

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ



НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

- ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
- ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ
- МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
- УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ
- МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ
- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
- КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ
- УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ
- ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНФЛИКТОЛОГИЯ
- АКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И БАЗЫ ДАННЫХ

ВЫПУСК № 2 (36), 2025

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 2 (36)

Июль, 2025

- **БИЗНЕС-АНАЛИТИКА, ПРОГРАММЫ И
БАЗЫ ДАННЫХ**
- **ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ, ИСКУССТВЕННЫЙ
ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ**
- **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ**
- **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

ВОРОНЕЖ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ВЫХОДИТ ЧЕТЫРЕ РАЗА В ГОД

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Учредитель и издатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный технический университет»
(394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84)

Территория распространения - Российская Федерация

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА:

Главный редактор - Д.К. Проскурин, канд. физ.-мат. наук, доц.

Зам. главного редактора - Т.В. Азарнова, д-р техн. наук, проф.

Ответственный секретарь - А.В. Смольянинов, канд. техн. наук, доц.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

Баркалов С.А., д-р техн. наук, проф. (ВГТУ)
Бондаренко Ю.В., д-р техн. наук, проф. (ВГУ)
Воронина И.Е., д-р техн. наук, проф. (ВГУ)
Горошко И.В., д-р техн. наук, проф. (УП РФ)
Аснина Н.Г., канд. техн. наук, доц. (ВГТУ)
Каширина И.Л., д-р техн. наук, проф. (ВГУ)
Леденева Т.М., д-р техн. наук, проф. (ВГУ)

Ряжских В.И., д-р техн. наук, проф. (ВГТУ)
Толстых Т.О., д-р экон. наук, проф. (МИСИС)
Барабанов В.Ф., д-р техн. наук, проф. (ВГТУ)
Курипта О.В., канд. техн. наук, доц. (ВГТУ)
Угольницкий Г.А., д-р физ.-мат. наук, проф. (ЮФУ)
Чопоров О.Н., д-р техн. наук, проф. (ВГМУ)

Статьи, поступившие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Материалы публикуются в авторской редакции.



© ВГТУ, 2025

Дата выхода в свет 02.07.2025. Объем данных 25,3 Мб
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

СОДЕРЖАНИЕ

БИЗНЕС-АНАЛИТИКА, ПРОГРАММЫ И БАЗЫ ДАННЫХ

<i>А.А. Хазиева, С.М. Куценко</i> Развитие цифровой экономики в России..... 7	<i>A.A. Khazieva, S.M. Kutsenko</i> Development of the digital economy in Russia 7
<i>С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.И. Заревич</i> Разработка информационной подсистемы банка по выдаче кредитов 10	<i>S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.I. Zarevich</i> Development of the bank's information subsystem for issuing loans..... 11
<i>С.А. Сазонова, Н.В. Акамсина, Д.А. Володкин</i> Разработка программы автоматизированной системы учета кредитов физических лиц в коммерческом банке..... 17	<i>S.A. Sazonova, N.V. Akamsina, D.A. Volodkin</i> Development of an automated credit accounting system for individuals in a commercial bank..... 18
<i>Р.М. Сафин, Р.С. Зарипова</i> Сравнительный анализ почтовых клиентов..... 28	<i>R.M. Safin, R.C. Zaripova</i> Comparative analysis of email clients 29
<i>Л.А. Киреева, Т.В. Азарнова</i> Алгоритм получения интегральной оценки сотрудников с позиции мотивированности, удовлетворенности и приверженности 32	<i>L.A. Kireeva, T.V. Azarnova</i> Algorithm for obtaining an integrated assessment of employees from the position of motivation, satisfaction and commitment..... 32
<i>Д.А. Лариков, В.В. Сокольников, А.В. Бредихин</i> Об автоматизации сбора статистических данных из электронной информационно-образовательной среды высших учебных заведений 37	<i>D.A. Larikov, V.V. Sokolnikov, A.V. Bredikhin</i> On automation of statistical data collection from the electronic information and educational environment of higher education institutions 37
<i>А.Д. Обыденный</i> Сравнительный анализ архитектур распределённых систем обработки данных Apache Spark и Trino 40	<i>A.D. Obydenniy</i> Comparative analysis of the architectures of distributed data processing systems Apache Spark and Trino 40
<i>Д.Е. Пачевский, К.А. Костюков</i> Разработка VST-плагина (обработчика звука) импульсного ревербератора 44	<i>D.E. Pachevsky, K.A. Kostyukov</i> Development of a VST-plugin (sound processor) for a pulse reverb 44
<i>А.В. Акименко, Е.А. Аникеев, И.Н. Занин</i> Алгоритм расчета теплопритоков холодильника с использованием баз данных для автоматизации ввода исходных величин..... 49	<i>A.V. Akimenko, E.A. Anikeev, I.N. Zanin</i> An algorithm for calculating the heat inflows of a refrigerator using databases to automate the input of initial values 49
<i>И. Г. Пташкин</i> Некоторые аспекты разработки дополнений информационной системы «CADLib модель и архив»..... 55	<i>I.G. Ptashkin</i> Some aspects of developing extensions for the information system “CADLib model and archive” 55
<i>Р. О. Бедило, Р. С. Зарипова</i> Анализ информационных систем для индустрии туризма... 60	<i>R.O. Bedilo, R.S. Zaripova</i> Analysis of information systems for the tourism industry..... 60
<i>С.Д. Арефьева</i> Анализ клиентского поведения с использованием кластеризации и сегментации данных 63	<i>S.D. Arefyeva</i> Analysis of customer behavior using clustering and data segmentation 64
<i>А. Д. Рахимова, Р. С. Зарипова</i> Анализ онлайн платформ для прослушивания музыки..... 66	<i>A.D. Rakhimova, R.S. Zaripova</i> Analysing online music listening platforms 67
<i>А.Х. Сафиуллина, Р.М. Хуснутдинов</i> Создание кроссплатформенной игры в ROBLOX..... 69	<i>A.K. Safiullina, R.M. Khusnutdinoff</i> Development of a cross-platform game in ROBLOX..... 70

<i>А.Р. Гимаева, Р.С. Зарипова</i> Интерактивные приложения для обучения анимации: тенденции и анализ.....	<i>A.R. Gimaeva, R. S. Zaripova</i> Interactive animation learning applications: trends and analysis	72	72
<i>М.Е. Касимов, Р.М. Хуснутдинов</i> Методика разработки веб-приложения «ИНТЕРНЕТ-ФОРУМ» с использованием ролевой системы.....	<i>M.E. Kasimov, R.M. Khusnutdinoff</i> Method of developing a web application «ONLINE FORUM» with a role-based system.....	79	80
<i>Д.В. Крымов, Р.М. Хуснутдинов</i> Методика разработки новостного веб-сайта с функциями управления контентом и авторизации пользователей	<i>D.V. Krymov, R.M. Khusnutdinoff</i> Method of developing a news website with content management and user authorization features	82	82
<i>О.В. Миронов, Р.М. Хуснутдинов</i> Разработка веб-сайта «Образовательная онлайн-платформа по изучению основ программирования»	<i>O.V. Mironov, R.M. Khusnutdinoff</i> Development of a website «Educational online platform for learning the basics of programming».....	85	86
<i>А.С. Гурьянов, Р.М. Хуснутдинов</i> Разработка веб-сайта для продажи зоотоваров	<i>A.S. Guryanov, R.M. Khusnutdinoff</i> Development of a website for selling pet products.....	89	90
<i>А.А. Новикова, Р.М. Хуснутдинов</i> Разработка веб-сайта для изучения иностранных языков с использованием SQLITE, VISUAL STUDIO, HTML, CSS и JAVASCRIPT	<i>A.A. Novikova 1, R.M. Khusnutdinoff</i> Development of a website for learning foreign languages using SQLITE, VISUAL STUDIO, HTML, CSS, and JAVASCRIPT	93	93

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

<i>И.С. Талдыкин</i> Разработка инструмента автоматизированного перевода японской технической документации	<i>I.S. Taldykin</i> Development of a tool for automated translation of japanese technical documentation.....	96	96
<i>К.С. Попова, Д.А. Романов</i> Автоматизированная система классификации текстов методами машинного обучения.....	<i>K.S. Popova, D.A. Romanov</i> Automated text classification system using machine learning methods.....	100	100
<i>В.Р. Шарипова, С.М. Куценко</i> Использование искусственного интеллекта в сфере экономики	<i>V.R. Sharipova, S.M. Kutsenko</i> The use of artificial intelligence in the field of economics	104	104
<i>В.Р. Осипова, Е.В. Нетесов</i> Применение методов машинного обучения для оценки качества онлайн-образования на основе анализа сообщений студентов в чатах образовательных конференций	<i>V.R. Osipova, E.V. Netesov</i> The application of machine learning methods for assessing the quality of online education based on the analysis of student messages in educational conference chats.....	109	109
<i>М.К. Черноусов, В.В. Сокольников, М.В. Парин</i> Применение методов балансировки классов для повышения качества предсказания отчислений студентов на базе catboost.....	<i>M.K. Chernousov, V.V. Sokolnikov, M.V. Parinov</i> Application of class balancing methods to improve the quality of student dropout prediction using catboost.....	117	117
<i>А.Р. Зиганишина, Е.А. Салтанаева</i> Использование языка структурированных запросов SQL в интеллектуальных системах для анализа больших данных	<i>A.R. Ziganshina, E.A. Saltanaeva</i> Using the structured query language sql in intelligent systems for big data analysis.....	120	120
<i>С.В. Бебнева, Г. Д. Кульков</i> Настоящее и будущее искусственного интеллекта в программировании .	<i>S.V. Bebneva, G. D. Kulkov</i> The present and future of artificial intelligence in programming.....	124	125

Р.Р. Минниханова, Е. А. Салтанаева Интеллектуальные системы и большие данные: технологии обработки и применения в различных отраслях 129	R.R. Minnikhanova, E. A. Saltanaeva Intelligent systems and big data: processing technologies and applications in various industries130
А.В. Бредихин, Н.А. Кишинька Разработка и исследование методик разработки интеллектуальных помощников..... 133	A.V. Bredikhin, N.A. Kishinka Development and research of intelligent assistant development methodologies133
Г.Р. Хуснутдинова, Н.К. Петрова Исследование способов применения искусственного интеллекта в научной деятельности 136	G.R. Khusnutdinova, N.K. Petrova Research of ways of applying ai in scientific activity136
О.Ю. Струкова, С.Ю. Струков Применение технологий искусственного интеллекта при формировании перечня деталей авиационной техники, подлежащих текущему ремонту с использованием аддитивных технологий 140	O.Y. Strukova, S.Y. Strukov The use of artificial intelligence technologies in the formation of a list of aircraft parts to be repaired using additive technologies.....140
С.В. Ермоленко Современные методы сегментации медицинских изображений 142	S.V. Ermoolenko Modern methods of medical image segmentation.....143
Н. В. Макаров, Е. А. Салтанаева Использование нейронных сетей в интеллектуальных системах ... 151	N.V. Makarov, E.A. Saltanaeva Using neural networks in intelligent systems151
Н.А. Березников, Т.В. Лаптева Этические проблемы, связанные с использованием больших данных: предвзятость, дискриминация, прозрачность..... 154	N.A. Bereznikov, T.V. Lapteva Ethical issues associated with the use of big data: bias, discrimination, transparency154
А.А. Петрова, Р.М. Хуснутдинов Выявление нелегальной торговли в даркнете с использованием алгоритмов машинного обучения..... 160	A.A. Petrova, R.M. Khusnutdinov Detection of illegal trade in the darknet using machine learning algorithms.....160
И.Р. Асадуллин, А.В. Натальсон Интеллектуальные системы: от экспертных систем к искусственному общему интеллекту (AGI)..... 164	I.R. Asadullin, A.V. Natalson Intelligent systems: from expert systems to artificial general intelligence (AGI).....164

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

Н.Р. Шевко, Э.Р. Яруллина Информационные технологии в управлении социальными объектами 168	N.R. Shevko, E.R. Yarullina Information technologies in the management of social facilities.....168
Н.Р. Шевко, В.С. Коростиева Кибербезопасность в строительстве 172	N.R. Shevko, V.S.Korostieva Cybersecurity in construction172
В.В. Лучников, Н.А. Абатуров Обнаружение дефектов экструзии в аддитивном производстве методом FDM с использованием сверточных нейронных сетей..... 175	V.V. Luchnikov, N.A. Abaturov Detection of extrusion defects in additive manufacturing by FDM method using convolutional neural networks.....176
Р.Р. Сагидуллин, Е.А. Салтанаева Интеллектуальные системы в промышленности ... 178	R.R. Sagidullin, E.A. Saltanaeva Intelligent systems in industry178

<i>Д.И. Гимадеев, Р.М. Хуснутдинов</i> Интеграция нейросетевой модели SSDlite в мобильное приложение для задач компьютерного зрения.....	183
<i>Д.С. Козлова, Т.В. Лантева</i> Разработка системы автоматизированного управления микроклиматом в умном доме для людей с астмой на основе данных с датчиков IoT и машинного обучения.....	188
<i>Ч.И. Зарипова, С.М. Куценко</i> Сквозные технологии в управлении рисками: применение предиктивной аналитики для минимизации производственных сбоев.....	194
<i>Д.И. Ильина</i> Анализ данных для прогнозирования потребления ресурсов	197
<i>В.П. Дима, С.В. Чикунев</i> Составление оптимального плана расстановки дорожных камер для улучшения качества фиксаций дорожных нарушений	201
<i>С.В. Рязанцев, Е.А. Хромых</i> Разработка информационной модели грузоперевозок.....	207
<i>А.А. Ильина, Р.С. Зарипова</i> Роль информационных систем в оптимизации деятельности книжных магазинов	212

<i>D.I. Gimadeev, R.M. Khusnutdinoff</i> Integration of the SSDlite neural network model into a mobile application for computer vision tasks	183
<i>D.S. Kozlova, T.V. Lapteva</i> Development of an automated climate control system in a smart home for people with asthma based on IoT sensor data and machine learning	188
<i>Ch.I. Zaripova, S.M. Kutsenko</i> End-to-end technologies in risk management: application of predictive analytics for minimizing production failures	194
<i>D.I. Ilyina</i> Data analysis for forecasting resource consumption	197
<i>V.P. Dima, S.V. Chikunov</i> Developing an optimal placement plan for photo-video surveillance devices to improve the quality of traffic violation detection.....	201
<i>S.V. Ryazantsev, E.A. Hromyh</i> Software for dispatching and modeling of the rectification process	207
<i>A.A. Ilyina, R.S. Zaripova</i> The role of information systems in optimizing the activities of bookstores	213

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>С.А. Сазонова, С.С. Башун, Д.Е. Коломыцева</i> Моделирование информационной системы организации, занимающейся работами по прокладке новых трубопроводов.....	217
<i>С.В. Глущенко</i> Об условных массах подсистем и интегральной массе системы	224
<i>И.С. Плотников</i> Предобработка сегментационных масок и формирование аннотаций YOLO для детекции опухолей на маммограммах	227
<i>Р.М. Хуснутдинов</i> Методика генерирования хэш-функций 3d-фармакофора	232
<i>Д.С. Архипов, Р.С. Зарипова</i> Сравнение антивирусных программ: функциональный и эффективностный анализ	236
<i>А.В. Михеев, Т.В. Лантева</i> Сравнение алгоритмов кластеризации для сегментации пользователей в ритейле: метрики и интерпретируемость	241
<i>Р.М. Хуснутдинов</i> Модель искусственной нейронной сети для диагностики рака молочной железы.....	247
<i>В.С. Никулин</i> Разработка графического инструмента для проектирования моделей нейронных сетей на базе TENSORFLOW	251

<i>S.A. Sazonova, S.S. Bashun, D.E. Kolomytseva</i> Modeling of the information system of an organization engaged in the laying of new pipelines.....	217
<i>S.V. Glushchenko</i> About conditional masses of subsystems and integral Mass of the system	224
<i>I.S. Plotnikov</i> Preprocessing segmentation masks and forming YOLO annotations for tumor detection on mammograms	227
<i>R.M. Khusnutdinoff</i> Method of generation of hash functions of 3d pharmacophore	233
<i>D.S. Arkhipov, R.S. Zaripova</i> Comparison of antivirus programs: functional and effectiveness analysis	236
<i>A.V. Mikheev, T.V. Lapteva</i> A comparison of clustering algorithms for user segmentation in retail: metrics and interpretability	241
<i>R.M. Khusnutdinoff</i> Artificial neural network model for breast cancer diagnostics.....	247
<i>V. S. Nikulin</i> Development of a graphical tool for designing neural network models based on TENSORFLOW	251

БИЗНЕС-АНАЛИТИКА, ПРОГРАММЫ И БАЗЫ ДАННЫХ

УДК 330:004

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В РОССИИ

А.А. Хазиева¹, С.М. Куценко¹¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье исследуется трансформация цифровой экономики в России, анализируя ее ключевые достижения, вызовы и стратегические инициативы. Освещаются такие программы, как национальный проект «Цифровая экономика РФ», успехи в развитии ИТ-экспорта, внедрении электронных госуслуг и цифровизации бизнеса. Подчеркивается роль стартапов во в внешних экосистемах.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровизация, экосистемы, искусственный интеллект, кибербезопасность.

DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECONOMY IN RUSSIA

A.A. Khazieva¹, S.M. Kutsenko¹¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: The article examines the transformation of the digital economy in Russia, analyzing its key achievements, challenges, and strategic initiatives. It highlights programs such as the national project "Digital Economy of the Russian Federation", successes in the development of IT exports, the introduction of electronic government services, and the digitalization of business. The role of startups in external ecosystems is emphasized.

Keywords: digital economy, digitalization, ecosystems, artificial intelligence, cybersecurity.

Цифровая экономика стала глобальным трендом, определяющим конкурентоспособность государств в XXI веке. Для России, стремящейся укрепить свои позиции на мировой арене, развитие цифровых технологий – это не только вопрос технологического прогресса, но и стратегическая необходимость. В последнее десятилетие страна совершила прорыв в этой области, однако путь к цифровой зрелости остается сложным, сопряженным с периодическими вызовами и внешними ограничениями [1][2].

Отправной точкой можно считать 2017 год, когда правительство представило программу «Цифровая экономика Российской Федерации». Этот документ подчеркивает основные направления: нормативное регулирование, кадры, ИТ-инфраструктура, цифровые технологии и

кибербезопасность. Бюджетная программа превысила 1,8 трлн рублей, что подчеркивает амбициозность плана. Одним из первых результатов стало создание единой цифровой платформы госуслуг. Портал «Госуслуги» сегодня привлекает более 100 миллионов пользователей, позволяет дистанционно получать паспорта, предоставлять услуги или регистрировать бизнес. Это не только упростило жизнь граждан, но и вызвало обеспокоенность прозрачностью государственных процессов.

Крупные компании, такие как Сбер и «Ростелеком», трансформировались в ИТ-корпорации, разрабатывающие собственные облачные сервисы, системы искусственного интеллекта и финтех-решения. Сбер, например, инвестировал в создание экосистемы, объединяющей банкинг, маркетплейсы, медиа и образование. Малый и

средний бизнес также подключился к цифровизации: по данным Минэкономразвития, 70% предприятий внедрили базовые цифровые инструменты - CRM-системы, онлайн-платежи или аналитику данных [4].

Важным драйвером роста стал IT-экспорт. Российские компании, такие как «Яндекс», «Лаборатория Касперского» и «АВВУУ», доказали свою конкурентоспособность на рынке. В 2023 году объем экспорта российского программного обеспечения (ПО) достиг \$10 млрд, при этом спрос на антивирусные решения, образовательные платформы и системы машинного обучения продолжал расти даже в условиях ограничений. Успех во многом связан с независимостью математической школы и доступностью инженерного образования. Однако ситуация со стороны зарубежного софта осталась проблемой: 80% серверов и 90% профессионального ПО в России до 2022 года были импортными.

Санкции, введенные после 2022 года, стали стимулом для развития. Государство запустило программу импортозамещения, выделив 900 млрд рублей на поддержку отечественных IT-решений, которые получили налоговые льготы (снижение НДС до 3%), а IT-специалисты – отсрочку от армии и льготные ипотечные ставки. Это привело к всплеску активности: за первый год программы было зарегистрировано более 5 тыс. новых IT-стартапов. Например, российский аналог Zoom - «Сферум» - всего за полгода привлек 10 млн пользователей, отечественная ОС «Аврора» начала внедряться в госсекторе [3].

Однако регионы цифрового сектора очень ограничены географически. В удаленных районах Сибири или Дальнего Востока 40% населения до сих пор не имеют доступа к высокоскоростному Интернету.

Правительство сможет решить проблему через проекты типа «Цифрового Дальнего Востока», где до 2025 года планируется подключить 95% домохозяйств к оптоволокну. Параллельно с развитием спутникового интернета (запуск группировки «Скиф» и сотрудничество с китайцами в создании альтернативы Starlink) могут изменить ситуацию.

Образование – это еще один ключевой элемент цифровой трансформации. С 2020 года в школе введены уроки программирования и основы искусственного интеллекта, а в клубах увеличен прием на IT-специальности на 30%. Тем не менее, к 2025 году России потребуется дополнительно 1 млн IT-специалистов. Частично вопрос решают частные образовательные платформы, такие как Skillbox или «Нетология», которые ежегодно выпускают десятки тысяч веб-разработчиков и аналитиков данных.

Кибербезопасность становится ключевым направлением для всех отраслей экономики России [6]. После атак на инфраструктуру в 2022-2023 годах, включая «Госуслуги» и банки, государство усилило контроль: принят закон о хранении данных граждан внутри страны, начато развитие отечественных криптографических технологий, а также создан Центр киберзащиты ФСБ. Эти шаги направлены на снижение рисков.

