефимова Т.Б. Диагностика и персонализированная медицина: два основных направления использования искусственного интеллекта в медицине	424
Шерстнев В.В. Информационные технологии в медицине катастроф: применение беспилотных воздушных судов при поиске и медицинской сортировке пострадавших в чрезвычайных ситуациях	427
Шорохова В.В. Применение технологии виртуальной реальности для нейрореабилитации	429
Якина А.В. Разработка системы управления устройством для пассивной разработки лучезапястного сустава.....	431

Информационные технологии на транспорте

Горбунов П.А., Симонова Е.В. Применение данных бортового компьютера автомобиля для определения стоимости поездки в мобильном приложении	434
Дарбинян М.Г., Сапрыкин О.Н. Сравнение гравитационной и лучевой моделей оценки матриц корреспонденций	437
Демина В.Д., Ермилина О.В. Моделирование плотности и динамики транспортного потока на перекрестке.....	440
Дязитдинова А.Р., Сударушкина Е.В. Проектирование интерфейса мобильного приложения для пополнения транспортных карт	444



Ионов А.А., Дорош В.Э., Десятков Д.В. Алгоритм проезда беспилотным трамвайным вагоном Т-образного перекрестка	448
Ионов А.Н., Зеленко Л.С. Разработка плагина дислокации геообъектов «детская площадка» на электронной карте в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS»	452
Коротышева А.А., Жуков С.Н. Алгоритмы реализации технологии дополненной реальности в навигационном оснащении автомобильного транспорта	456
Кузьмин В.С., Еленев Д.В. Автоматизированная система мониторинга транспортного комплекса предприятия	460
Майоров Е.Р., Сапрыкин О.Н. Анализ данных Uber Movement на возможность использования в имитационном моделировании транспортных потоков	463
Мещеряков А.А. Алгоритм построения оптимального маршрута для морских судов	466
Михеева Т.И., Клепиков Н.М., Михеев С.В. Методы распознавания дорожных знаков в среде «ITSGIS»	470
Михеева Т.И., Нефедов И.А., Золотовицкий А.В., А.С.Хаев Интеллектуальная транспортная геоинформационная система дислокации и визуализации геообъектов плагина «Мостовые сооружения»	476
Михеева Т.И., Павленко В.Д., Чугунов А.И. Плагин дислокации геообъектов «Автозаправочные станции» на электронной карте в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS»	480
Михеева Т.И., Петряев М.М. Описание плагина памятники для геоинформационной системы ITSGIS	485
Михеева Т.И., Шевелев А.В., Чугунов А.И., Михеев С.В. Плагин дислокации геообъектов «Освещение» на электронной карте в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS»	489
Мубараков Р.Р. Расчет максимального потока и минимального разреза транспортной сети методом Форда-Фалкерсона	493
Мубараков Р.Р. Решение задачи размещения объектов придорожной инфраструктуры на основе минимаксного метода	498
Муртазина Р.Р., Чигарина Е.И. Автоматизация проверки документов отдела приема документов и сопровождения учета хозяйственных операций филиала ОАО «Российские железные дороги»	501
Озеров А.В., Ольшанский А.М. Подходы к оценке функциональной безопасности автоматической системы управления поездом без машиниста	505
Петлина О.И., Пиганова А.А. Разработка программной части лабораторной установки для исследования состояния рельсовой линии	510
Плешаков Е.Г., Зеленко Л.С. Разработка плагина дислокации геообъектов «Фонтан» на электронной карте в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS»	514
Попова А.С., Сапрыкин О.Н. Анализ открытых данных об общественном транспорте	517



Соловьева Я.В., Глянько В.С. Автоматизированная система бронирования и проката автомобилей	520
Суторма А.А., Исайчева А.Г., Башаркин М.В. Реализация подхода визуализации нормативно-технической документации	522
Тарасова А.Е. Обеспечение инвариантности датчика контроля состояний рельсовых линий	524
Тарасов Е.М., Тарасова А.Е., Васин Н.Н. Принцип построения самонастраивающейся системы диагностики устройств ЖАТ	528
Чекина Е.В., Михеева Т.И. Автоматизированная система построения маршрутов беспилотного летательного аппарата.....	531

Моделирование и анализ сложных технических систем

Билалова Н.И., Маликов Р.Ф. Компьютерное моделирование динамических систем в среде Rand Model Designer.....	534
Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н., Ситников Г.А. Об объединении фигурных заготовок при раскрое плоского материала	538
Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н., Лукьянов М.В. Применение гибридной метаэвристики при решении задачи плотного размещения невыпуклых многоугольников на полубесконечной полосе	542
Галиев Р.Д., Иванов М.В. Перспективы развития асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором	547
Гизамова А.Р. Моделирование платы предварительного усилителя ионно-меточного измерителя воздушной скорости.....	551
Житарчук М.Г., Султанов И.Н., Попова-Коварцева Д.А. Автоматизированная система построения моделей химических реакций	555
Зотеев В.Е., Башкинова Е.В., Дубинина И.Н. Математическое моделирование сейсмической волны на основе разностных уравнений	559
Кильметов Э.А., Заико А.И. Моделирование параллельного инвертора тока и оценка адекватности его модели.....	562
Костанян М.К. Автоматизированная система моделирования 3D-объектов по облаку точек	566
Кульга К.С. Модели и методы проектирования мехатронного оборудования	568
Любимов В.В., Бакри И. Управление габаритами спускаемого в атмосфере Марса космического аппарата с корпусом в форме двуполостного гиперболоида	572
Любимов В.В., Подклетнова С.В. О зависимости глобальной погрешности численного решения дифференциального уравнения методом Рунге-Кутты от величины шага интегрирования.....	576
Родионов Н.В., Загидуллин Р.С. Разработка концептуальной модели информационной среды инноваций.....	580
Сироченко В.П. Численное моделирование течений вязкой несжимаемой жидкости с применением метода расщепления	584