Инфраструктурные проекты, такие как внедрение сетей 5G, пока отстают от запланированных сроков. В Москве и Татарстане пилотные зоны демонстрируют скорость до 2 Гбит/с, однако массовый запуск сдерживается из-за нехватки частотного ресурса и оборудования. В качестве альтернативы рассматривается развитие IoT-технологий в промышленной сфере, компании «Росатом» и «Газпром» уже используют

умные датчики для предотвращения аварий и оптимизации логистических процессов.

Социальный аспект цифровизации – еще одна зона внимания. Цифровые платформы меняют повседневную жизнь: доставка еды через «Яндекс.Еду», телемедицина через «СберЗдоровье», онлайн-образование через «Учи.ру». Но для обычных людей и местных жителей цифровой разрыв становится всё ощутимее. Программа «Цифровые кураторы», где волонтеры обучают граждан работе с гаджетами, — попытка смягчить дисбаланс.

Глобально Россия занимает место в числе технологических держав, обеспечивающих прорывные направления: квантовые вычисления, нейротехнологии и зеленую цифровизацию. Например, в Сарове строится квантовый центр, способный конкурировать с Google Quantum AI. Однако недостаток международного сотрудничества и ограничения на поставку оборудования замедляют прогресс [5].

Цифровизация имеет важное социальное значение, так как она меняет привычный уклад жизни. Сервисы вроде «Яндекс.Еды», «СберЗдоровья» и «Учи.ру» становятся частью повседневности. Однако цифровой разрыв между разными слоями населения становится всё более заметным. Для преодоления этого дисбаланса была создана программа «Цифровые кураторы», где волонтеры помогают людям осваивать современные технологии.

Россия входит в число ведущих технологических стран, развивая такие направления, как квантовые вычисления, нейротехнологии и экологическая цифровизация [7]. Например, в Сарове строится квантовый центр, который сможет конкурировать с Google Quantum AI. Тем не менее международные ограничения и трудности с

поставками оборудования замедляют развитие этих технологий.

Подводя итог, развитие цифровой экономики в России является противоречивой динамикой. С одной стороны — впечатляющие успехи в IT-экспорте, цифровизации госуслуг и поддержке стартапов. С другой стороны — основные системные проблемы: зависимость от импорта, региональное давление и киберугроз. Будущее будет от способности сочетать государственное регулирование с инициативами бизнеса, инвестировать в образование и преодолевать технологическую изоляцию. Как заявил президент РФ на форуме «Цифровая индустрия промышленной России», «цифровая трансформация – это не выбор, а необходимость для сохранения суверенитета в новом мире». В условиях ограничений и глобальной конкуренции Россия стоит на распутье: стать аутсайдером цифровых гонок или использовать кризис в качестве возможности для рывка.

Развитие цифровой экономики в России представляет собой сложный процесс. С одной стороны, достигнуты значительные успехи: рост IT-экспорта, внедрение цифровых госуслуг, поддержка стартапов. С другой стороны, сохраняются ключевые проблемы: зависимость от импорта технологий, неравномерное развитие регионов и киберугрозы. Перспективы зависят от способности объединить усилия государства и бизнеса, инвестировать в образование и преодолеть технологическую изоляцию. Президент России на форуме «Цифровая индустрия промышленной России» отметил, что цифровая трансформация – это не выбор, а необходимость для сохранения суверенитета. В условиях ограничений и глобальной конкуренции стране предстоит решить, быть ли позади или использовать

кризис как шанс для рывка вперед.

Библиографический список

1. Бодрунов С. Д., Демиденко Д. С., Плотников В. А. Реиндустриализация и становление «цифровой экономики»: гармонизация тенденций через процесс инновационного развития // *Управленческое консультирование*. 2021. №2 2 (110). С. 43-54.

2. Вертакова Ю.В., Положенцева Ю. С. Повышение устойчивости регионального развития на основе сглаживания территориального неравенства: монография. Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2020.

3. Вертакова Ю.В., Толстых Т. О., Шкарупета Е.В., Дмитриева В.В. Трансформация управленческих систем под воздействием цифровизации экономики: монография. Курск: Изд-во ЮЗГУ, 2022.

4. Дашенко Ю.Ю. Цифровая экономика

как экономика будущего // *Тенденции развития науки и образования*. 2023. № 35-1. С. 18-19.

5. Кислый С.А. Цифровая экономика и ее роль в экономике России // *Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: Труды XVI Международной научно-практической конференции*. Симферополь, 2024. С. 249-250.

6. Куценко, С. М. Кибербезопасность в цифровой экономике / С. М. Куценко // *Экономика и предпринимательство*. – 2025. – № 1(174). – С. 130-132. – DOI 10.34925/EIP.2024.174.1.021.

7. Куценко, С. М. Цифровая экономика и ее влияние на конкурентоспособность стран / С. М. Куценко // *Экономика и предпринимательство*. – 2024. – № 10(171). – С. 107-109. – DOI 10.34925/EIP.2024.171.10.018.

Информация об авторах

Хазиева Алсу Айратовна – студент кафедры «Экономика и организация производства», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: alsukhazieva2017@gmail.com

Куценко Светлана Мунавировна – доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: s.koutsenko@mail.ru

Information about the author

Alsu A. Khazieva – student of the Economics and Organization of Production, Kazan State Power Engineering University (420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya str., 51), e-mail: alsukhazieva2017@gmail.com

Svetlana M. Kutsenko – Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kazan State Power Engineering University (420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya str., 51), e-mail: s.koutsenko@mail.ru

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ БАНКА ПО ВЫДАЧЕ КРЕДИТОВ

С.А. Сазонова^{1,2}, В.Ф. Асминин¹, А.И. Заревич¹

¹ *Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова*

² *Воронежский государственный педагогический университет*

Аннотация: Проведен анализ существующих информационных систем для учета кредитов в банках, на основе которого разработана модель проектируемой информационной системы. Проведен предпроектный анализ информации для разработки информационной системы. Выполнен анализ информации об объектах автоматизации, о деятельности кредитных экспертов и о состоянии рынка автоматизации розничного кредитования. Построены: контекстная диаграмма выдачи кредита, диаграмма декомпозиции выдачи кредита. Рассмотрены: общее распределение разработчиков по количеству реализаций; причины отказа от используемой

информационной системы и общее распределение застройщиков в соответствии с предпочтениями банков. Рассматриваются дизайн информационной базы данных, логический и физический проекты. Построены ER-диаграмма системы на логическом уровне и ER-диаграмма системы на физическом уровне. Выполнено описание таблиц базы данных. Приведенную информацию можно использовать для разработки программы автоматизированной системы учета кредитов физических лиц в коммерческом банке.

Ключевые слова: информационная система, учет кредитов в банке, объект автоматизации, диаграммы, базы данных, логический и физический проекты, программное обеспечение.

DEVELOPMENT OF THE BANK'S INFORMATION SUBSYSTEM FOR ISSUING LOANS

S.A. Sazonova^{1,2}, V.F. Asminin¹, A.I. Zarevich¹

¹ Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova

² Voronezh State Pedagogical University

Abstract: An analysis of existing information systems for accounting loans in banks has been carried out, on the basis of which a model of the projected information system has been developed. A pre-design analysis of information for the development of an information system has been carried out. The analysis of information on automation facilities, on the activities of credit experts and on the state of the retail lending automation market has been carried out. The following are constructed: a contextual diagram of the loan issuance, a diagram of the loan issuance decomposition. Considered: the general distribution of developers by the number of implementations; the reasons for the abandonment of the information system used and the general distribution of developers in accordance with the preferences of banks. The design of the information database, logical and physical projects are considered. The ER diagram of the system at the logical level and the ER diagram of the system at the physical level are constructed. The description of the database tables has been completed. The information provided can be used to develop a program for an automated credit accounting system for individuals in a commercial bank.

Keywords: information system, credit accounting in a bank, automation object, diagrams, databases, logical and physical projects, software.

Финансовый рынок РФ характеризуется интеграцией кредитно-финансовых институтов и развитием розничного банковского бизнеса. Без программного обеспечения (ПО) невозможно обеспечить рост нового банковского сообщества, расширение клиентской базы и увеличение разнообразия предлагаемых услуг.

В связи с общим снижением рентабельности кредитных организаций, вопрос доступа менеджеров к информации стал особенно актуальным. В организациях в этом отношении часто доминирует Ms Excel со всеми его преимуществами и недостатками.

В первую очередь необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ существующих информационных систем для банков;

- разработать модель проектируемой информационной системы (ИС).

Проведем предпроектный анализ информации для разработки ИС. Рассмотрим сведения о предметной области.

История создания и развития банка «Новация», одного из акционерных коммерческих банков, отражает историю банковского сектора в современной России в целом.

В начале девяностых годов в России действовало около 3000 коммерческих банков, но выжили только самые сильные, а именно те, стратегии развития которых были направлены на развитие банковских услуг, расширение сети структурных секторов и привлечение клиентов.

Рассмотрим информацию об объектах автоматизации. Объектом автоматизации

является отдел розничного кредитования ОАО АКБ «Новация». Банк реализует для клиентов следующие кредитные услуги:

- выдачу ипотечного кредита на жилищное строительство;
- выдачу потребительского кредита;
- автокредитование;
- кредитные карты.

Выделим основные этапы выпуска кредитных продуктов (рисунки 1 и 2).

Проанализируем рынок автоматизации розничного кредитования. Согласно анализу CNews Analytics, 75% банков занимаются автоматизацией кредитования физических лиц. Самая большая доля автоматизированного кредитования физических лиц на рынке - 26% от «Диасофт». На втором месте находятся развитие самого банка, за счет написания своих программных продуктов (17%). На рисунках 3, 4 и 5 показано распределение разработчиков.

Приведенную информацию далее будем использовать для разработки проекта информационной базы данных и для разработки программы автоматизированной

системы учета кредитов физических лиц в коммерческом банке.

В качестве дизайна информационной базы данных (БД) был выбран инструмент CASE-средство Computer Associates ERwin 4.1.

Рассмотрим логический проект. Для проектируемой системы выделены необходимые сущности. ER-диаграмма системы на логическом уровне показана на рисунке 6.

Рассмотрим физические проекты. ER-диаграмма системы на физическом уровне показана на рисунке 7.

Физическое описание модели удобно представить в табличной форме. База данных проекта содержит таблицы, имена которых соответствуют именам объектов информационной модели. Структура базы данных описана в таблице 1.

Приведенную информацию будем использовать для разработки программы автоматизированной системы учета кредитов физических лиц в коммерческом банке.

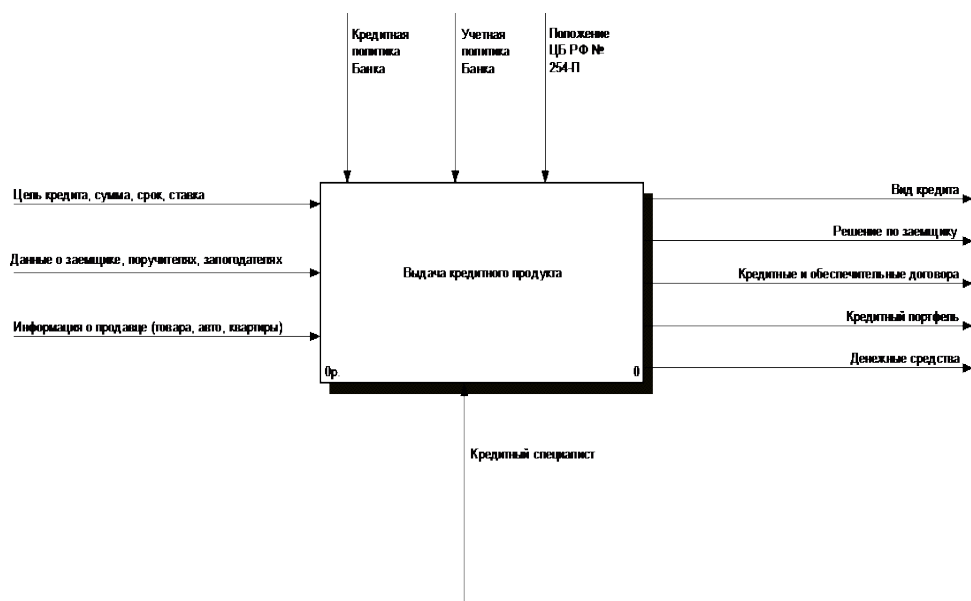


Рис. 1. Контекстная диаграмма выдачи кредита

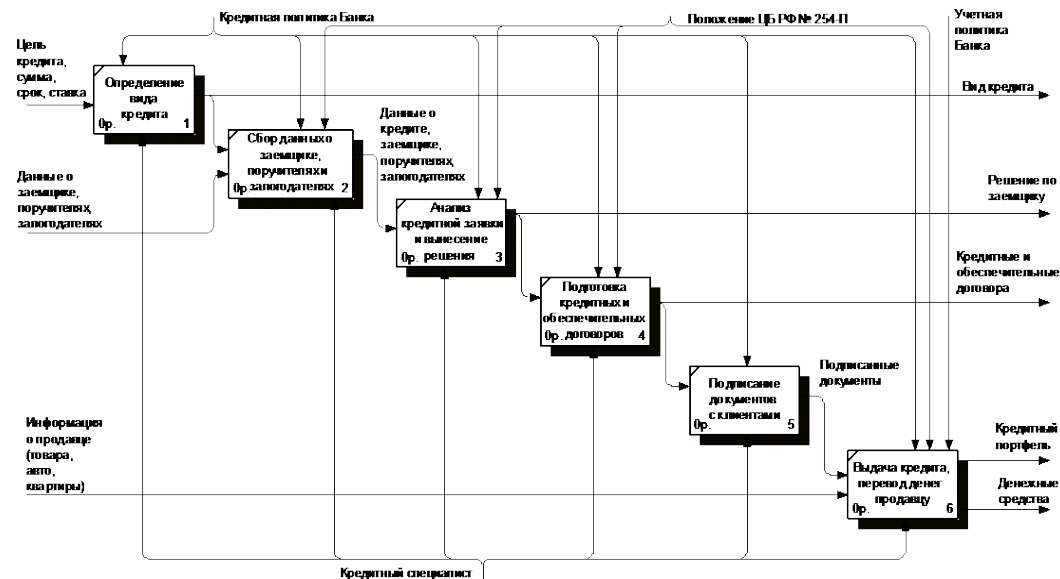


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции выдачи кредита

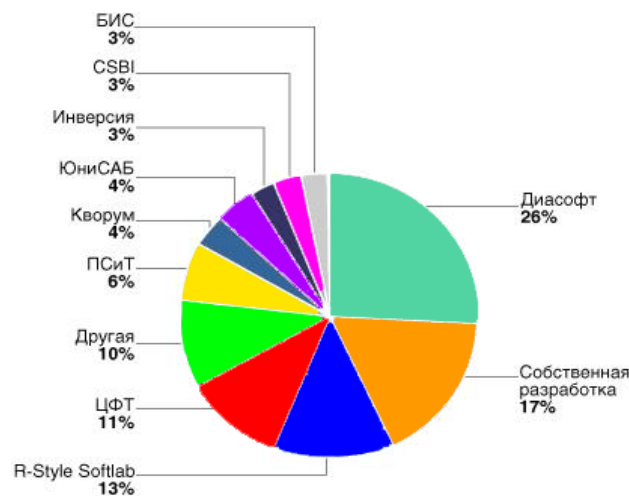


Рис. 3. Общее распределение разработчиков по количеству реализаций

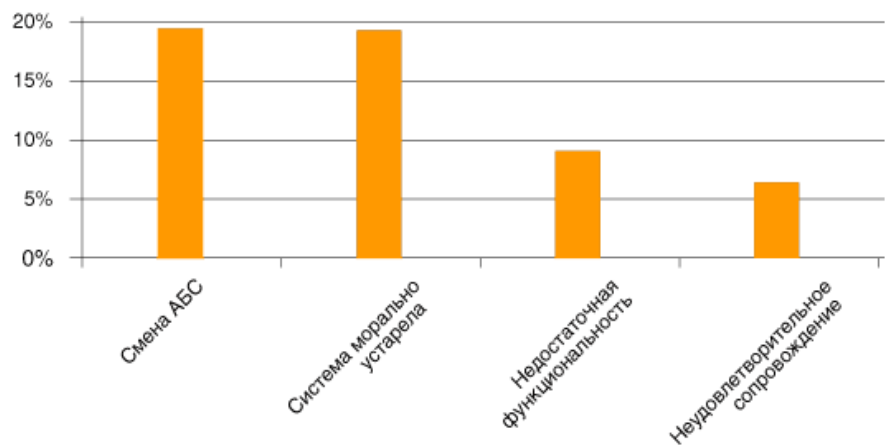


Рис. 4. Причины отказа от используемой ИС

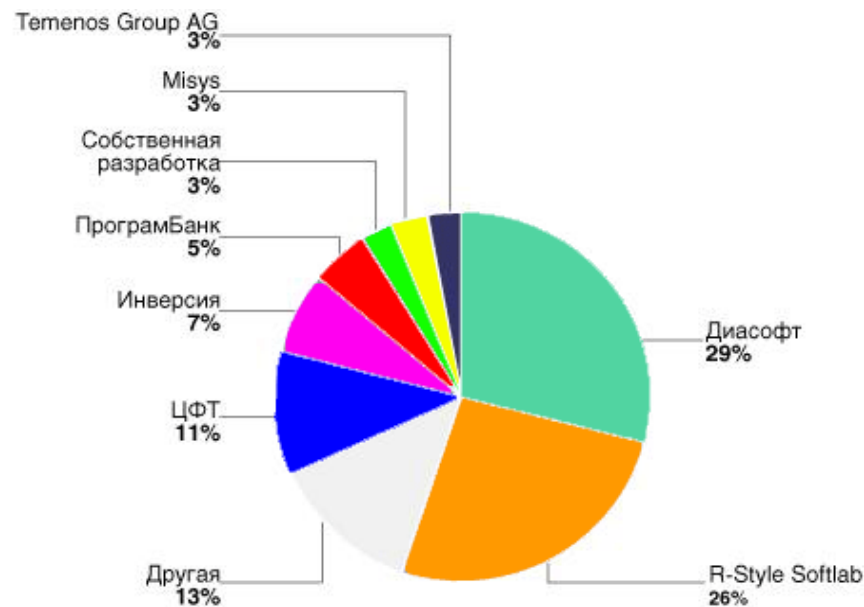


Рис. 5. Общее распределение застройщиков в соответствии с предпочтениями банков

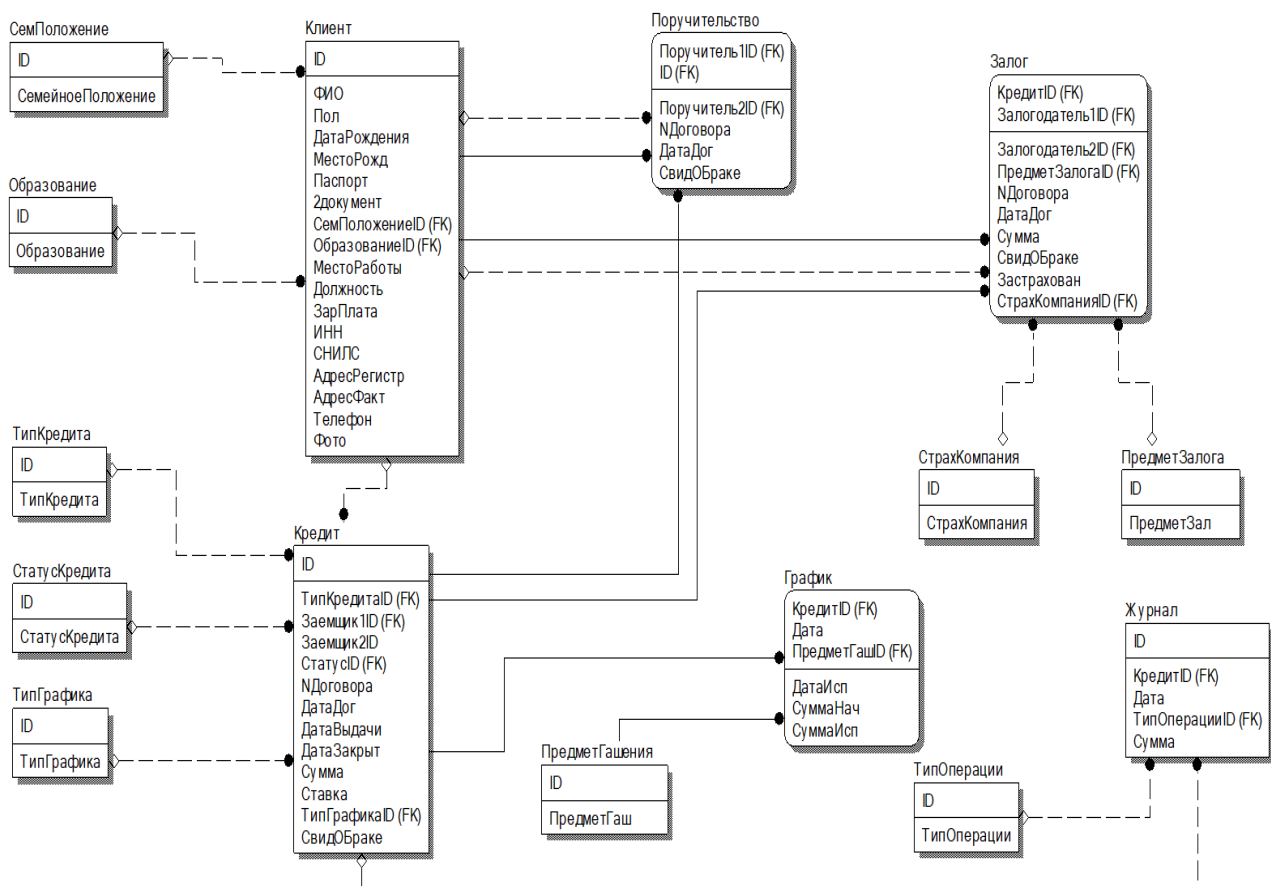


Рис. 6. ER-диаграмма системы на логическом уровне

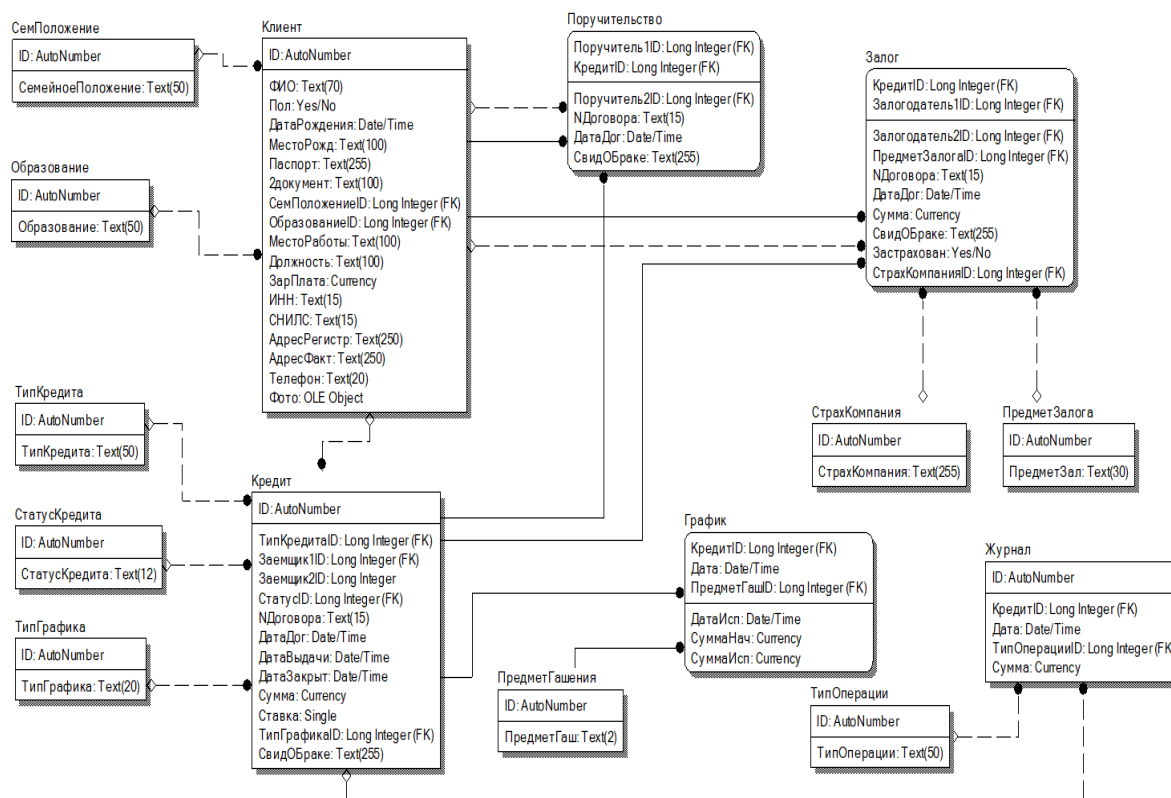


Рис. 7. ER-диаграмма системы на физическом уровне

Далее было выполнено описание таблиц базы данных, в котором детализирована информация по наименованиям таблиц и полей, по типу поля и наличию первичных и внешних ключей. Полученные результаты далее использовались при разработке программы автоматизированной системы учета кредитов физических лиц в коммерческом банке. В работе использовались материалы исследований 1-20.

Библиографический список

1. Sysoev D. Analysis of interactions in structural system representations / D.V. Sysoev, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.A. Osipov // В сборнике: Proceedings of the 8th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2020). Сер. "Advances in Intelligent Systems Research" Editors: Nafisa Yusupova-Editor-in-Cheif, Gouzel Shakhmametova, Konstantin

Mironov, Ludmila Galimova. - 2020. - С. 7-11.

2. Епифанов Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении // Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова / Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

3. Епифанов, Е. Н. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей / Е. Н. Епифанов, В. Ф. Асминин, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

4. Асминин В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой // В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова / Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

5. Асминин В.Ф. Защита от шума

вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

6. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

7. Sazonova, S. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

8. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S.Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

9. Sazonova, S. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced

Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

10. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

11. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

12. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // В сборнике: E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

13. Колотушкин, В.В. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению/ В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

14. Николенко, С. Д. Моделирование возникновения внутренних напряжений в сложной структуре материала / С. Д. Николенко, С. П. Козодаев, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17, № 2. - С. 50-61.

15. Сазонова, С.А. Алгоритм диагностики утечек целевого продукта в условиях неопределенности для гидравлической системы / С. А. Сазонова, А. Н. Кошель, И. Н. Пантелеев, Н.В. Акамсина, И.М. Казбанова, С.С. Рылев // Моделирование систем и процессов. - 2024. -

Т. 17, № 2. – С. 71-82.

16. Сазонова, С. А. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе / С. А. Сазонова, И. В. Щербакова, Г. И. Сметанкина // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 111-120.

17. Sazonova, S. Diagnostics of leaks with unknown amplitudes against the background of interference caused by accidental consumption in the hydraulic system for the forest complex / S. Sazonova, K. Zolnikov, T. Skvortsova, A. Kravchenko, A. Zarevich // BIO Web of Conferences. - 2024. - Т. 145. - С. 04016.

18. Полуэктов, А. В. Моделирование

ослабления ионизирующего излучения за счет защитного корпуса микросхем / А. В. Полуэктов, Р. Ю. Медведев, А. И. Заревич // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.

19. Зольников, К. В. Моделирование и оптимизация конструкции полосового фильтра на основе коаксиального резонатора / К. В. Зольников, Д. А. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 43-50.

20. Полуэктов, А. В. Моделирование влияния электромагнитных полей на микросхемы / А. В. Полуэктов, Р. Ю. Медведев, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 129-136.

Информация об авторах

Сазонова Светлана Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8); доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, Воронежский государственный педагогический университет (394043, Россия, г. Воронеж, ул. Ленина, 86); e-mail: ss-vrn@mail.ru

Асминин Виктор Федорович – доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и правовых отношений, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8), e-mail: asminin.viktor@yandex.ru

Заревич Антон Иванович – кандидат технических наук, доцент базовой кафедры технического и программного обеспечения вычислительных и информационных систем, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8), e-mail: antonzarevich@yandex.ru

Information about the author

Sazonova Svetlana Anatolievna – Ph. D. in Engineering, Associate Professor of the Department of Computer Technology and Microelectronic Engineering, Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov (8 Timiryazeva str., Voronezh, 394087, Russia); Associate Professor of the Department of Life Safety, Voronezh State Pedagogical University (86 Lenin St., Voronezh, 394043, Russia), e-mail: ss-vrn@mail.ru

Asminin Viktor Fedorovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Life Safety and Legal Relations, Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov (8 Timiryazeva str., Voronezh, 394087, Russia), e-mail: asminin.viktor@yandex.ru

Zarevich Anton Ivanovich – Ph. D. in Engineering, Associate Professor of the Basic Department of Technical and Software Engineering of Computing and Information Systems, Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov (8 Timiryazeva str., Voronezh, 394087, Russia), e-mail: antonzarevich@yandex.ru

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА КРЕДИТОВ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ В КОММЕРЧЕСКОМ БАНКЕ

С.А. Сазонова^{1,2}, Н.В. Акамсина³, Д.А. Володкин³

¹ Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

² Воронежский государственный педагогический университет

³ Воронежский государственный технический университет

Аннотация: Рассматривается алгоритм для ввода данных в базу данных для программы, специализированной на автоматизацию деятельности кредитных специалистов ОАО АКБ «Новация». Рассмотрены: основные цели и задачи автоматизации, структура входной информации, интерфейс информационной системы. Разработан алгоритм с использованием базы данных (в данном случае при вводе информации). Показано, что

взаимодействие с пользователем осуществляется с помощью экрана. Рассмотрена схема перехода экранной формы (диалоговое дерево). Рассматривается разработанное программное обеспечение информационной системы для регионального банка ОАО АКБ «Новация». Программа содержит удобные для пользователя формы, такие как: главная форма программы, карточка клиента, кредиты, кредитный договор, гашение, клиенты, страховые компании, виды кредитов, предметы залога, журнал операций, анализ и статистика. Рассматриваются экранные формы: график гашения кредита, все кредитные договора, клиенты, кредитный портфель, страховые компании, операционные документы в рамках кредитного договора.

Ключевые слова: алгоритм, программное обеспечение, базы данных, информационная система, экранные формы, автоматизированная система, учет кредитов физических лиц, коммерческий банк.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CREDIT ACCOUNTING SYSTEM FOR INDIVIDUALS IN A COMMERCIAL BANK

S.A. Sazonova^{1,2}, N.V. Akamsina³, D.A. Volodkin³

¹ *Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova*

² *Voronezh State Pedagogical University*

³ *Voronezh state technical University*

Abstract: An algorithm for entering data into a database for a program specialized in automating the activities of credit specialists of JSC JSCB Novation is considered. The main goals and objectives of automation, the structure of input information, and the interface of the information system are considered. An algorithm has been developed using a database (in this case, when entering information). It is shown that interaction with the user is carried out using the screen. The transition scheme of the on-screen form (dialog tree) is considered. The developed software of the information system for the regional bank of JSC AKB Novatsiya is considered. The program contains user-friendly forms such as: the main form of the program, customer card, loans, loan agreement, repayment, clients, insurance companies, types of loans, collateral, transaction log, analysis and statistics. Screen forms are considered: loan repayment schedule, all loan agreements, clients, loan portfolio, insurance companies, operational documents under the loan agreement.

Keywords: algorithm, software, databases, information system, on-screen forms, automated system, individual credit accounting, commercial bank.

Рассмотрим основные цели и задачи автоматизации. Кредитные эксперты ОАО АКБ «Новация» должны выполнять следующие основные операции с применением автоматизированной информационной системы (АИС):

- совместный учет для клиентов банка;
- ведение каталога типов ссуд;
- единый учет кредитов;
- совместный учет кредитов поручителями и ипотечным кредитором;
- составление плана погашения кредита;
- выполнение полных кредитных операций;
- формирование документов выходных;
- фиксирование кредитного портфеля

по установленной дате;

- фиксирование ссуд, выплачиваемых ежемесячно в течение периода;
- фиксирование суммы платежа за этот период суммируется в зависимости от типа кредитного продукта и т. д.

Разрабатываемая база данных (БД) реализована в системе управления БД Access.

Проанализировав существующие в настоящее более двух десятков форматов данных настольных СУБД, можно отметить, что Access, Paradox, FoxPro и dBase следует считать наиболее популярными. Microsoft Access была выбрана в данной работе в качестве СУБД для разрабатываемой системы.

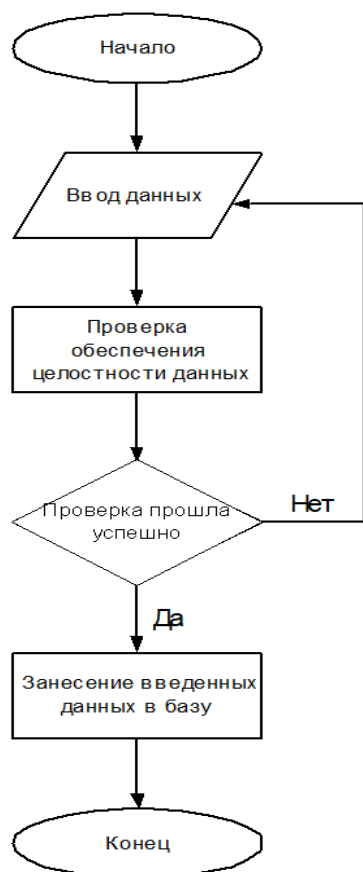


Рис. 1. Алгоритм для ввода данных в БД

Проведено сравнение Delphi с Basic и C++. Выявлено, что среда Delphi стала одним из лучших инструментов программирования в Windows.

Конечно, существует множество важных факторов, таких как проблемы с установкой, документация, сторонняя поддержка и т. д.

Рассмотрим структуру входной информации. Исходными данными системы являются нижеперечисленные данные.

- Список страховых компаний.
- Временное хранение записей кредитных транзакций.
- Фиксированный график погашения ссуд.
- Информационные бюллетень-графики и др.

Алгоритм с использованием БД (в

данном случае при вводе информации) показан на рис. 1. Взаимодействие с пользователем осуществляется с помощью экрана. Схема перехода экранной формы (диалоговое дерево) показана на рис. 2.

Разрабатываемое программное обеспечение информационной системы предназначено для регионального банка ОАО АКБ «Новация».

Актуальность работы обусловлена тем, что в региональном банке ОАО АКБ «Новация» отсутствует информационная система.

В разработанном приложении автоматизированной системы учета кредитов физических лиц в коммерческом банке предусмотрена главная форма программы, карточка клиента и т.д.

В ходе разработки данной статьи были проанализированы действия кредитных экспертов ОАО АКБ «Новация» и рассмотрены основные этапы выпуска кредитных продуктов. Автоматизированная информационная система (АИС) для личного кредитного учета была разработана и частично протестирована.

Для АИС предлагаются следующие основные функции, такие как совместный учет для клиентов банка и введение каталога типов ссуд.

В программе предусмотрен учет кредитов и планов погашения кредита, кредитные операции, формирование документов, списки информации, выбор кредитного договора.

Также предусмотрены: временное хранение записей кредитных транзакций; автоматическое формирование статистических диаграмм; копирование структуры кредитного портфеля в соответствии с установленной датой; фиксированные ссуды, выплачиваемые ежемесячно в течение

выбранного периода; суммарные платежи за указанный период суммируются в

зависимости от типа кредитного продукта.



Рис. 2. Схематическое изображение перехода формы экрана

Экранные формы разработанного приложения показаны на рисунках 3-14. Рассматриваются формы: кредиты, кредитный договор, гашение, клиенты, страховые компании, виды кредитов, предметы залога, журнал операций, анализ и статистика.

Формы выходных документов приложения показаны на рисунках 15-20.

Рассматриваются формы: график гашения кредита, все кредитные договора, клиенты, кредитный портфель, страховые компании, операционные документы в рамках кредитного договора.

Разработанная программа специализирована на автоматизацию деятельности кредитных специалистов ОАО АКБ «Новация».

Кредиты										
№ договора	Дата договора	Заемщик	Тип кредита	Сумма, руб.	Тип графика	Дата выдачи	Дата закрытия	Ставка, %	Статус	
11. Д2-302	12.12.2011	Афиногеев Антон Антонович	Ипотека	2 100 000,00	Аннуитет	28.12.2011	12.12.2016	12,5	Открыт	
11. Д2-303	15.12.2011	Мракобесов Юрий Семенович	Потребительский кредит	340 000,00	Равными долям	15.12.2011	13.12.2012	17	Открыт	
11. Д2-305	16.12.2011	Вагалин Антон Михайлович	Автокредит	571 000,00	Аннуитет	16.12.2011	15.12.2014	13	Открыт	
11. Д2-306	16.12.2011	Уварова Нелли Абрамовна	Ипотека	5 350 000,00	Аннуитет	16.12.2011	16.12.2016	14	Открыт	
11. Д1-310	20.12.2011	Герасимов Макар Васильевич	Кредитная карта	150 000,00	В конце срока	20.12.2011	20.12.2012	18	Открыт	
11. Д2-311	21.12.2011	Мракобесов Юрий Семенович	Потребительский кредит	60 000,00	Аннуитет	21.12.2011	21.12.2012	17	Закрыт	
12. Д2-011	12.01.2012	Шлакова Ирина Петровна	Ипотека	850 000,00	Аннуитет	25.01.2012	12.01.2025	15,5	Открыт	
12. Д2-013	15.01.2012	Ужин Сергей Петрович	Автокредит	930 000,00	Равными долям	16.01.2012	16.12.2015	14,5	Открыт	
12. Д2-014	21.01.2012	Герасимов Макар Васильевич	Кредитная карта	375 000,00	В конце срока	21.01.2012	21.01.2014	21	На просрочк	
12. Д2-015	01.02.2012	Михальчук Оксана Герасимовна	Кредитная карта	250 000,00	В конце срока	01.02.2012	01.02.2013	16,5	Открыт	
12. Д2-018	12.02.2012	Герасимов Макар Васильевич	Автокредит	1 250 000,00	Аннуитет	15.02.2012	12.02.2015	13,5	Открыт	
12. Д2-020	25.02.2012	Мельниченко Геннадий Иванович	Потребительский кредит	560 000,00	Индивидуальны	25.02.2012	25.02.2014	16	Открыт	
12. Д2-022	27.02.2012	Афиногеев Антон Антонович	Потребительский кредит	150 000,00	Равными долям	27.02.2012	27.02.2013	15,5	Открыт	
12. Д2-023	03.03.2012	Плакшина Василиса Ивановна	Ипотека	2 700 000,00	Аннуитет	15.03.2012	03.03.2017	13,5	Подготовлен	

Рис. 3. Кредиты

Кредитный договор

№ договора: 11.Д2-305 Дата договора: 16.12.2011 Дата выдачи: 16.12.2011 Дата закрытия: 15.12.2014

Сумма кредита, руб.: 571 000,00 Ставка годовых, %: 13 Тип кредита: Автокредит

Заемщик: Вагапин Антон Михайлович

Созаемщик: Вагапина Марина Ивановна

Свидетельство о браке: серия III-ИЗ № 5672, выдан 03.04.2001 ЗАГС Октябрьского р-н

Тип графика: Аннуитет Статус: Открыт

График погашения основного долга и процентов:

Дата планов	Дата исполн	Предмет гаш	Сумма начисл	Сумма исполн
16.01.2012	16.01.2012	ОД	12 943,67	12 943,67
16.01.2012	16.01.2012	%	6 295,58	6 295,58
16.02.2012	16.02.2012	ОД	13 094,53	13 094,53
16.02.2012	16.02.2012	%	6 144,72	6 144,72
16.03.2012	16.03.2012	ОД	13 625,85	13 625,85
16.03.2012	16.03.2012	%	5 613,40	5 613,40
16.04.2012	16.04.2012	ОД	13 388,75	0,00
16.04.2012	16.04.2012	%	5 850,50	2 000,00
16.05.2012		ОД	13 720,14	0,00
16.05.2012		%	5 519,11	0,00
16.06.2012		ОД	13 687,24	0,00
16.06.2012		%	5 552,01	0,00

Договора поручительства:

№ договора	Дата договора	Поручитель	Сопоручитель	Свидетельство о браке
11.Д2-П-305	16.12.2011	Михальчук Василий Петрович	Михальчук Оксана Герасимовна	серия III-ИЗ № 5698, выдан 13.12.2009 ЗАГС

Договора залога:

№ договора	Дата договора	Залогодатель	Сумма, руб.	Предмет залога	Созалогодатель	Свидетельство о бр
11.Д2-З-305	16.12.2011	Вагапин Антон Михайлович	600 000,00	Автотранспорт (имп. произв.)	Вагапина Марина Ивановна	серия III-ИЗ № 5672

Выдача кредита Гашение ОД или %% Вынесение на просрочку

Закрытие кредита Досрочное гашение ОД Досрочные гашения Печать графика Построить график Выход

Рис. 4. Кредитный договор

Гашение

№ договора: 11.Д2-305 Дата договора: 16.12.2011 Дата выдачи: 16.12.2011 Дата закрытия: 15.12.2014

Операция: Плановое гашение процентов

Дата плановая: 16.04.2012 Предмет гашения: %%

Сумма плановая, руб.: 5 850,50 Сумма исполненная, руб.: 2 000,00

Дата фактическая: 16.04.2012

Сумма оплаты, руб.: 3850,5

OK Отмена

Рис. 5. Гашение

Гашение

№ договора: 11.Д2-302 Дата договора: 12.12.2011 Дата выдачи: 28.12.2011 Дата закрытия: 12.12.2016

Операция: Досрочное гашение основного долга

Дата фактическая: 14.05.2012

Сумма оплаты, руб.: 30000 Сумма %, руб.: 9106,67

OK Отмена

Рис. 6. Гашение

Клиенты							
ФИО	Пол	Дата рожден	Место рождения	Паспорт	2-й документ	Сем. положение	Ос
Андреев Максим Петрович	муж	06.09.1979	г. Москва		вод. удост. серия 34	Женат (замужем)	Ве
Афиногеев Антон Антонович	муж		р.п. Мокшан Пензенск			Женат (замужем)	Ве
Былинин Александр Петрович	муж	15.12.1978	г. Красноярск	серия 45 45 №123232		Женат (замужем)	Не
Былинина Анна Иоановна	жен	02.05.1980				Разведен (разведена)	Не
Вагапин Антон Михайлович	муж		г. Воронеж	серия 32 43 №490095		Женат (замужем)	Ве
Вагапина Марина Ивановна	жен					Женат (замужем)	Ве
Герасимов Макар Васильевич	муж	30.11.1969	г. Львов, Украина	серия 45 54 №343854		Разведен (разведена)	Ср
Мельниченко Геннадий Иванович	муж				вод. удост. серия 65	Никогда не состоял (не с	Ве
Михальчук Василий Петрович	муж	01.03.1951	г. Москва			Женат (замужем)	
Михальчук Оксана Герасимовна	жен					Женат (замужем)	
Мракобесов Юрий Семенович	муж					Никогда не состоял (не с	Ве
Плакшина Василиса Ивановна	жен	03.05.1958	г. Урюпинск	серия 45 45 №998489		Женат (замужем)	Ве
Уварова Нелли Абрамовна	жен	06.07.1979					
Ужин Сергей Петрович	жен	02.12.1980	г. Ставрополь Ставроп	серия 34 78 №455655		Никогда не состоял (не с	Ве
Шлакова Ирина Петровна	муж					Вдовец (вдова)	Не

Поиск
ФИО: геннад Паспорт:

Открыть карточку клиента Печать Выход

Рис. 7. Клиенты

Страховые компании	
Страховая компания	
ЗАО "ГТА-Страхование"	
ЗАО "МАКС"	
ОАО "ЖАСО"	
ОАО "АльфаСтрахование"	
ОАО "СОГАЗ"	
ООО "Группа Ренессанс Страхование"	
ООО "Росгосстрах"	
ООО СК "ВТБ Страхование"	
ООО СК "Северная казна"	
ОСАО "Ингосстрах"	
ОСАО "РЕСО-Гарантия"	
ОСАО "Россия"	
ОСАО "ВСК"	

Печать Выход

Рис. 8. Страховые компании

Виды кредитов	
Вид кредита	
Автокредит	
Ипотека	
Потребительский кредит	
Кредитная карта	

Выход

Рис. 9. Виды кредитов

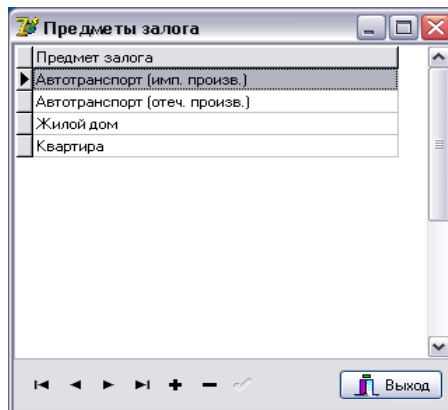


Рис. 10. Предметы залога

№ договора	Дата	Тип операции	Сумма, руб.
11_Д2-303	15.04.2012	Выдача кредита	340 000,00
11_Д2-303	15.01.2012	Плановое гашение основного долга	28 333,33
11_Д2-303	15.01.2012	Плановое гашение процентов	4 902,55
11_Д2-303	15.02.2012	Плановое гашение основного долга	28 333,33
11_Д2-303	15.02.2012	Плановое гашение процентов	4 487,66
11_Д2-303	15.03.2012	Плановое гашение основного долга	28 333,33
11_Д2-303	15.03.2012	Плановое гашение процентов	3 816,48
11_Д2-303	15.04.2012	Плановое гашение основного долга	28 333,33
11_Д2-303	15.04.2012	Плановое гашение процентов	3 671,72
11_Д2-303	29.04.2012	Досрочное гашение	50 000,00

Рис. 11. Журнал операций

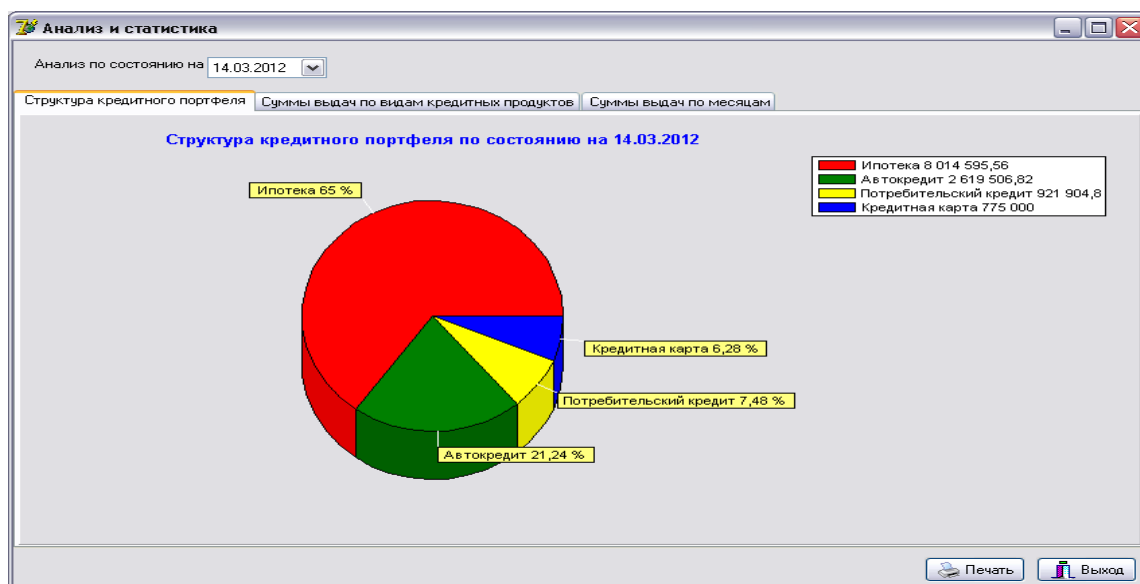


Рис. 12. Анализ и статистика

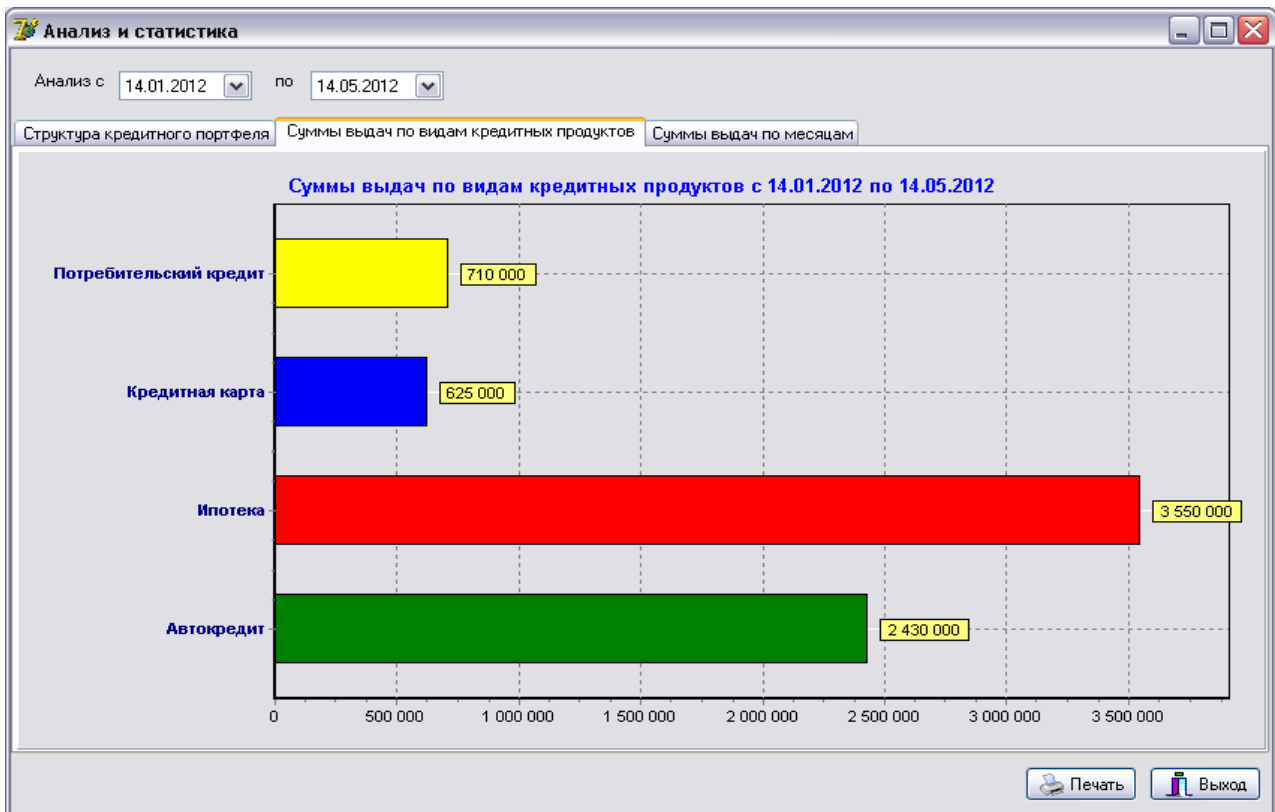


Рис. 13. Анализ и статистика

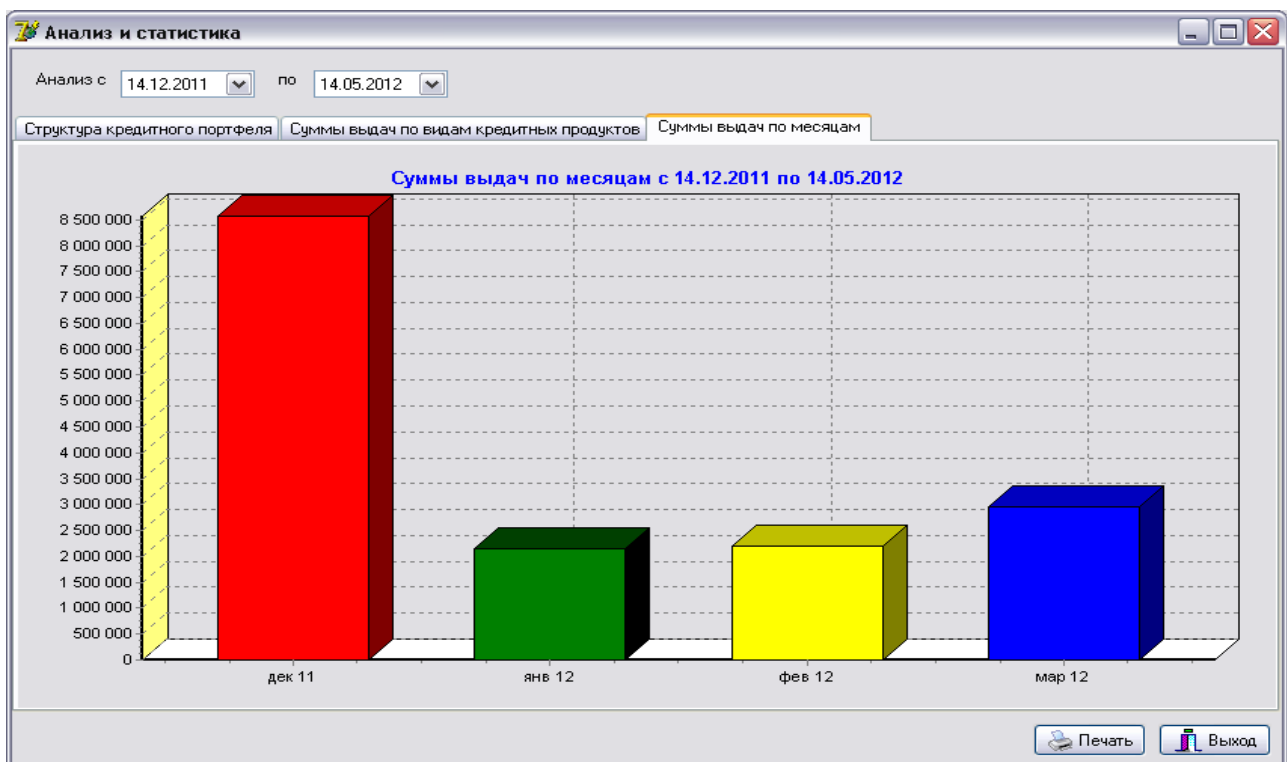


Рис. 14. Анализ и статистика

№ п/п	Дата плановая	Сумма гашения основного долга, руб.	Сумма гашения процентов, руб.	Всего сумма гашения на дату, руб.
1	21.01.2012	4 607,59	864,70	5 472,29
2	21.02.2012	4 674,70	797,59	5 472,29
3	21.03.2012	4 789,13	683,16	5 472,29
4	21.04.2012	4 810,97	661,32	5 472,29
5	21.05.2012	4 899,34	572,95	5 472,29
6	21.06.2012	4 930,79	521,50	5 472,29
7	21.07.2012	5 036,60	435,69	5 472,29
8	21.08.2012	5 094,59	377,70	5 472,29
9	21.09.2012	5 167,95	304,34	5 472,29
10	21.10.2012	5 249,78	222,51	5 472,29
11	21.11.2012	5 317,95	154,34	5 472,29
12	21.12.2012	5 400,61	75,25	5 475,86
Итого, руб.		60 000,00	5 671,05	65 671,05

Рис. 15. График гашения кредита

№ договора	Дата договора	Заемщик	Тип кредита	Сумма, руб.	Тип графика	Дата выдачи	Дата закрытия	Ставка, %	Статус
11. Д2-302	12.12.2011	Афиногеев Антон Антонович	Ипотека	2 100 000,00	Аннуитет	28.12.2011	12.12.2016	12,5	Открыт
11. Д2-306	16.12.2011	Уварова Нелли Абрамовна	Ипотека	5 350 000,00	Аннуитет	16.12.2011	16.12.2016	14	Открыт
12. Д2-011	12.01.2012	Шлакова Ирина Петровна	Ипотека	850 000,00	Аннуитет	25.01.2012	12.01.2025	15,5	Открыт
12. Д2-023	03.03.2012	Плаксына Василиса Ивановна	Ипотека	2 700 000,00	Аннуитет	15.03.2012	03.03.2017	13,5	Подготовлен

Рис. 16. Все кредитные договора

ФИО	Пол	Дата рожден	Место рождения	Паспорт	2-й документ	Сем. положение
Андреев Максим Петрович	муж	06.09.1979	г. Москва		вод. удост. серия 34 34	Женат (замужем)
Афиногеев Антон Антонович	муж		р.п. Мокшан Пензенской обл.			Женат (замужем)
Былинин Александр Петрович	муж	15.12.1978	г. Красноярск	серия 45 45 №123232, выдан 12.09.2000	ОВД Кра	Женат (замужем)
Былинина Анна Ивановна	жен	02.05.1980				Разведен (разведена)
Вагалин Антон Михайлович	муж		г. Воронеж	серия 32 43 №490095, выдан 21.12.2000	ОВД Лен	Женат (замужем)
Вагалина Марина Ивановна	жен					Женат (замужем)
Герасимов Макар Васильевич	муж	30.11.1969	г. Львов, Украина	серия 45 54 №343854, выдан 21.12.2000	ОВД Лен	Разведен (разведена)
Мельниченко Геннадий Иванович	муж				вод. удост. серия 65 76	Никогда не состоял (не сос
Михальчук Василий Петрович	муж	01.03.1951	г. Москва			Женат (замужем)
Михальчук Оксана Герасимовна	жен					Женат (замужем)
Мракобесов Юрий Семенович	муж					Никогда не состоял (не сос
Плаксына Василиса Ивановна	жен	03.05.1958	г. Урюпинск	серия 45 45 №998489, выдан 02.01.2010	ОУФМС	Женат (замужем)
Уварова Нелли Абрамовна	жен	06.07.1979				
Ужин Сергей Петрович	жен	02.12.1980	г. Ставрополь Ставропольского	серия 34 78 №455655, выдан 21.12.2000	ОВД Лен	Никогда не состоял (не сос
Шлакова Ирина Петровна	муж					Вдовец (вдова)

Рис. 17. Клиенты

№ п/п	№ договора	Дата договора	Продукт	Дата выдачи	Дата закрытия	Сумма кредита, руб.	Ставка, % годовых	Остаток задолженности, руб.	Статус
1	11. Д2-302	12.12.2011	Ипотека	28.12.2011	12.12.2016	2 100 000,00	12,5	2 190 000,00	Открыт
2	11. Д2-303	15.12.2011	Потребительский кредит	15.12.2011	13.12.2012	340 000,00	17	390 000,00	Открыт
3	11. Д2-305	16.12.2011	Автокредит	16.12.2011	15.12.2014	571 000,00	13	557 611,25	Открыт
4	11. Д2-306	16.12.2011	Ипотека	16.12.2011	16.12.2016	5 350 000,00	14	5 097 482,05	Открыт
5	11. Д2-311	21.12.2011	Потребительский кредит	21.12.2011	21.12.2012	60 000,00	17	41 117,61	Закрыт
6	12. Д2-011	12.01.2012	Ипотека	25.01.2012	12.01.2025	850 000,00	15,5	844 608,36	Открыт
7	12. Д2-013	15.01.2012	Автокредит	16.01.2012	16.12.2015	930 000,00	14,5	870 638,31	Открыт
8	12. Д2-018	12.02.2012	Автокредит	15.02.2012	12.02.2015	1 250 000,00	13,5	1 400 000,00	Открыт
9	12. Д2-022	27.02.2012	Потребительский кредит	27.02.2012	27.02.2013	150 000,00	15,5	125 000,00	Открыт
10	12. Д2-023	03.03.2012	Ипотека	15.03.2012	03.03.2017	2 700 000,00	13,5	2 668 746,37	Подготовлен
11	12. Д2-024	11.03.2012	Автокредит	13.03.2012	11.03.2013	250 000,00	16	200 000,00	Подготовлен
Размер кредитного портфеля, руб.								14 385 203,95	

Рис. 18. Кредитный портфель

Страховая компания
ЗАО "ГУТА-Страхование"
ЗАО "МАКС"
ОАО "ЖАСО"
ОАО "АльфаСтрахование"
ОАО "СОГАЗ"
ООО "Группа Ренессанс Страхование"
ООО "Росгосстрах"
ООО СК "ВТБ Страхование"
ООО СК "Северная казна"
ОСАО "Ингосстрах"
ОСАО "РЕСО-Гарантия"
ОСАО "Россия"
ОСАО "ВСК"

Рис. 19. Страховые компании

№ договора	Дата	Тип операции	Сумма, руб.
11_Д2-302	28.01.2012	Плановое гашение основного долга	25 583,94
11_Д2-302	28.01.2012	Плановое гашение процентов	22 239,50
11_Д2-302	28.02.2012	Гашение просроченного основного долга	25 860,70
11_Д2-302	28.02.2012	Плановое гашение процентов	21 962,74
11_Д2-302	28.03.2012	Плановое гашение основного долга	27 533,79
11_Д2-302	28.03.2012	Плановое гашение процентов	20 289,65
11_Д2-302	28.04.2012	Плановое гашение основного долга	26 426,01
11_Д2-302	28.04.2012	Плановое гашение процентов	21 397,43

Рис. 20. Операционные документы в рамках кредитного договора

Учет розничных кредитов через АИС находится на стадии тестирования и предназначено для ОАО АКБ «Новация».

В работе использовались материалы исследований [1-20].

Библиографический список

1. Sysoev D. Analysis of interactions in structural system representations / D.V. Sysoev, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.A. Osipov // В сборнике: Proceedings of the 8th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2020). Сер. "Advances in Intelligent Systems Research" Editors: Nafisa Yusupova-Editor-in-Chief, Gouzel Shakhmametova, Konstantin Mironov, Ludmila Galimova. - 2020. - С. 7-11.

2. Епифанов Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении // Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова / Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

3. Епифанов, Е. Н. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей / Е. Н. Епифанов, В. Ф. Асминин, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

4. Асминин В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой // В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова / Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

5. Асминин В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

6. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX

International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

7. Sazonova, S. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

8. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

9. Sazonova, S. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

10. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

11. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

12. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // В сборнике: E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

13. Колотушкин, В.В. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению/ В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

14. Николенко, С. Д. Моделирование возникновения внутренних напряжений в сложной структуре материала / С. Д. Николенко, С. П. Козодаев, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 50-61.

15. Сазонова, С.А. Алгоритм диагностики утечек целевого продукта в условиях неопределенности для гидравлической системы / С. А. Сазонова, А. Н. Кошель, И. Н. Пантелеев, Н.В. Акамсина, И.М. Казбанова, С.С. Рылев // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 71-82.

16. Сазонова, С. А. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе / С. А. Сазонова, И. В.

Щербакова, Г. И. Сметанкина // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 111-120.

17. Sazonova, S. Diagnostics of leaks with unknown amplitudes against the background of interference caused by accidental consumption in the hydraulic system for the forest complex / S. Sazonova, K. Zolnikov, T. Skvortsova, A. Kravchenko, A. Zarevich // BIO Web of Conferences. - 2024. - Т. 145. - С. 04016.

18. Полуэктов, А. В. Моделирование ослабления ионизирующего излучения за счет защитного корпуса микросхем / А. В. Полуэктов, Р. Ю. Медведев, А. И. Заревич

// Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.

19. Зольников, К. В. Моделирование и оптимизация конструкции полосового фильтра на основе коаксиального резонатора / К. В. Зольников, Д. А. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 43-50.

20. Полуэктов, А. В. Моделирование влияния электромагнитных полей на микросхемы / А. В. Полуэктов, Р. Ю. Медведев, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 129-136.

Информация об авторах

Сазонова Светлана Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8); доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, Воронежский государственный педагогический университет (394043, Россия, г. Воронеж, ул. Ленина, 86); e-mail: ss-vm@mail.ru

Акамсина Надежда Валериевна – кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20 летия Октября, 84), e-mail: nvs2003@yandex.ru

Володкин Дмитрий Александрович – ассистент кафедры техносферной и пожарной безопасности, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20 летия Октября, 84), e-mail: volodkinbgd@yandex.ru

Information about the author

Sazonova Svetlana Anatolievna – Ph. D. in Engineering, Associate Professor of the Department of Computer Technology and Microelectronic Engineering, Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov (8 Timiryazeva str., Voronezh, 394087, Russia); Associate Professor of the Department of Life Safety, Voronezh State Pedagogical University (86 Lenin St., Voronezh, 394043, Russia), e-mail: ss-vm@mail.ru

Akamsina Nadezhda Valerievna – Ph. D. in Engineering, Associate Professor of the Department of Management Systems and Information Technologies in Construction, Voronezh State Technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: nvs2003@yandex.ru

Volodkin Dmitry Alexandrovich – Assistant Professor at the Department of Technosphere and Fire Safety, Voronezh State Technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: volodkinbgd@yandex.ru

УДК 004.738.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧТОВЫХ КЛИЕНТОВ

Р.М. Сафин¹, Р.С. Зарипова¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В условиях цифровизации коммуникаций выбор эффективного почтового клиента становится критически важным для личной и профессиональной продуктивности. Современные почтовые клиенты предлагают широкий спектр функций, включая управление письмами, интеграцию с другими сервисами, защиту данных и автоматизацию задач. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью оптимизации процессов работы с электронной почтой и повышением удобства взаимодействия. В статье проводится сравнительный анализ популярных почтовых клиентов, таких как Microsoft Outlook, Mozilla Thunderbird, Apple Mail и Gmail, с акцентом на их функциональные возможности, интерфейс и безопасность. Результаты исследования позволяют пользователям выбрать наиболее подходящий инструмент в зависимости от их потребностей и предпочтений.