Тарасов В.Н. Модель задержки передачи данных на основе системы с обычными Эрланговскими распределениями	588
---	-----

Методика обучения и компьютерные обучающие программы

Аскарова А., Хонкелдиева К., Рахматова Н., Бахромова М. Теоретические основы управления социальной инфраструктурой	592
Буланов С.А., Нижник В.А. Разработка приложения по изучению работы и эксплуатации Доплеровского измерителя скорости и угла сноса ДИСС-7 в интересах оптимизации учебного процесса в военном учебном заведении	596
Воронина Е.В., Франтасов Д.Н. Накопительная информационная система оценивания профессиональных компетенций студентов высших образовательных учреждений	599
Гатен Ю.В. Обучающие иммерсивные среды: проблемы и перспективы	603
Головнин О.К., Комаров С.Г. Гибридная модель виртуального собеседника для систем имитации общения	606
Дзюбенко А.Л., Лосева В.В. Формирование цифровых компетенций в области электронного документооборота у студентов	609
Дмитриев Д.М., Кудрина М.А. Автоматизированная система распознавания бланков материальной помощи студентам.....	613
Иващенко А.В., Морева Д.В. Реализация тренажеров дополненной реальности на базе сценарной онтологии и политекстурного моделирования	617
Исакова А.И., Левин С.М. Некоторые методы контроля знаний и самостоятельности студентов в условиях дистанционного обучения.....	620
Камальдинова З.Ф., Новикова А. Сравнение информационных сайтов всероссийского конкурса.....	624
Камальдинова З.Ф., Князев Н.А., Приставка Г.А., Яковлев А.А., Якунин Я.А. Разработка корпоративной образовательной платформы	627
Кашкинов С.О., Еленев Д.В. Проблема учета посещаемости занятий в Bigbluebutton	629
Князева Д.Д., Попова-Коварцева Д.А. Программный тренажер «Операции реляционной алгебры»	632
Мельничук О.В., Ларионова Е.В. Информационные технологии в преподавании и взаимодействии с обучающимися в условиях дистанционного обучения	636
Михайлова Ж.А., Чигарина Е. И. Анализ использования различных структур данных в динамической базе данных для решения задачи автоматизации тестирования обучающихся	638
Мирзаматова Г. Совершенствование эффективного использования механизма туристической реактивности в регионах Узбекистана	642
Сараева М.Д. Бесплатные программы для обучения и развития на операционной системе Windows	645



Хонкелдиева К., Рахимова Х., Хасанхужаева У. Преступность среди несовершеннолетних – один из основных дестабилизирующих факторов современного общества	648
Чуваков А.В., Александрова М.В. Разработка системы принятия решения при внедрении инновационного проекта.....	651

Философия искусственного интеллекта и трансгуманизм

Аксенова А.Д., Никитина П.Ю. Феномен трансгуманизма в информационном обществе	654
Гапаров И.А. Понятие пользы в техническом мировоззрении.....	657
Демин И.В. «Социальный вопрос» в русской политико-правовой мысли конца XIX – начала XX в. (Б.Н. Чичерин и П.И. Новгородцев).....	661
Демина А.И., Нестеров А.Ю. Техническое предвидение в художественном творчестве.....	665
Огнев А.Н. Онтогносеологический аспект абстракции в информационных технологиях	668
Орлова Е.В. Digital people: особенности, философия, перспективы	671
Орлова Е.В., Митрошина К.Д. Big Data как двигатель цифровой трансформации	676
Родионов Д.А. Нечеткая логика как предмет исследования философии искусственного интеллекта	680
Родионов Д.А. Технический оптимизм в контексте творчества Фридриха Дессауэра.....	681
Сериков А.Е. Проблема автоматического производства нарративов.....	684
Слащанина А.П. О важности буддийских ценностей для этики искусственного интеллекта.....	687



Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021):
труды Международной научно-технической конференции
Advanced Information Technologies and Scientific Computing
(PIT 2021): Proceedings of the International Scientific Conference

Размещено на сайте <http://www.ssau.ru/> 20.05.2021

Кол-во эл. носителей 100 экз.

Объем издания 25 Мбайт

Издательство Самарского научного центра Российской академии наук
443001, г. Самара, Студенческий пер., 3а
тел.: (846) 340-06-20