Ключевые слова: почтовые клиенты, электронная почта, сравнительный анализ, функциональность, безопасность, интеграция.

COMPARATIVE ANALYSIS OF EMAIL CLIENTS

R.M. Safin ¹, R.C. Zaripova ¹¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: In the era of digital communication, choosing an efficient email client is crucial for personal and professional productivity. Modern email clients offer a wide range of features, including email management, integration with other services, data protection, and task automation. The relevance of this topic stems from the need to optimize email workflows and enhance user experience. This article provides a comparative analysis of popular email clients such as Microsoft Outlook, Mozilla Thunderbird, Apple Mail, and Gmail, focusing on their functionality, interface, and security. The study results will help users select the most suitable tool based on their needs and preferences.

Keywords: email clients, electronic mail, comparative analysis, functionality, security, integration.

Введение. Электронная почта остается одним из основных инструментов коммуникации в профессиональной и личной сферах. С развитием технологий почтовые клиенты эволюционировали, предлагая пользователям не только базовые функции отправки и получения писем, но и сложные инструменты для организации работы, интеграции с другими сервисами и обеспечения безопасности данных [1, 2]. Однако разнообразие доступных решений делает выбор подходящего клиента сложной задачей.

Цель данной статьи — провести сравнительный анализ популярных почтовых клиентов, оценив их функциональные возможности, удобство интерфейса, безопасность и интеграцию с другими платформами. Новизна исследования заключается в систематизации ключевых характеристик почтовых клиентов, что поможет пользователям сделать осознанный выбор.

Предмет исследования: Функциональные возможности, пользовательские характеристики и экономическая эффективность современных почтовых клиентов (Microsoft Outlook, Mozilla Thunderbird, Apple Mail, Gmail) в контексте их применения для профессиональной и личной коммуникации.

Объект исследования: почтовые клиенты, используемые для управления

электронной почтой.

Новизна исследования заключается в проведении комплексного сравнительного анализа современных почтовых клиентов с акцентом на их адаптацию к актуальным цифровым рабочим процессам [3]. Особое внимание уделяется практической применимости каждого решения для различных сценариев использования — от корпоративной коммуникации до личной переписки. Исследование предлагает новый подход к визуализации результатов сравнения через лепестковые диаграммы, что позволяет наглядно оценить компромиссы между функциональностью, удобством использования и стоимостью решений. Анализ учитывает последние тенденции развития почтовых сервисов, включая внедрение технологий искусственного интеллекта и усиление мер кибербезопасности.

Актуальность темы подтверждается статистикой: согласно исследованиям, более 90% пользователей интернета ежедневно используют электронную почту для работы и личного общения. При этом 60% респондентов отмечают, что выбор почтового клиента значительно влияет на их продуктивность.

Основная часть. Электронная почта как технология появилась еще в 1960-х годах, но первые специализированные почтовые клиенты стали разрабатываться только

в конце 1980-х - начале 1990-х годов. Одним из первых популярных почтовых клиентов стал Eudora, выпущенный в 1988 году. Он работал по протоколу POP3 и предлагал пользователям удобный интерфейс для работы с электронной почтой, что было революционным для того времени.

В 1990-х годах с развитием интернета появились такие решения, как Microsoft Outlook (1997) и Netscape Mail (1994), которые интегрировали электронную почту с другими функциями - календарем, адресной книгой и задачами. Это превратило почтовые клиенты из простых программ для обмена сообщениями в полноценные инструменты организации работы.

На рубеже веков произошли два важных изменения:

1. Появление веб-почты (Hotmail, 1996; Gmail, 2004), которая сделала электронную почту доступной из любого браузера;

2. Развитие протокола IMAP, позволившего синхронизировать почту между разными устройствами.

Современный этап развития почтовых клиентов (2010-2020-е годы) характеризуется глубокой интеграцией с облачными сервисами, применением искусственного интеллекта для сортировки писем, усилением мер безопасности, созданием кроссплатформенных решений.

Эволюция почтовых клиентов отражает общие тенденции цифровизации – от

простых узкоспециализированных программ к сложным интегрированным платформам, сочетающим в себе средства коммуникации, организации работы и обеспечения безопасности.

Популярные почтовые клиенты: Microsoft Outlook, Mozilla Thunderbird, Apple Mail, Gmail.

Для наглядности проведем сравнение почтовых клиентов по ключевым критериям (табл. 1). Проведенный анализ различных цифровых платформ выявил ряд ключевых факторов, влияющих на выбор оптимального решения. Все рассмотренные продукты предоставляют собой комплексные решения для управления проектами, однако отличаются по следующим аспектам: целевая аудитория, функциональные особенности, экономическая эффективность, технологическая зрелость, адаптивность методологий.

Особое значение имеет способность платформ адаптироваться под специфические требования социальных и экономических проектов, включая функции волонтерского менеджмента, оценки социального воздействия и работы с государственными учреждениями. При этом ключевым дифференцирующим фактором остается баланс между сложностью интерфейса и глубиной функциональности, что напрямую влияет на скорость адаптации пользователей и эффективность внедрения.

Таблица 1 Сравнительная таблица почтовых клиентов

Платформа	Мобильное приложение	Бесплатная версия	Функционал	Безопасность
Microsoft Outlook	Да	Да (ограничения)	Календарь, задачи, интеграция с MS	Защита от фишинга, шифрование
Mozilla	Да	Да	Дополнения,	PGP-шифрование

Платформа	Мобильное приложение	Бесплатная версия	Функционал	Безопасность
Thunderbird			многопользовательский	
Apple Mail	Да	Да	Интеграция с Apple	Шифрование данных
Gmail	Да	Да	Google Workspace, умная сортировка	2FA, защита от спама

Для наглядной демонстрации слабых и сильных сторон сравниваемых программных продуктов представлена лепестковая

диаграмма с пятибалльной шкалой оценивания критериев, где значение 5 – наилучший показатель, а 0 – наихудший (рис. 1).



Рис. 1. Лепестковая диаграмма сравнения

Заключение. Сравнительный анализ показал, что выбор почтового клиента зависит от индивидуальных потребностей пользователя. Microsoft Outlook подходит для корпоративных пользователей, интегрированных в экосистему Microsoft. Mozilla Thunderbird – отличный выбор для тех, кто ценит открытый исходный код и гибкость. Apple Mail идеален для пользователей устройств Apple, а Gmail предлагает универсальное решение с мощными функциями и облачным хранением.

Библиографический список

1. Силкина О.Ю., Зарипова Р.С.

Актуальность проблемы обеспечения информационной безопасности организаций // Наука: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, 2023. С. 114-119.

2. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. С. 439-443.

3. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации // Технологический

суверенитет и цифровая трансформация.
Международная научно-техническая

конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

Информация об авторах

Сафин Ринат Маратович – студент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская 51);

Зарипова Римма Солтановна – кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская 51), e-mail: zarim@rambler.ru.

Information about the author

Rinat M. Safin – student, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia);

Rimma S. Zaripova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia), e-mail: zarim@rambler.ru

УДК 004.5

АЛГОРИТМ ПОЛУЧЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СОТРУДНИКОВ С ПОЗИЦИИ МОТИВИРОВАННОСТИ, УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ И ПРИВЕРЖЕННОСТИ

Л.А. Киреева¹, Т.В. Азарнова¹

¹ *Воронежский государственный университет*

Аннотация: Статья посвящена разработке алгоритмического и программного обеспечения для получения интегральной оценки сотрудников с позиции мотивированности, удовлетворенности, приверженности. Алгоритм базируется на использовании шкалы Харрингтона, нечетких и лингвистических технологиях обработки информации.

Ключевые слова: эффективность, приверженность, мотивированность сотрудников, лингвистическая оценочная шкала, шкала Харрингтона, интегральная оценка.

ALGORITHM FOR OBTAINING AN INTEGRATED ASSESSMENT OF EMPLOYEES FROM THE POSITION OF MOTIVATION, SATISFACTION AND COMMITMENT

L.A. Kireeva¹, T.V. Azarnova¹

¹ *Voronezh State University*

Abstract: The article is devoted to the development of algorithmic and software for obtaining an integral assessment of employees from the standpoint of motivation, satisfaction, and commitment. The algorithm is based on the use of the Harrington scale, fuzzy and linguistic information processing technologies.

Keywords: efficiency, commitment, employee motivation, linguistic rating scale, Harrington scale, integral assessment.

Эффективное управление персоналом – один из главных факторов, влияющих на успех организации. Результативность каждого сотрудника состоит из его лояльности, уровня компетентности, степени соответствия условий труда его психологической и физической подготовленности, а также

общего психологического климата в коллективе. Перечисленные аспекты в совокупности отражают ключевые факторы эффективности работы: насколько человек мотивирован и готов решать поставленные задачи и насколько для этого созданы необходимые условия. Важную роль играет

социальная составляющая организации: действия персонала способны привести к необратимым последствиям даже при самых организованных шагах со стороны управленцев [2]. Среди методов управления, помимо формирования состава и структуры антропогенной подсистемы, а также институционального и информационного воздействий, важную роль играет мотивационная работа с сотрудниками. Специфика человеческих ресурсов заключается в том, что поведение людей изначально содержит элемент неопределённости, поэтому формализация процессов, протекающих в подобных системах, нередко представляет собой сложную задачу [1]. В результате, несмотря на широкий спектр исследований по поведению человека и методам влияния на него, практически не существует чётко формализованных методик поиска оптимальных (или даже приемлемых) управленческих решений. Предложенный в работе подход к описанию процесса мотивационного управления персоналом даёт возможность количественно оценивать эффективность принимаемых мер и формулировать рекомендации по совершенствованию системы управления персоналом.

ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА

Рассмотрит ситуацию, когда каждый месяц службой управления персоналом для каждого сотрудника определяются уровни:

- удовлетворённости (S),
- приверженности (P),
- мотивированности (M).

Эти уровни задаются в лингвистической шкале, представленной терм-множеством из 9 элементов, которые условно можно разделить на отрицательную и положительную области значений (QL^- и QL^+).

Для удобства обозначим это множество термов как:

$$T = \{t_1, t_2, \dots, t_9\}. \quad (1)$$

Каждый из трёх показателей (S, P, M) для сотрудника k в месяце t получает свою лингвистическую оценку из данного множества термов:

$$S_k^{\text{fuzzy}}(t) \in T \quad (2)$$

$$P_k^{\text{fuzzy}}(t) \in T \quad (3)$$

$$M_k^{\text{fuzzy}}(t) \in T \quad (4)$$

Полученные лингвистические оценки приводятся к конкретным числовым значениям (дефазификация) с помощью шкалы Харрингтона, каждому элементу терм-множества сопоставляется одно из фиксированных значений:

- $H \rightarrow 0$
- $HC_{\pm} \rightarrow \pm 0,29$
- $C_{\pm} \rightarrow \pm 0,51$
- $BC_{\pm} \rightarrow \pm 0,72$
- $B_{\pm} \rightarrow \pm 1$

Сокращения «H», «HC», «C», «BC», «B» трактуются как «низкий», «низко-средний», «средний», «высоко-средний», «высокий», а знаки «+»/«-» указывают на смещение в положительную или отрицательную сторону от «нейтрального» уровня. Здесь « $\pm$ » означает, что может быть как отрицательный, так и положительный знак в зависимости от конкретного лингвистического терма (например, « HC^- » может быть $-0,29$, « HC^+ » – $+0,29$). Переход от нечеткого (вербального) значения к числовому можно представить функцией дефазификации:

1. Удовлетворенность:

$$S_k(t) = \text{Def}(S_k^{\text{fuzzy}}(t)) \quad (5)$$

2. Приверженность:

$$P_k(t) = \text{ef}(P_k^{\text{fuzzy}}(t)) \quad (6)$$

3. Мотивированность:

$$M_k(t) = \text{Def}(M_k^{\text{fuzzy}}(t)) \quad (7)$$

где функция $\text{Def}(\cdot)$ осуществляется по шкале Харрингтона, путем сопоставления лингвистической метке соответствующего числа.

Если для каждого показателя применяется несколько источников оценки (например, несколько экспертов или несколько разных опросников), тогда итоговое значение может быть вычислено как среднее арифметическое, либо взвешенное среднее из нескольких дефазифицированных оценок. К примеру, если удовлетворённость для сотрудника k в месяце t оценивают m экспертов, то:

$$S_k(t) = \frac{1}{m} \sum_{r=1}^m \text{Def}(S_{k,r}^{\text{fuzzy}}(t)) \quad (8)$$

$S_{k,r}^{\text{fuzzy}}(t)$ – вербальная оценка

r -го эксперта.

Значение

$$S_k(t) \in [-1; +1] \quad (9)$$

можно трактовать уровень каждого показателя:

– значения близкие к $+1$ означают высокую удовлетворённость (или приверженность, или мотивированность);

– значения близкие к 0 указывают на средний либо «нейтральный» уровень.

– отрицательные значения вплоть до -1 показывают, что сотрудник не удовлетворён, «демотивирован» или не демонстрирует лояльности (приверженности).

Для того, чтобы все три указанных показателя свернуть в единый интегральный показатель Z_k для каждого сотрудника, можно использовать линейную свертку:

$$Z_k(t) = \alpha S_k(t) + \beta P_k(t) + \gamma M_k(t) \quad (10)$$

где α, β, γ – весовые коэффициенты свертки.

Для интегральной оценки осуществляется переход в лингвистическую шкалу. Каждому элементу (терму) сопоставляется некоторый промежуток на числовой оси $[-1, +1]$ и функция принадлежности $\mu(t, x)$, где $x \in [-1, +1]$. Если не заданы конкретные типы функций принадлежности, то чаще всего используют треугольные или трапециевидные функции:

– Отрезок $[-1, +1]$ разбивается на 9 зон.

Каждая зона соответствует одному терму, например:

– $t_1 = \langle B^- \rangle$ охватывает окрестность -1 ,

– $t_2 = \langle BC^- \rangle$ охватывает окрестность $-0,72$,

– ...

– $t_9 = \langle B^+ \rangle$ охватывает окрестность $+1$.

– Функция принадлежности $\mu(t_i, x)$ для термина t_i задается на отрезке $[-1, +1]$. Например, для термина $\langle C^+ \rangle$ (средний «плюс»), которому сопоставлено центральное значение $+0,51$, можно выбрать треугольную функцию принадлежности, достигающую $\mu=1$ в точке $x=+0,51$ и падающую к 0 на соседних границах интервала (между $+0,29$ и $+0,72$).

Сформулируем алгоритм по проведенному выше описанию.

1. Сбор данных:

Ежемесячно для каждого сотрудника k определяется вербальная оценка его удовлетворённости, приверженности и мотивированности (по методикам, принятым в организации).

2. Фаззификация (присвоение лингвистических меток):

Для показателя $X \in \{S, P, M\}$

получается нечеткое значение $X_k^{fuzzy}(t)$, то есть метка из множества Т.

3. Дефаззификация (числовая оценка):

Применяется функция Def, соответствующая шкале Харрингтона:

$$X_k(t) = \text{Def}(X_k^{fuzzy}(t)) \quad (11)$$

4. Агрегирование (при необходимости):

Если несколько экспертов оценивают один и тот же показатель, выводится итоговое (например, среднее) числовое значение. При желании можно сформировать интегральный показатель из $S_k(t)$, $P_k(t)$, $M_k(t)$, например, путём взвешенного суммирования.

5. Интерпретация результатов:

Анализируют полученные итоговые числа: чем ближе к +1, тем выше показатель; чем ближе к -1, тем ниже.

Предположим, сотруднику k в некотором месяце t присвоены следующие лингвистические оценки:

– Удовлетворённость: терм «С⁺» (соответствует +0,51),

– Приверженность: терм «ВС⁻» (соответствует -0,72, то есть довольно низкая приверженность),

– Мотивированность: терм «В⁺»

(соответствует +1).

Тогда его числовые показатели:

$$S_k(t) = +0,51, P_k(t) = -0,72, \\ M_k(t) = +1.$$

Для формирования интегрального показателя введем весовые коэффициенты: $\alpha=0,3$, $\beta=0,3$, $\gamma=0,4$. При данных весовых коэффициентах интегральный показатель примет значение:

$$Z_k(t) = 0,3 \times 0,51 + 0,3 \times (-0,72) + 0,4 \times 1 = 0,153 - 0,216 + 0,4 = 0,337.$$

Итоговое значение $Z_k(t) \approx 0,34$ говорит о положительном интегральном уровне при контрасте высоких «мотивированности» и относительно низкой «приверженности».

Предложенный алгоритм позволяет количественно сравнивать состояния удовлетворённости, приверженности, мотивированности и общей удовлетворенности у разных сотрудников и в разные временные периоды.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА

Продemonстрируем основные шаги работы предложенного программного обеспечения.

Рис. 1. Интерфейс программы

Каждое поле ввода снабжено механизмом валидации, предотвращающим ввод некорректных значений. Например, если сумма весов превышает 1.0, дальнейший ввод блокируется, тем самым исключая логические ошибки в расчётах.

Интерфейс программы можно поделить на несколько участков. На рисунке 2 показаны элементы ввода таких характеристик, как удовлетворенность, приверженность и мотивированность.

Рис. 2. Ввод основных показателей

Для каждого поля в этом списке есть возможность поставить оценку, список которых появляется при клике на поле ввода. Пример такого списка можно увидеть на рисунке 3.

Рис. 3. Выпадающий список значений

Веса задаются в диапазоне от 0 до 1 и в сумме должны давать 1. На рисунке 4 показан интерфейс ввода весов и пример подсказки, при наведении на поле ввода каждого из них.

Рис. 4. Ввод весов

Рис. 5. Текстовый анализ

На рисунке 6 показан графический результат работы программы.

На первой диаграмме (слева) представлены три столбца, каждый из которых соответствует одному из параметров оценки:

- удовлетворенность (S) — зеленый столбец,
- приверженность (P) — синий столбец,
- мотивированность (M) — желтый столбец.

Значения показателей варьируются в пределах от -1 до +1, что соответствует числовому диапазону шкалы Харрингтона. Каждый столбец отображает конкретную оценку, полученную после дефазификации соответствующего терма. Положительные значения указывают на положительное влияние фактора, а отрицательные – на сдерживающее.

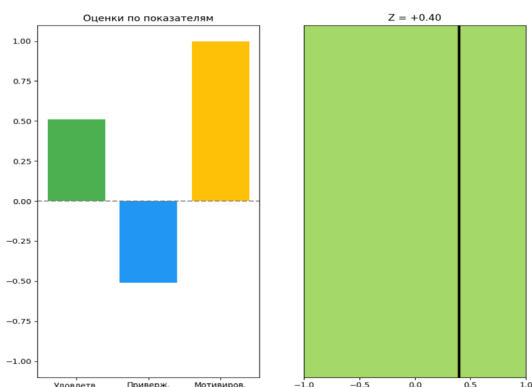


Рис. 6. Графический анализ

Такое представление позволяет наглядно сравнить между собой уровни каждого из трех параметров. Например, если один из столбцов значительно выше

других, это указывает на доминирующий фактор в эффективности сотрудника.

Вторая диаграмма (справа) представляет собой вертикальную цветовую шкалу, отображающую итоговую интегральную оценку Z . Эта шкала построена в интервале от -1 до +1 и окрашена в градиент красного (низкий уровень), желтого (нейтральный) или зеленого (высокий уровень) цветов.

Черная вертикальная линия указывает на текущее значение Z , и сопровождается числовой меткой — например, " $Z = +0.40$ ". Такое представление позволяет мгновенно оценить общий итог анализа и его размещение в контексте всей возможной шкалы оценок.

Информация об авторах

Киреева Лилия Андреевна – магистрант 2-го года обучения кафедры математических методов исследования операций, Воронежский государственный университет (394018, Россия, г. Воронеж, Университетская пл., 1), e-mail: Lilya_Kireeva01@mail.ru

Азарнова Татьяна Васильевна – д-р. техн. наук, профессор кафедры математических методов исследования операций, Университетская пл., 1, e-mail: ivdas92@mail.ru

Библиографический список

1. Васильева О. С. Занимательная психология или психология эмоций / О. С. Васильева, И. Е. Андрющенко. – Санкт-Петербург: Феникс, 2015. – 378 с.
2. Астафьева О.Н. Информационно-коммуникативная компетентность личности в условиях становления информационного общества / О.Н. Астафьева, О.А. Захарова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. – 327 с.
3. Зарубина Т. А. Среда Hi-Po как необходимый инструмент управления талантами // Молодой учёный. – 2016. – №3. – С. 506-508.

Information about the author

Liliya A. Kireeva – 2nd year Master's student of the Department of Mathematical Methods of Operations Research, Voronezh State University (394018, Russia, Voronezh, Universitetskaya sq., 1), e-mail: Lilya_Kireeva01@mail.ru

Tatyana V. Azarnova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Mathematical Methods of Operations Research, Universitetskaya sq., 1, e-mail: ivdas92@mail.ru

УДК 004

ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ИЗ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Д.А. Лариков¹, В.В. Сокольников¹, А.В. Бредихин¹

¹ Воронежский государственный технический университет

Аннотация: Статья посвящена анализу и решению проблем, возникающих во время получения статистической информации в электронной информационно-образовательной среде на базе Moodle.

Ключевые слова: цифровизация, ЭИОС, сбор данных, образовательная аналитика, высшие учебные заведения, статистика, электронное обучение.

ON AUTOMATION OF STATISTICAL DATA COLLECTION FROM THE ELECTRONIC INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

D.A. Larikov¹, V.V. Sokolnikov¹, A.V. Bredikhin¹

¹ Voronezh State Technical University

Abstract: The article is devoted to the analysis and solution of problems that arise during the receipt of statistical information in the electronic information and educational environment based on Moodle.

Keywords: digitalization, EIOS, data collection, educational analytics, higher education institutions, statistics, e-learning.

В современном мире использование электронных информационно-образовательных сред в высших учебных заведениях стало стандартом образовательного процесса. Эти системы значительно упрощают управление учебными курсами, обеспечивают дистанционное обучение и автоматизируют рутинные задачи. Однако вместе с преимуществами цифровизации возникает необходимость в эффективном сборе и анализе статистических данных, формируемых в процессе обучения.

Актуальность данной проблемы обусловлена стремительным ростом объемов информации в электронных образовательных средах. Традиционные методы ручного сбора и обработки данных становятся неэффективными, что приводит к увеличению временных затрат и снижению точности аналитики. В связи с этим перед Воронежским государственным техническим университетом была поставлена задача разработки программного решения, способного автоматизировать сбор, обработку и представление статистических данных из образовательной платформы.

В качестве платформы для исследования была выбрана система управления обучением Moodle, поскольку она широко распространена в образовательных учреждениях и поддерживает взаимодействие через открытый API. Это позволило сформулировать задачу как разработку специализированного программного обеспечения, способного извлекать данные о курсах, студентах и их успеваемости, фильтровать и структурировать информацию, а также

предоставлять результаты в удобном для пользователя формате.

Для реализации проекта был выбран язык программирования Python, обладающий рядом преимуществ, включая поддержку нескольких парадигм программирования, богатую экосистему библиотек для работы с API и данными, а также относительную простоту

интеграции с веб-технологиями. Хотя Python уступает в скорости некоторым компилируемым языкам, для задач, связанных с запросами к API и обработкой данных, его производительность остается достаточной.

Разработка велась с применением объектно-ориентированного подхода, что позволило создать модульную и легко расширяемую систему. Основным компонентом стал класс MoodleClient, включающий методы для получения списка курсов преподавателя за указанный период с фильтрацией по датам, сбора данных о промежуточной аттестации студентов, а также комплекс методов для анализа результатов экзаменов. Эти методы позволяют извлекать данные о тестах, получать списки студентов группы, сопоставлять идентификаторы студентов с их фамилиями, собирать информацию о попытках прохождения тестов и анализировать результаты.

Для обеспечения удобного доступа пользователей к функционалу система была интегрирована в веб-приложение с использованием FastAPI для серверной части и стандартных веб-технологий для клиентской части. Особенностью реализации стало отсутствие необходимости в базе

данных, так как все отчеты генерируются по запросу. Результаты предоставляются

пользователям в формате электронных таблиц для удобства работы с данными.

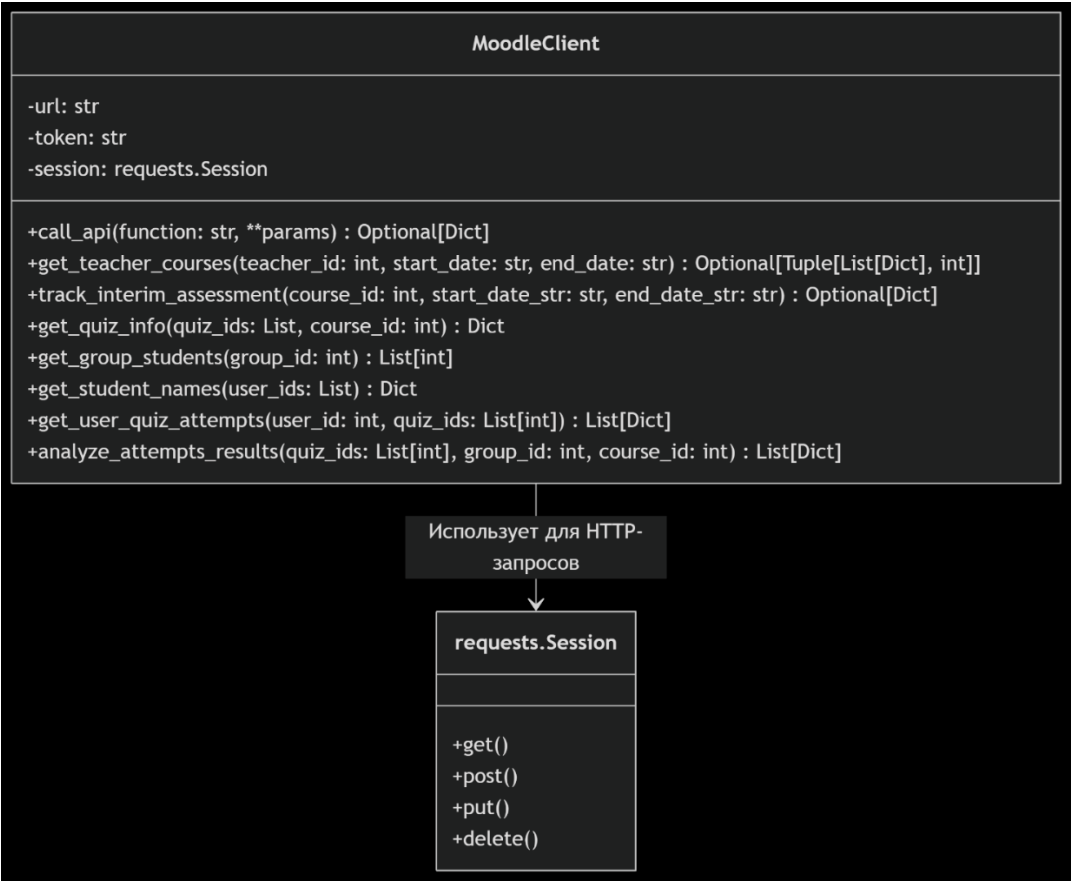


Рис. 1. Диаграмма класса MoodleClient

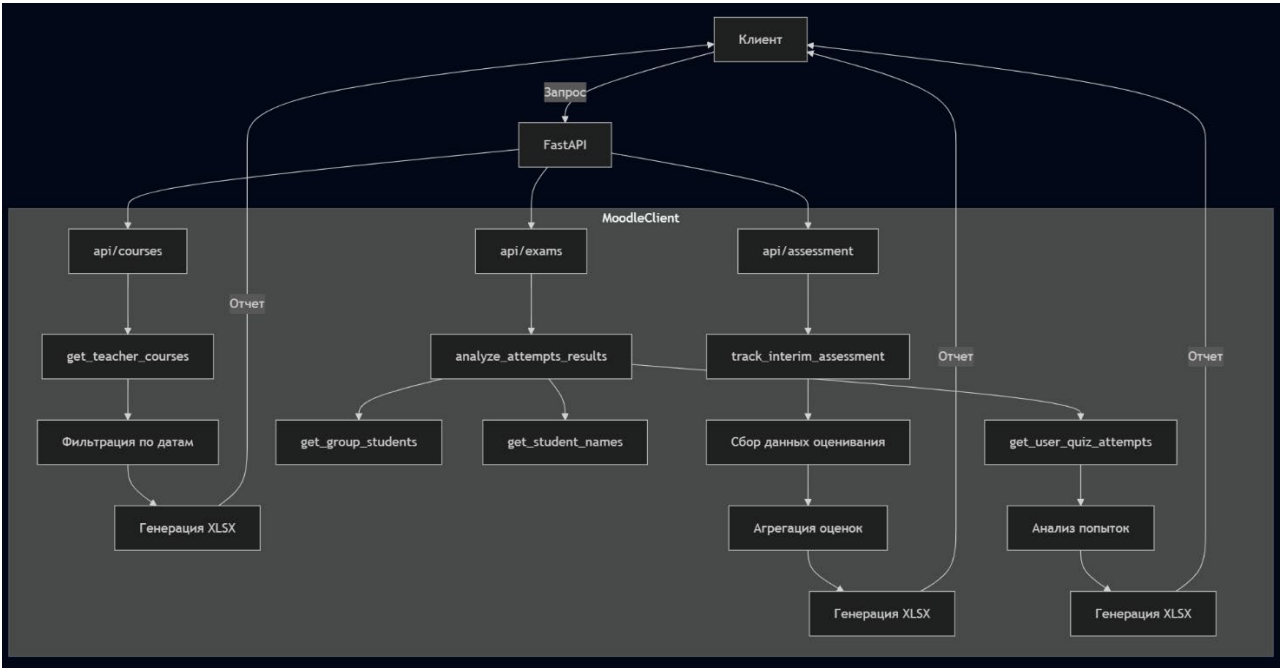


Рис. 2. Блок-схема работы web-приложения

Дальнейшее развитие проекта может включать внедрение системы аутентификации для разграничения доступа, расширение функционала за счет добавления новых метрик, таких как активность студентов в форумах, а также интеграцию с системами машинного обучения для прогнозирования успеваемости и выявления групп риска.

Разработанное решение демонстрирует эффективность автоматизации сбора и обработки данных из электронных образовательных сред. Его внедрение позволяет сократить временные затраты на рутинные операции и повысить качество аналитики в образовательном процессе. Потенциал

системы остается значительным за счет возможностей масштабирования и интеграции новых технологий.

Библиографический список

1. Перовская Е.И. Автоматизация гибких дискретных систем / Перовская Е.И., Фетисов В.А. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1989. – 160 с.
2. Moodle Documentation: Web services API. – URL: <https://docs.moodle.org/>
3. Лутц М. Изучаем Python. – СПб.: Символ-Плюс, 2022. – 992 с.

Информация об авторах

Лариков Даниил Александрович – студент, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: hopperlarikov@gmail.com

Сокольников Виктор Владимирович – старший преподаватель, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: svp_kitp@mail.ru

Бредихин Алексей Вячеславович – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: maypochta@yandex.ru

Information about the author

Larikov Daniil Alexandrovich – student, Voronezh State Technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: hopperlarikov@gmail.com

Sokolnikov Viktor Vladimirovich – Senior Lecturer, Voronezh State Technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: svp_kitp@mail.ru

Bredikhin Alexey Vyacheslavovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Intelligent Design Technologies, Voronezh State Technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: maypochta@yandex.ru

УДК 004.75

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АРХИТЕКТУР РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ APACHE SPARK И TRINO

А.Д. Обыденный¹

¹ Воронежский государственный университет

Аннотация: Статья посвящена теоретическому сравнению архитектур распределённых систем обработки данных Apache Spark и Trino. Рассматриваются принципы функционирования, архитектурные особенности и подходы к выполнению вычислений.

Ключевые слова: большие данные, распределённые системы, Apache Spark, Trino, обработка больших данных

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ARCHITECTURES OF DISTRIBUTED DATA PROCESSING SYSTEMS APACHE SPARK AND TRINO

A.D. Obydenniy¹

¹ Voronezh State University

Abstract: The article presents a theoretical comparison of the architectures of distributed data processing systems Apache Spark and Trino. It examines their operating principles, architectural features, and approaches to computation.

Keywords: Big Data, distributed systems, Apache Spark, Trino, big data processing

С увеличением объемов данных, с которыми работают современные системы, растет потребность в эффективных подходах к их обработке. Традиционные базы данных зачастую не справляются с такими масштабами, что требует применения специализированных методов. В связи с этим появился отдельный термин Big Data [1, 2, 3] (большие данные), который обозначает огромные массивы информации, характеризующиеся тремя признаками:

- Volume (объем) – огромные размеры данных;
- Variety (разнообразие) – различные форматы и типы данных;
- Velocity (скорость) – высокая скорость их поступления и обработки.

Эти характеристики создают дополнительные сложности в области обработки и анализа данных, что в свою очередь требует применения инновационных технологий и архитектур.

Одними из самых популярных решений для обработки Big Data являются Apache Spark и Trino. Эти системы предлагают различные подходы к обработке

данных, что делает их оптимальными для различных типов задач. Apache Spark ориентирован на выполнение сложных вычислений с использованием параллельных вычислений в памяти, что позволяет достигать высокой производительности при анализе больших объёмов данных. В свою очередь, Trino представляет собой распределённый SQL-движок, специализирующийся на быстрых аналитических запросах с возможностью обработки данных, расположенных в различных источниках. Несмотря на схожие цели, подходы этих систем существенно различаются, что определяет их использование в различных сценариях.

Apache Spark [3] – это распределённая вычислительная платформа, предназначенная для обработки больших данных, которая отличается высокой производительностью, благодаря использованию вычислений в памяти, а также своей масштабируемостью. Архитектура Apache Spark включает несколько ключевых компонентов, которые

обеспечивают параллельное выполнение задач и эффективное распределение ресурсов.

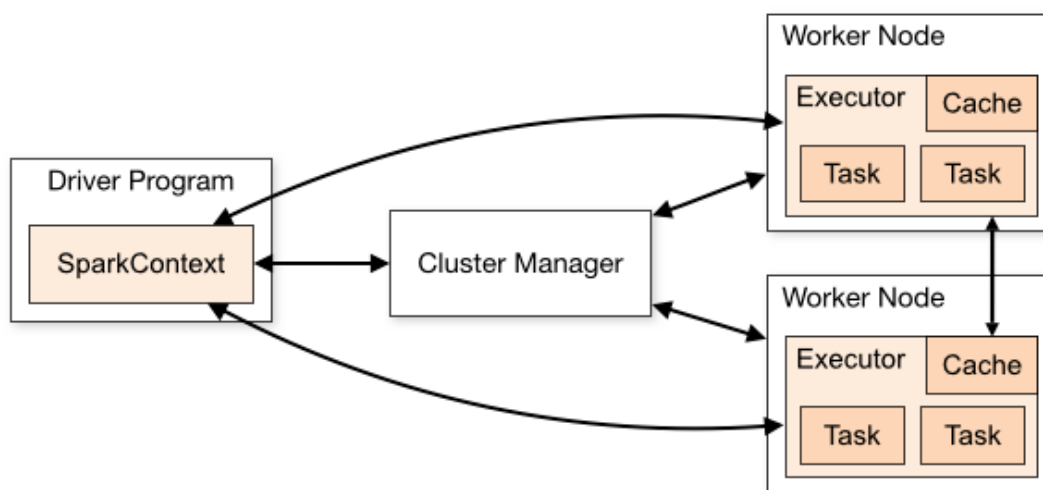


Рис. 1. Архитектура Apache Spark

В центре архитектуры находится Driver, управляющий процесс, который координирует выполнение всего приложения. Чтобы организовать выполнение задач на кластере, используется Cluster Manager, который отвечает за распределение ресурсов между рабочими узлами. Для этого могут быть использованы различные менеджеры, такие как YARN, Mesos или Standalone Cluster Manager. Сама обработка данных происходит на Executors. Executors – это процессы, выполняющие вычисления на каждом рабочем узле кластера. Каждый Executor отвечает за выполнение конкретных задач, таких как преобразование или агрегация данных, и хранение данных в оперативной памяти или на диске. При этом каждый Executor имеет свою собственную память и не взаимодействует с памятью других Executors, что обеспечивает изоляцию и параллельность вычислений.

Центральной абстракцией в Apache Spark является RDD (Resilient Distributed Dataset) – распределённый набор данных, который является неизменяемым и может быть разделён на несколько частей для параллельной обработки. RDD предоставляет функциональность для выполнения трансформаций и действий над данными, а также позволяет эффективно распределять вычисления между различными узлами кластера. Особенностью RDD является устойчивость: если часть данных теряется или узел выходит из строя, то можно восстановить потерянные данные, пересчитав их на основе исходных данных, что повышает надёжность системы.

Обработка данных в Spark происходит с помощью DAG (Directed Acyclic Graph), который представляет собой граф зависимостей между различными операциями над данными. Этот граф строится

заранее, что позволяет Spark оптимизировать выполнение операций. На основе DAG выполняются Stages (этапы), каждый из которых состоит из нескольких Tasks (задач). Каждая задача обрабатывает часть данных на одном Executor. Таким образом, вся обработка данных делится на небольшие блоки, которые могут выполняться параллельно, что значительно ускоряет процесс обработки.

Другим важным аспектом архитектуры Apache Spark является способность эффективно масштабироваться. Платформа может работать на кластерных системах с тысячами узлов, что позволяет обрабатывать гигантские объёмы данных.

В отличие от Apache Spark, который использует универсальную модель вычислений, Trino [2] специализируется на высокопроизводительном выполнении SQL-запросов в распределённой среде. Его архитектура оптимизирована для аналитики без необходимости предварительной загрузки данных в память, что делает его эффективным решением для

работы с большими объёмами информации в реальном времени.

Архитектура Trino построена вокруг принципа децентрализованной обработки запросов. Coordinator (центральный узел) принимает SQL-запросы, оптимизирует их и распределяет задачи между рабочими узлами. При этом сам Coordinator не участвует в обработке данных.

Рабочие узлы получают данные напрямую из источников через специализированные Connectors — адаптеры к различным системам хранения. Поддерживаются реляционные базы данных (PostgreSQL, MySQL), облачные хранилища (Amazon S3, Google Cloud Storage), распределённые системы (Hadoop HDFS) и другие. Это

позволяет выполнять запросы к данным в самих источниках, не перемещая их между системами.

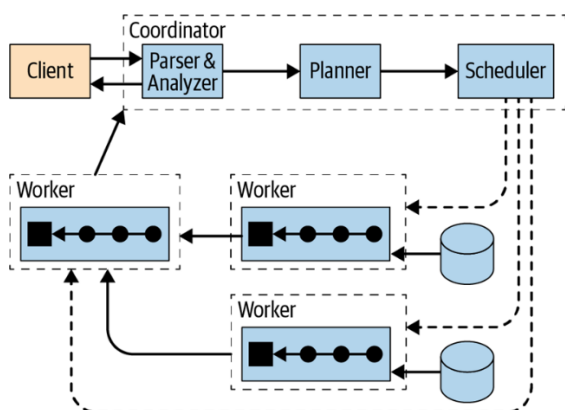


Рис. 2. Архитектура Trino

Ключевое отличие от Spark – подход к обработке. Если Spark загружает данные в память и использует итеративные вычисления, то Trino ориентирован на потоковое выполнение SQL-операций: фильтрацию, агрегацию, соединение таблиц. Запрос разбивается на множество мелких задач, которые выполняются параллельно на разных узлах. Это обеспечивает высокую скорость работы с большими наборами данных, но делает систему менее гибкой для сложных ETL-процессов.

Преимущества Trino особенно заметны в сценариях, где важна скорость отклика: интерактивные таблицы, аналитика, кросс-базовые запросы. Система эффективно масштабируется, позволяя добавлять новые worker-узлы для увеличения производительности.

Подводя итоги сравнения Trino и Spark, можно сказать, что эти системы решают разные задачи в экосистеме обработки данных. Trino создан для быстрого выполнения аналитических SQL-запросов к разнородным источникам данных без необходимости их предварительной загрузки в память. Его архитектура идеально подходит для интерактивной аналитики, когда критически важны скорость отклика и возможность работать с актуальными данными напрямую. В отличие от него, Spark представляет собой универсальную вычислительную платформу, которая охватывает весь спектр задач - от ETL-процессов до сложных алгоритмов машинного обучения, но требует загрузки данных в память и больше подходит для пакетной обработки.

Библиографический список

1. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems. – Beijing; Boston: O'Reilly Media, 2017. – 616 с.
2. Traverso M., Sundstrom D., Phillips D., Petty J. Trino: The Definitive Guide. SQL at Any Scale, on Any Storage, in Any Environment. – Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2022. – 330 с.
3. Chambers B., Zaharia M. Spark: The Definitive Guide: Big Data Processing Made Simple. – Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2018. – 606 с.

Информация об авторах

Обыденный Артем Денисович – студент 2-го курса магистратуры Воронежского государственного университета (394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1.), e-mail: monotirg@gmail.com

Information about the author

Artem D. Obydeniy – second-year Master's student at Voronezh State University. (1, Universitetskaya pl., Voronezh, 394018, Russia), e-mail: monotirg@gmail.com

УДК 004.4'277

РАЗРАБОТКА VST-ПЛАГИНА (ОБРАБОТЧИКА ЗВУКА) ИМПУЛЬСНОГО РЕВЕРБЕРАТОРА

Д.Е. Пачевский¹, К.А. Костюков¹

¹ *Воронежский государственный технический университет*

Аннотация: В статье рассматривается разработка программного обеспечения для цифровой обработки аудиосигналов в реальном времени на примере создания VST-плагина импульсного ревербератора

Ключевые слова: VST, импульсный ревербератор, аудиосигнал, обработка звука, свёртка, алгоритмы, цифровая обработка сигналов (DSP)

DEVELOPMENT OF A VST-PLUGIN (SOUND PROCESSOR) FOR A PULSE REVERB

D.E. Pachevsky¹, K.A. Kostyukov¹

¹ *Voronezh state technical University*

Abstract: The article discusses the development of software for digital audio signal processing in real time using the example of creating a pulse reverb VST-plugin

Keywords: VST, pulse reverb, audio signal, sound processing, convolution, algorithms, digital signal processing (DSP)

Современные решения звукорежиссуры и в целом звукотехники обширно включают использование цифровых технологий, что характерно для музыкальной индустрии. Так, импульсные ревербераторы, позволяющие моделировать акустические свойства зала или иного объекта, обеспечивают высокое качество звучания в аудиозаписях, фильмах, видеоиграх.

Однако существующие решения затрудняют работу из-за высокой сложности алгоритма и интерфейса. Часть программ не поддерживает достаточно новые форматы аудиофайлов, а ряд – работает со звуком недостаточно быстро.

Разработка VST-плагина импульсного ревербератора представляет собой технический вызов, требующий объединения знаний в области цифровой обработки сигналов, программной инженерии и пользовательского интерфейса. Целью данного проекта является создание удобного и производительного инструмента, способного

эффективно интегрироваться в рабочие процессы звукорежиссёров.

Современные импульсные ревербераторы предлагают широкий спектр возможностей, но их использование зачастую связано с ограничениями. Аппаратные решения, такие как Lexicon PCM96, демонстрируют отличное качество обработки, но их стоимость и отсутствие гибкости настройки ограничивают доступность для широкой аудитории. Программные аналоги, такие как Altiverb и Waves IR1, обеспечивают более гибкое управление, но предъявляют высокие требования к вычислительным ресурсам.

Большинство существующих решений также не обладают функцией автоматической адаптации параметров. Пользователь вынужден вручную подбирать настройки для каждого трека, что может быть трудоемким процессом. Бесплатные решения, такие как Freeverb3, предоставляют базовые функции, но не способны

конкурировать по качеству с коммерческими продуктами. Данная ситуация показывает необходимость разработки плагина, который бы сочетал производительность, гибкость и адаптивность.

Разрабатываемый плагин основан на методах цифровой обработки сигналов и машинного обучения, что позволяет обеспечивать высокую точность и гибкость. Пользователь получает возможность загружать импульсные характеристики в формате WAV или FLAC, которые затем используются для свёртки сигнала. Интеграция нейронных сетей в архитектуру

плагина позволяет анализировать входной сигнал и автоматически настраивать параметры реверберации.

Основой архитектуры является модульная структура, включающая компоненты для загрузки импульсов, обработки аудиосигнала и взаимодействия с графическим интерфейсом. Алгоритмы обработки реализованы с использованием FFT для оптимизации производительности, а интерфейс плагина предоставляет интуитивно понятные элементы управления, включая визуализацию параметров и возможность их тонкой настройки.



Рис. 1. Функциональные модули VST-плагина импульсного ревербератора

В основе обработки сигнала лежит метод свёртки, который позволяет воспроизводить акустику реальных пространств [1]. Для коротких импульсов используется прямая свёртка, тогда как для длинных импульсных характеристик применяется блочная свёртка, что значительно снижает нагрузку на процессор.

Модуль искусственного интеллекта обучается на обширной базе данных, содержащей импульсные характеристики и аудиотреки. Нейронная сеть анализирует спектральные характеристики входного сигнала и определяет оптимальные значения параметров, таких как предзадержка, баланс Dry/Wet и время реверберации. Использование машинного обучения

позволяет адаптировать обработку звука под конкретные условия, обеспечивая высокое качество даже для пользователей с минимальными знаниями в области звуко-режиссуры.

Техническая реализация VST-плагина включает несколько ключевых этапов, от выбора инструментов разработки до интеграции нейронных сетей и реализации графического интерфейса. Для разработки выбран язык C# благодаря его богатой экосистеме и поддержке библиотек для работы с аудиосигналами. Библиотека NAudio используется для работы с аудиофайлами и потоками, включая загрузку и воспроизведение импульсных характеристик [2]. Алгоритмы цифровой обработки сигналов

необходимо реализовать с применением библиотеки MathNet.Numerics, которая предоставляет широкий набор математических функций, включая быстрое преобразование Фурье (FFT).

Особое внимание стоит уделить интеграции методов машинного обучения. Использование ML.NET позволит обучить и внедрить нейронную сеть, которая анализирует входной аудиосигнал и автоматически предлагает оптимальные настройки. Из аудиосигналов извлекаются энергетические параметры (RMS, Crest Factor), частотные пики, спектральная плотность, MFCC (мел-частотные кепстральные коэффициенты), отношение сигнал/шум (SNR) [3].

Для обучения модели используется специализированный датасет, состоящий из аудиофайлов с различными акустическими свойствами (записи речи, музыки, ударных, вокала), импульсных характеристик, соответствующих различным пространствам, например, концертный зал, студия, церковь, комната, аннотированных параметров, настроенных вручную инженером или сгенерированных с помощью

существующих плагинов.

Графический интерфейс стоит разработать с использованием Windows Presentation Foundation (WPF), что обеспечивает высокую степень интерактивности и эстетическое оформление. Пользователь сможет загружать импульсные характеристики, настраивать параметры реверберации с помощью ползунков и кнопок, а также получать визуальную обратную связь о текущих настройках и загруженных данных. Визуализация включает графики импульсных характеристик и спектрального анализа, что делает процесс настройки интуитивно понятным.

Оптимизация производительности является ключевым аспектом технической реализации разрабатываемого VST-плагина. Поскольку обработка импульсных характеристик в реальном времени связана с интенсивными вычислениями, особенно при использовании длинных импульсов (длительностью более 1 секунды), возникает необходимость в снижении вычислительной нагрузки без ущерба для качества обработки звука.

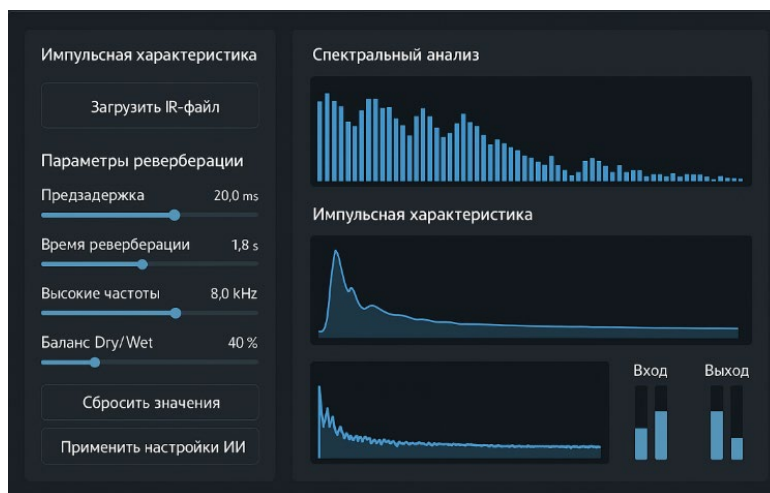


Рис. 2. Графический интерфейс

Одним из важнейших методов оптимизации является использование SIMD

(Single Instruction, Multiple Data) — набора инструкций, позволяющего обрабатывать

несколько данных за один такт процессора. SIMD реализуется с помощью расширений, таких как SSE, AVX или NEON (на ARM-платформах), и позволяет ускорить операции свёртки, FFT и фильтрации за счёт векторизации. Например, при вычислении свёртки через блочный алгоритм, можно одновременно умножать и суммировать массивы коэффициентов и аудиоданных, значительно увеличивая производительность.

Для оценки эффективности и производительности разработанного VST-плагина были проведены тестирования в различных цифровых аудиостанциях (DAW): FL Studio 21, Cubase 12 и Reaper 6.76. Оценка задержки и использования ресурсов процессора проводилась при загрузке импульсных характеристик длиной 2,5 секунды (48 кГц, моно), были сравнены три режима работы плагина.

Таблица 1 Задержка в разных режимах работы

Режим	Средняя загрузка CPU (%)	Задержка (мс)	Пиковая задержка (мс)
Прямая свёртка	5,3%	2,3	3,1
Блочная свёртка	3,1%	1,5	2,0
Свёртка + ИИ	7,8%	2,7	3,8

Результаты показали, что использование блочной свёртки позволяет снизить задержку на ~35% по сравнению с прямым методом. Интеграция модуля искусственного интеллекта увеличивает нагрузку на процессор в среднем на 2,5%, но обеспечивает дополнительные возможности автоматической настройки.

Для оценки качества реверберации были использованы объективные методы

анализа, включая спектральный анализ, вычисление отношения сигнал/шум (SNR) и измерение остаточной энергии сигнала после обработки. Были протестированы пять аудиофрагментов различных жанров (акустическая гитара, синтетические звуки, вокал, оркестровая запись и запись живого выступления), каждый из которых обрабатывался с использованием загруженной импульсной характеристики помещения.

Таблица 2 Качество реверберации

Тип трека	Средний прирост SNR после применения ИИ-настройки	Изменение спектральной плотности (в пределах допустимого диапазона)	Субъективная натуральность (по шкале 1–5)
Акустика	+3,2 дБ	Нет значительных искажений	4,7
Электроника	+2,5 дБ	Незначительное усиление низких частот	4,4
Вокал	+3,8 дБ	Умеренное сглаживание высоких частот	4,6
Симфония	+2,9 дБ	Сохранение широкого спектра	4,5
Концерт	+3,1 дБ	Отсутствие спектрального клиппинга	4,3

Обработка с помощью блочной свёртки и адаптивной настройки параметров позволила повысить субъективную реалистичность реверберационного эффекта, а также обеспечить стабильные результаты при разных типах входного сигнала. Также было зафиксировано улучшение пространственного восприятия, особенно в случае вокальных и акустических композиций.

Таким образом, представленный VST-плагин импульсного ревербератора, обладает высокими характеристиками производительности и удобством использования. Использование оптимизированного алгоритма свёртки и современных технологий разработки позволяет создать инструмент, удовлетворяющий требованиям современной звукорежиссуры.

Ключевым преимуществом плагина является его способность работать в реальном времени с минимальными задержками, что делает его пригодным для использования как в студийных, так и в концертных условиях. Плагин будет поддерживать загрузку пользовательских импульсных характеристик, что расширяет его функциональные возможности. Современный графический интерфейс обеспечит удобство настройки параметров, таких как баланс между обработанным и исходным сигналом, предварительная задержка и усиление. Предложенная архитектура обеспечивает низкую задержку, модульность и

расширяемость. Разработанное решение может быть использовано как в профессиональной звукозаписи, так и в образовательных целях.

В перспективе планируется дальнейшее развитие проекта, включая добавление поддержки новых форматов импульсов, реализацию более сложных алгоритмов обработки, таких как динамическая свёртка, и внедрение инструментов автоматической настройки параметров реверберации. Эти шаги позволят сделать плагин ещё более универсальным и востребованным как среди профессионалов, так и среди начинающих пользователей.

Библиографический список

1. Головин В.Б. Основы цифровой обработки сигналов / В.Б. Головин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 320 с.
2. Иванов А.Н. Проектирование аудиоплагинов / А.Н. Иванов, В.С. Петров. – СПб.: Питер, 2018. – 256 с.
3. Смит Дж.О. Обработка аудиосигналов / Дж.О. Смит. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 400 с.
4. Золотарев А.А. Современные технологии реверберации / А.А. Золотарев // Звукорежиссура. – 2021. – №1. – С. 15–22.
5. Воронцов К.В. Основы проектирования VST-плагинов / К.В. Воронцов. – М.: Академия, 2019. – 198 с.

Информация об авторах

Пачевский Денис Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: 600rub@mail.ru

Костюков Константин Александрович – магистрант кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: kostukovkonstantin70@gmail.com

Information about the author

Denis E. Pachevsky – candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of Computer intelligent Design Technologies, Voronezh state technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: 600rub@mail.ru

Konstantin A. Kostyukov – master's student of the Department of Computer intelligent Design Technologies, Voronezh state technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: kostukovkonstantin70@gmail.com

УДК 519.68:621.565.9

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ТЕПЛОПРИТОКОВ ХОЛОДИЛЬНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВВОДА ИСХОДНЫХ ВЕЛИЧИН

А.В. Акименко¹, Е.А. Аникеев¹, И.Н. Занин¹

¹ Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

Аннотация: В статье описан алгоритм расчета притоков тепла в помещение холодильника. С целью автоматизации ввода значений некоторых исходных величин (климатические показатели, характеристики охлаждаемых грузов и т.д.), предлагается использовать базы данных для их размещения.

Ключевые слова: холодильник, теплоприток, алгоритм, база данных.

AN ALGORITHM FOR CALCULATING THE HEAT INFLOWS OF A REFRIGERATOR USING DATABASES TO AUTOMATE THE INPUT OF INITIAL VALUES

A.V. Akimenko¹, E.A. Anikeev¹, I.N. Zanin¹

¹ Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract: The article describes an algorithm for calculating heat inflows into a refrigerator room. In order to automate the input of some initial values (climatic indicators, characteristics of refrigerated goods, etc.), it is proposed to use databases for their placement.

Keywords: refrigerator, heat inflow, algorithm, database.

Холодильники большой вместимости служат для хранения скоропортящихся грузов на производственных предприятиях, перевалочных базах и т.д. Они представляют собой помещения, в которых с помощью холодильных машин поддерживается низкая температура.

Важным этапом проектирования холодильника является расчет теплопритоков – тепловой энергии, поступающей в холодильную камеру от внешних и внутренних источников. На основе общепринятой методики был разработан алгоритм расчета теплопритоков [1].

Источниками теплопритоков, проникающих в холодильник через ограждающие поверхности (стены, пол, потолок), могут быть воздух внешней среды или смежных помещений, грунт, а также, солнечное излучение [2, 3].

Теплопритоки от воздуха или грунта Q_0 с внешней стороны ограждения определяются по формулам:

$$Q_{го}^0 = k_i \times F_{го} \times (T_i - T^e) = k_i \times a \times b \times (T_i - T^e) \quad (1)$$

$$Q_{пс}^0 = k_i \times F_{пс} \times (T_i - T^B) = k_i \times a \times h \times (T_i - T^B) \quad (2)$$

$$Q_{тс}^0 = k_i \times F_{тс} \times (T_i - T^e) = k_i \times b \times h \times (T_i - T^e) \quad (3)$$

где $Q_{го}^0$, $Q_{пс}^0$, $Q_{тс}^0$ – соответственно, теплопритоки через горизонтальные ограждения (крыша, перекрытие, пол на грунтовом основании), продольные и торцевые стены, Вт; k_i – коэффициент теплопередачи данного ограждения, Вт/(м²×К); $F_{го}$, $F_{пс}$, $F_{тс}$ – площади горизонтальных ограждений, продольных и торцевых стен, м²; a , b , h – длина, ширина и высота холодильного

помещения, м; T_i – температура грунта или воздуха с противоположной стороны ограждения, К; T_v – температура воздуха внутри холодильной камеры (соответствует температуре хранения продукта), К.

Температура хранения выбирается в зависимости от вида продукта, расчетного срока хранения и т.д.

Для внешних ограждений (наружные стены, крыша) так же рассчитываются теплопритоки Q_c от солнечного излучения:

$$Q_k^c = k_i \times a \times b \times \Delta T_i \quad (4)$$

$$Q_{nc}^c = k_i \times a \times h \times \Delta T_i \quad (5)$$

$$Q_{tc}^c = k_i \times b \times h \times \Delta T_i \quad (6)$$

где Q_k^c , Q_{nc}^c , Q_{tc}^c – соответственно, теплопритоки через крышу, продольные и торцевые стены, Вт; ΔT_i – максимальная избыточная разность температур для соответствующего ограждения, К.

Избыточная разность температур ΔT_i определяет воздействие солнечного излучения на внешнее ограждение. Она зависит от широты местности (увеличивается в сторону экватора), времени года и суток (максимум приходится на дневное время и летние месяцы), а также от пространственной ориентации внешних ограждений [3]. Наибольшие значения ΔT_i соответствуют крыше здания. В северных широтах здания более подвержены солнечному излучению с южной стороны, в умеренных – с юго-западной и юго-восточной, в то время как северные стены зданий преимущественно находятся в тени. Поэтому, северная сторона является наиболее предпочтительной для размещения наружной стены холодильника.

Теплопритоки от поступающих на хранение грузов:

$$Q^r = \frac{M_n \times (i_1 - i_2)}{3,6 \times \tau} \quad (7)$$

где M_n – количество продукта, поступающего в холодильник за сутки, т; i_1 – удельная энтальпия продукта при его поступлении в холодильник, Дж/кг; i_2 – удельная энтальпия продукта при температуре хранения, Дж/кг; τ – время хранения продукта, ч.

Удельная энтальпия – характеристика термодинамической системы, эквивалентная ее полной энергии, отнесенной к единице массы.

Теплопритоки от упаковочной тары:

$$Q^t = \frac{M_m \times c_m \times (T_1 - T_2)}{3,6 \times \tau} = \frac{e \times M_n \times c_m \times (T_1 - T_2)}{3,6 \times \tau} \quad (8)$$

где M_t – масса тары, поступающей в холодильник вместе с товаром, т; e – отношение массы тары к массе содержащегося в ней продукта; c_t – удельная теплоемкость тары Дж/(кг×К); T_1 – температура тары (и продукта) перед началом хранения, К; T_2 – температура тары (и продукта) во время хранения ($T_2 = T^v$), К.

Теплопритоки от осветительных приборов:

$$Q^{oc} = A \times a \times b \quad (9)$$

где A – удельная теплота, выделяемая осветительным оборудованием на 1 м² помещения, $A = 1 \dots 1,3$ Вт/м².

Теплопритоки от персонала, работающего в холодильном помещении:

$$Q^u = n_q \times q \quad (10)$$

где n_q – количество работников, одновременно находящихся в помещении; q – количество теплоты, выделяемое одним человеком, $q = 300 \dots 350$ Вт.

Теплопритоки при открытии дверей:

$$Q^d = B \times a \times b \quad (11)$$

где B – удельный теплоприток через дверной проем на 1 м^2 помещения, Вт/м^2 .

Если циркуляция воздуха в холодильной камере осуществляется посредством вентиляторов, так же определяются теплопритоки от электродвигателей:

$$Q^3 = 1000 \times K \times n_3 \times N \quad (12)$$

где K – коэффициент тепловыделения электродвигателя, $K = 0,1 \dots 0,3$; n_3 – количество электродвигателей; N – мощность одного электродвигателя, кВт.

Общий приток тепла в холодильную камеру равен сумме частных теплопритоков:

$$Q^{\text{общ}} = \sum Q_i^o + \sum Q_i^c + Q^r + Q^t + Q^{\text{oc}} + Q^q + Q^d + Q^3 \quad (13)$$

где $\sum Q_i^o$ – суммарный теплоприток от воздуха (грунта) через все горизонтальные и вертикальные ограждения, Вт; $\sum Q_i^c$ – суммарный теплоприток от солнечного излучения через крышу и внешние стены, Вт.

Блок-схема алгоритма расчета теплопритоков показана рисунке 1.

Численные значения следующих исходных величин вводятся непосредственно пользователем:

- длина, ширина и высота холодильной камеры a , b , h ;
- температуры воздуха в смежных помещениях (для всех внутренних ограждений) T_i ;
- температура в холодильной камере (температура хранения товара) T^b ;
- коэффициенты теплопередачи ограждений k_i ;
- суточное поступление товара M_n ;
- длительность хранения товара τ ;
- температура товара и тары при поступлении в холодильник T_1 ;

- количество сотрудников одновременно работающих в помещении n_q ;
- количество электродвигателей n_3 ;
- мощность электродвигателя N .

Остальные исходные величины являются справочными данными, и подставляются в расчет из баз данных, используемых программой:

- температура воздуха снаружи здания или температура грунта T_i ;
- избыточные разности температур (для всех внешних ограждений) ΔT_i ;
- удельная энтальпия товара до и во время хранения i_1 и i_2 ;
- отношение массы тары к массе продукта e ;
- удельная теплоемкость тары c_t ;
- удельный теплоприток через открытые двери B .

Значения температур T_i , T^b , T_1 вводятся в градусах Цельсия, после чего автоматически переводятся в Кельвины: $T(K) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$.

Теплопритоки через ограждения рассчитываются с использованием базы данных (таблица 1), содержащей необходимые сведения для различных городов с учетом их географического положения и климатических особенностей: температуры воздуха и грунта, избыточные разности температур для внешних ограждающих поверхностей здания, с учетом основных и промежуточных сторон горизонта. Данные приводятся для дневных часов летнего периода.

Пользователь выбирает из базы данных место расположения холодильника. Если данный населенный пункт отсутствует в базе данных, выбирается ближайший к нему город из имеющихся в наличии, или город с наиболее близкими климатическими условиями.

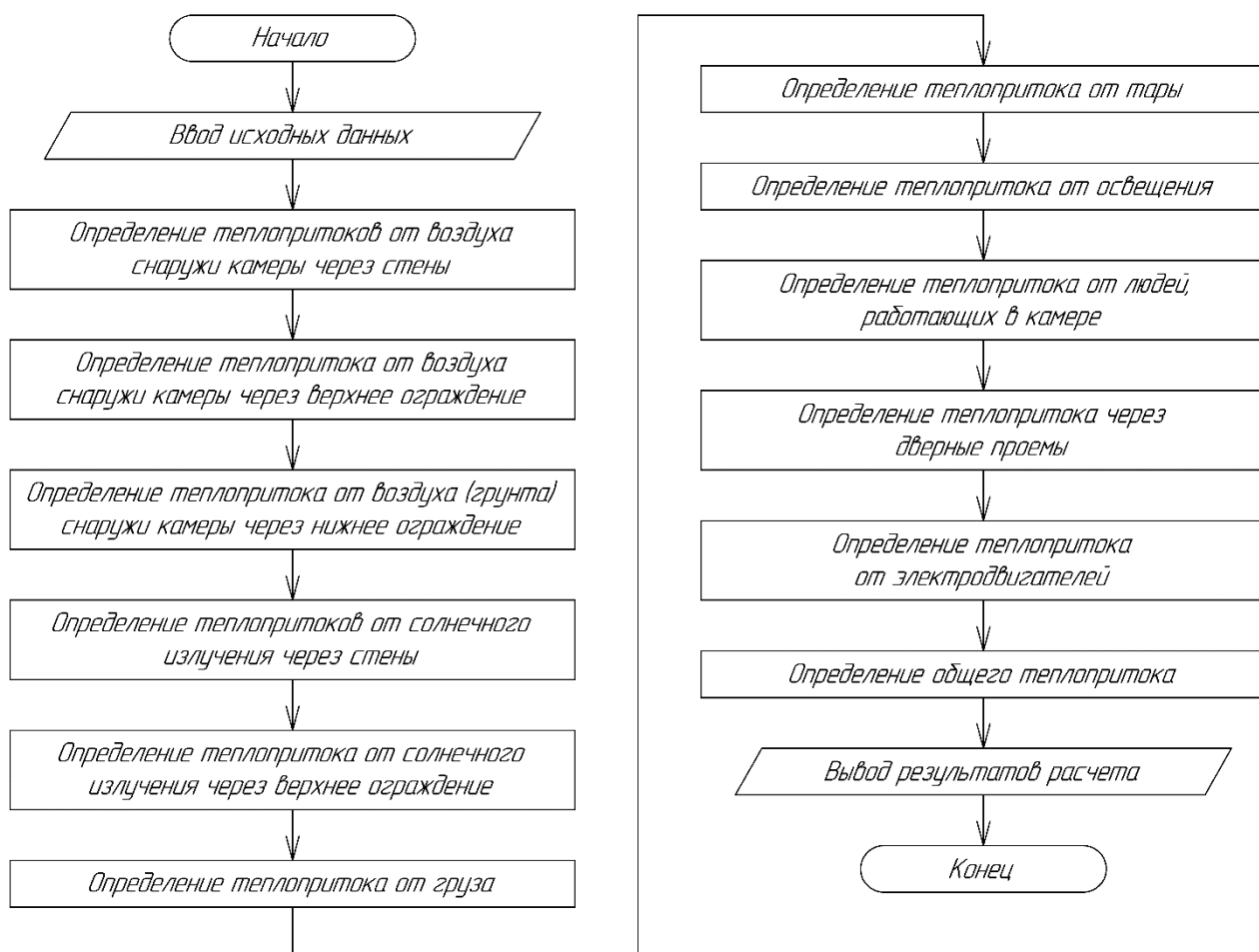


Рис. 1. Алгоритм расчета теплопритоков

Программа последовательно запрашивает исходные данные для всех ограждений холодильной камеры:

- верхнее горизонтальное ограждение (потолок);
- нижнее горизонтальное ограждение

(пол);

- 1-я продольная стена;
- 2-я продольная стена;
- 1-я торцевая стена;
- 2-я торцевая стена.

Таблица 1 Значения исходных данных для некоторых городов РФ

Город	Максимальная температура, °С/К		Избыточная разность температур, °С (К)*								
			крыша	наружная стена с ориентацией							
	воздух	грунт		с	св	в	юв	ю	юз	з	сз
Астрахань	37/310	18/291	9,8	2,4	3,9	5,4	5,4	4,5	5,3	4,8	3,9
Воронеж	35/308	15/288	9,7	2,5	3,9	5,5	5,7	5,0	5,7	5,5	3,9
Магадан	23/296	11/284	9,3	2,6	3,8	5,6	6,3	6,0	6,3	5,7	4,0
Мурманск	26/299	12/285	8,7	3,3	4,3	6,1	6,8	6,8	6,8	6,1	4,3

Город	Максимальная температура, °C/K		Избыточная разность температур, °C (K)*								
			крыша	наружная стена с ориентацией							
	воздух	грунт		с	св	в	юв	ю	юз	з	сз
Сочи	34/307	17/290	9,9	2,4	3,9	5,3	5,2	4,1	5,1	4,3	3,9

*данные указаны для умеренно отражающих поверхностей

Под продольными стенами подразумеваются те, которые соответствуют длинной стороне помещения, под торцевыми – те, которые соответствуют его короткой стороне. Если здание имеет в плане квадратную форму (длины всех четырех сторон равны), не имеет значения, какие стены принимать за продольные, какие – за торцевые.

Для каждого ограждения, кроме пола, пользователь указывает его расположение в здании (внутреннее или внешнее), и задает значение коэффициента теплопередачи k_i . Если ограждение определено, как внутреннее, для него так же запрашивается значение температуры воздуха T_i в смежном помещении, которое затем подставляется в расчетную формулу (1-3). Для внешнего ограждения за T_i принимается наибольшая температура воздуха, соответствующая климатическим условиям города, выбранного из базы данных.

Под нижним горизонтальным ограждением может находиться грунт или другое помещение. Потому программа предлагает пользователю выбрать тип данного ограждения (пол на грунтовом основании или межэтажное перекрытие). Если выбрано перекрытие – запрашивается температура воздуха в помещении, расположенном ниже, затем подставляется в формулу 1, как T_i . Если выбран пол на грунтовом основании – в формулу подставляется максимальная температура грунта для данного города.

Для внешних ограждений

предусмотрен расчет теплопритоков от солнечной радиации, в котором задействована величина ΔT – избыточная разность температур. Если верхнее горизонтальное ограждение указано, как внешнее, то в расчетную формулу 4 подставляется значение ΔT , соответствующее кровле здания для данного города.

Для вертикального внешнего ограждения, дополнительно запрашивается сторона горизонта, которой соответствует его наружная поверхность. В формулу (5-6) будет подставлено значение ΔT для данного города и указанной стороны горизонта.

Стороны здания, в котором размещен холодильник, могут в точности не совпадать с основными или промежуточными сторонами света. Тогда, из двух ближайших сторон, выбирается та, которой соответствует большее значение избыточной разности температур. Например, если наружная стена холодильника обращена в сторону, находящуюся между северным и северо-восточным направлениями, пользователь выбирает северо-восточное направление, т.к. величина ΔT для него больше, чем для северного.

Если вертикальное или верхнее горизонтальное ограждение указано, как внутреннее (стена или перегородка внутри здания, межэтажное перекрытие), то теплоприток от солнечной радиации для него не рассчитывается.

Характеристики продуктов (значения удельных энтальпий i для разных

температур) и упаковочной тары (отношение ее массы к массе продукта e , удельная

теплоемкость c_T) так же занесены в базу данных (таблицы 2 и 3).

Таблица 2 Значения исходных данных для некоторых молочных продуктов

Наименование продукта	Удельная энтальпия, Дж/кг, при температуре (°C)					
	-12	-5	0	+5	+12	+25
Молоко цельное	25	70	318	351	367	418
Масло сливочное	18	41	95	109	140	204
Сметана	–	–	0	17	45	96
Творог	41	86	299	317	344	387
Сыр	–	6	20	34	53	90

Таблица 3 Характеристики упаковочной тары из различных материалов

Материал изготовления	Отношение массы тары к массе продукта	Удельная теплоемкость, Дж/(кг×К)
Дерево	0,2	2500
Картон	0,1	1450
Металл	0,15	460
Стекло	0,75	835
Пластик	0,1	1350

Пользователь вводит вид продукта и материал тары, в которой он содержится.

Программа подставляет в формулу 7 удельную энтальпию i_1 , соответствующую температуре продукта перед хранением T_1 , и удельную энтальпию i_2 , соответствующую температуре хранения данного продукта T_2 (температуре внутри холодильника T^B).

Величины e и c_T также подставляются в расчет, согласно выбранному виду тары.

Удельный теплоприток W через

дверной проем выбирается из базы данных с учетом высоты h и площади холодильного помещения (таблица 4). Площадь помещения определяется произведением его длины a на ширину b .

Если вентиляторы в холодильной камере не используются, пользователь вводит нулевое значение числа электродвигателей n_z . В этом случае программа не запрашивает значение мощности электродвигателя N .

Таблица 4 Значения удельных теплопритоков через дверные проемы при различной высоте и площади холодильного помещения

Высота помещения, м	Удельные теплопритоки, Вт/м ² , при площади помещения (м ²)		
	до 50	50...150	более 150
3	15	8	6
4,5	23	12	9
6	29	15	12

В процессе расчета определяются следующие теплопритоки:

– от воздуха (грунта) через все

ограждения: формулы 1-3;

– от солнечного излучения через все внешние ограждения: формулы 4-6;

- от поступающих в холодильник товаров: формула 7;
- от упаковочной тары: формула 8;
- от осветительных приборов: формула 9;
- от рабочего персонала: формула 10;
- через открытые двери: формула 11;
- от электродвигателей (при их наличии): формула 12;
- общий теплоприток: формула 13.

После завершения расчета выводится его результат (общий теплоприток).

Информация об авторах

Акименко Андрей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (394087, Россия, г. Воронеж, ул. Докучаева, 10), тел.: 8-920-421-9317, e-mail: akime77@mail.ru

Аникеев Евгений Александрович – кандидат технических наук, зав. кафедрой компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (394087, Россия, г. Воронеж, ул. Докучаева, 10), тел.: 8-915-582-9248, e-mail: eanikeev@gmail.com

Занин Иван Николаевич – преподаватель кафедры компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (394087, Россия, г. Воронеж, ул. Докучаева, 10), тел.: 8-951-858-8457, e-mail: zanin_in@mail.ru

Библиографический список

1. Акименко А.В. Алгоритм расчета теплопритоков холодильника / Акименко А.В., Аникеев Е.А., Медведев Р.Ю. // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 7-15.
2. Гажур А.А. Теплотехника. Теплопередача и термодинамика / Гажур А.А. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 312 с.
3. Носиков А.А. Холодильная техника и технологии: учеб. пособие / Носиков А.А., Носикова В.В. – Минск: РИПО, 2021. – 203 с.

Information about the author

Andrey V. Akimenko - candidate of technical Sciences, associate Professor of the Computer technology and microelectronic engineering department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov (10, Dokuchaev str., Voronezh, 394087, Russia), ph.: 8-920-421-9317, e-mail: akime77@mail.ru

Evgeniy A. Anikeev - candidate of technical Sciences, head of the Computer technology and microelectronic engineering department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov (10, Dokuchaev str., Voronezh, 394087, Russia), ph.: 8-915-582-9248, e-mail: eanikeev@gmail.com

Ivan N. Zanin - teacher of the Computer technology and microelectronic engineering department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov (10, Dokuchaev str., Voronezh, 394087, Russia), ph.: 8-951-858-8457, e-mail: zanin_in@mail.ru

УДК 004.4

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ДОПОЛНЕНИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «CADLIB МОДЕЛЬ И АРХИВ»

И. Г. Пташкин¹

¹ *Воронежский государственный технический университет*

Аннотация: В работе рассматриваются особенности расширения функциональности информационной системы «CADLib Модель и Архив» за счет разработки плагина для управления коллизиями объектов при 3D моделировании. Рассматриваются архитектурные аспекты интеграции плагина в систему, особенности взаимодействия с API и базой данных, а также процедуры развертывания расширения в корпоративной среде.

Ключевые слова: CADLib, BIM, плагин, визуализация, коллизии, дерево групп, экспорт, SQL-запрос

SOME ASPECTS OF DEVELOPING EXTENSIONS FOR THE INFORMATION SYSTEM “CADLIB MODEL AND ARCHIVE”

I. G. Ptashkin¹

¹ *Voronezh state technical University*

Abstract: The paper discusses the features of extending the functionality of the CADLib Model and Archive information system by developing a plugin for managing object collisions in 3D modeling. It considers the architectural aspects of integrating the plugin into the system, the specific interaction with the API and database, and the procedures for deploying the extension in a corporate environment.

Keywords: CADLib, BIM, plugin, visualization, collisions, group tree, export, SQL query

Современное архитектурное и промышленное проектирование сопровождается большим числом проектных решений, выполняемых в среде информационного моделирования. При объединении моделей от разных участников нередко возникают пространственные, логические и геометрические конфликты – коллизии, подлежащие выявлению и разрешению. Своевременное обнаружение и системное ведение таких конфликтов важны как на стадии проектирования, так и в процессе строительного контроля.

Система Model Studio CS представляет собой отечественную многокомпонентную САПР-систему, предназначенную для хранения, отображения и анализа трехмерных моделей, получившую широкое распространение на территории Российской Федерации. Одним из компонентов данной системы является информационная система CADLib Модель и архив (далее по

тексту – CADLib). Данная система успешно внедряется для проектирования ряда объектов промышленного и гражданского строительства наряду с иными решениями, ориентированными на импортозамещение. Однако базовый функционал CADLib, касающийся коллизий, носит вспомогательный характер – набора доступных действий недостаточно для аналитической работы BIM-координатора на этапе проектирования сложных объектов. В частности, отсутствует возможность группировки коллизий, их массового редактирования, визуального участия в разрешении конфликтов объектов, а также формирования отчетной документации.

С этой целью было разработано специальное расширение – плагин к CADLib, реализующий интерфейс ICADLibPlugin и регистрируемый системой через точку входа [1] (рисунок 1).

```
using CADLib;
Пташкин Иван Григорьевич | Автор: 1, изменение: 1
public class CADLibPluginEntryPoint
{
    Пташкин Иван Григорьевич | Автор: 1, изменение: 1
    public CADLibPluginEntryPoint() { }
    Пташкин Иван Григорьевич | Автор: 1, изменение: 1
    public static ICADLibPlugin RegisterPlugin(PluginsManager manager)
    {
        MainMenuEntryPlugin form = MainMenuEntryPlugin.GetInstance(manager);
        return form;
    }
}
```

Рис. 1. Регистрация разработанной библиотеки в ИС

Плагин формирует пользовательскую форму, в которую интегрированы отображение и навигация по всем зарегистрированным в модели коллизиям. Шаблон наименований при генерации файла для проверки на коллизии использован

следующий: «Проект1-Комплект1 / Проект2-Комплект2 НомерКоллизии». Для организации прозрачно читаемой структуры коллизий применяется дерево видов (компонент TreeView), где на верхнем уровне располагаются логические группы,

извлеченные из наименований, т.е., группы «верхнего» уровня имеют формат «Проект1-Комплект1». Эти группы формируются автоматически по правилу обрезки цифровых и вспомогательных символов, выявляя основной логический контекст. Подгруппы выделяются по вложенному принципу: «Проект1-Комплект1 / Проект2-Комплект2». Сформированная пользовательская форма представлена на рисунке 2

(часть информации, признанная чувствительной, уничтожена). Все элементы управления, представленные на форме, имеют подсказки, что облегчает взаимодействие пользователя с плагином. В элементах управления плагина использованы пиктограммы, схожие с пиктограммами формы работы с коллизиями ИС CadLib.

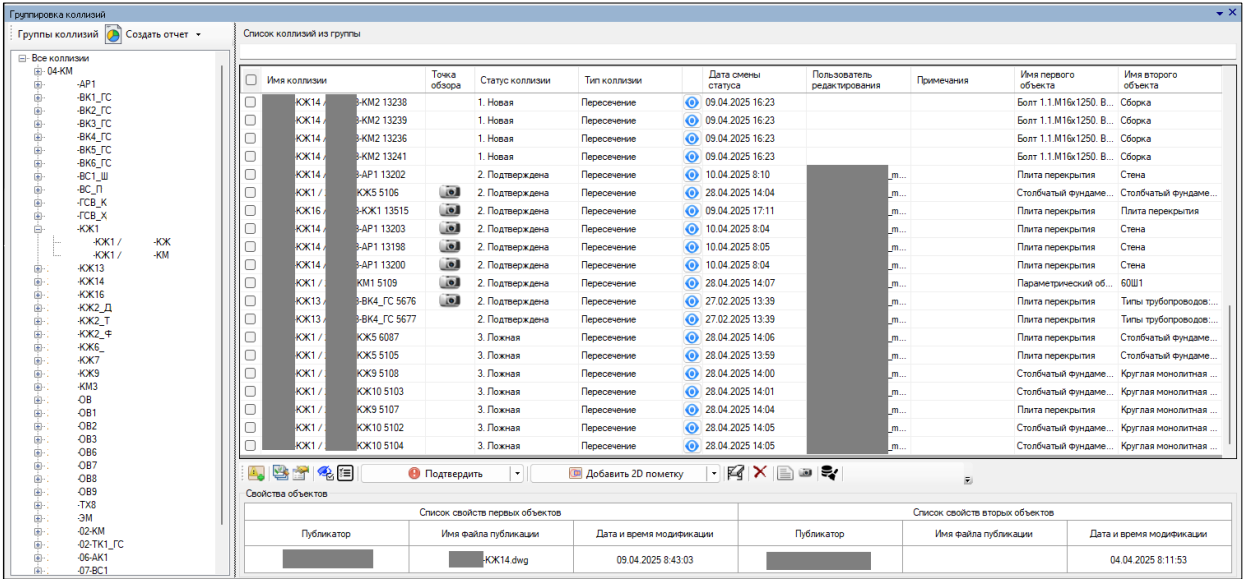


Рис. 2. Пользовательский интерфейс главной формы плагина

Табличная часть интерфейса выполнена на базе компонента DataGridView с программным заданием столбцов различного типа: текст, графика, булевы поля, кнопки. Реализована функция массового выделения. В связи с отсутствием у объекта коллизии некоторых технических и информационных данных (требуемых BIM-координатору в интерфейсе без перехода к свойствам объекта), а также медленным получением данных из ИС, разработан комплексный SQL-запрос со сверткой через PIVOT. Для составления данного запроса, произведен анализ таблиц рабочей базы данных и выделены значения, требуемые для отображения и (или) обработки. Запрос

представлен в виде чистого текста, включающего обращение к таблицам ObjectsShadow, Parameters_STR, Files и пр., с фильтрацией по кодам параметров и категориям (примечание: категория объекта 2 – коллизия). Запрос выполняется при каждой смене рабочей БД пользователем информационной системы или при изменении набора коллизий (например, после новой проверки на коллизии) посредством подписки на соответствующие события главной формы приложения CADLib. Формирование запроса осуществляется посредством вызова метода GetCollisionInfoQuery (представленного на рис.) и передачи в него соответствующих параметров в коде

программы.

```
public static string GetCollisionInfoQuery(string colParam = "")
{
    return "SELECT " +
        " oshIdObject , oshName AS oshName, oshUID AS oshUID, oshIsDeleted AS oshIsDeleted, oshCreatedDate" +
        " (Select fls.Data From [dbo].[Files] fls Inner join [dbo].[ObjectFiles] ofls ON ofls.idFile = fls.idFile WHERE" +
        " (Select oshp.idObject From [ObjectsShadow] oshp WHERE oshp.UID = [1388]) AS o1Id, " +
        " (Select oshp.idObject From [ObjectsShadow] oshp WHERE oshp.UID = [1389]) AS o2Id," +
        /* Часть полей скрыта */
        " (Select pdefp.Value From [ObjectsShadow] oshp inner join [Parameters_STR] pdefp on oshp.[idObject] = pdefp." +
        " FROM ( " +
        " SELECT " +
        " osh.[idObject] oshIdObject , osh.[Name] oshName , osh.[ModifiedDate] oshCreatedDate , osh.[UID] oshUID" +
        " , osh.[IsDeleted] oshIsDeleted , pstr.Value Valuesss , pstr.idParamDef idpdf" +
        " FROM [dbo].[ObjectsShadow] osh Inner join [dbo].[Parameters_STR] pstr ON osh.idObject = pstr.idObject" +
        " Where osh.idObjectCategory = 2 " +
        " AND osh.IsDeleted is null " + colParam +
        " ) AS p " +
        " PIVOT " +
        " ( Max(p.Valuesss)" +
        " FOR p.idpdf IN( [1203], [1204], [1384], [1388], [1389], [2153], [7780], [7784], [7785], [7786]," +
        /* Часть полей скрыта */
        " [11625] )" +
        " ) AS pvt" +
        " Order by pvt.[7784] ;";
}
```

Рис. 3. Запрос коллизий и дополнительной информации из БД

Такой подход был продиктован ограниченностью открытого интерфейса CADLib API, поэтому значительная часть информации получалась обходным способом – через прямые запросы к реляционной базе данных, строка подключения к которой, в свою очередь, извлекалась из внутренних структур самого CADLib.

Формирование взаимодействия с моделью происходило с помощью встроенного компонента Viewer3DCtrl. Подсветка, фокусировка, навигация и выбор объектов реализованы посредством методов SetSelectedObjects, HighlightItem, AddSpecialSelectedShapes и пр. Особенностью являлось то, что эти методы порой документированы недостаточно, и работа с ними велась эмпирически с привлечением инструмента IntelliSense в среде разработки Visual Studio, что позволило выявить правильные способы вызова при разных сценариях – например, добавление прозрачной геометрии, установка цвета выделения, выбор объекта с или без фокусировки на нем и т.д.

Каждая коллизия в системе представляется как структурированный объект с полем oshIdObject, двумя связанными

объектами (pstrCObject1 и pstrCObject2), точками пересечения в пространстве (pstrCPoint1, pstrCPoint2), статусом (pstrCStatus) и различной сопровождающей информацией. Один из элементов интерфейса включает в себя кнопку просмотра вектора, где при клике активируется подсветка трех объектов в разных цветах (основной, первый, второй), а камера перемещается на коллизию, выделяя ее в текущем контексте. При массовом выделении коллизий, они все выбираются в модели, подсвечиваются соответствующими цветами, производится расчет вектора для удобного просмотра группы объектов.

Кроме структурирования данных и взаимодействия с моделью, расширение позволяет выполнять массовые операции: смену статуса (Новая, Ложная, Подтверждена, Исправлена), присвоение комментария, а также добавление визуальных представлений – 2D-пометок (DrawingTag2d), точек обзора (CameraTrigger), выносок (TagComment). Отмеченные коллизии могут быть списком добавлены в файл отчета, который создается в формате Excel. При генерации документа применяется библиотека EPPlus [2], формирующая таблицу с

визуальными элементами, текстовыми описаниями и встроенными изображениями, а также исключая необходимость наличия ПО Microsoft Office на целевом компьютере пользователя.

Каждый отчет может быть разбит по группам, либо сохранен в единый документ. Включена настройка фильтрации, автоматического исключения коллизий с определенными статусами, сортировки по дате и т.д. Отчет может быть полезен в ситуациях, когда модели приняты на согласование от подрядчиков, не имеющих доступ к информационной системе.

С целью автоматизации развертывания модуля в корпоративной среде, и в связи с отсутствием у CADLib файлов подключения дополнений в директориях, доступных для редактирования пользователям, не имеющим учетную запись «Администратор», реализован сценарий автоматической записи в файл `plugins.xml` при установке. За данную операцию отвечает специальный установочный класс, выполняющий парсинг системного реестра операционной системы и WMI-запросы для поиска каталога установки ИС CADLib и добавление ссылки на установочный каталог `dll`-файла плагина. Развертывание плагина осуществляется посредством установки собранного MSI-дистрибутива, что позволяет заказчику минимизировать трудозатраты по внедрению.

Таким образом, разработанное

расширение выступает в качестве естественного модуля экосистемы Model Studio CS, интегрируется в стандартный интерфейс информационной системы, полностью выполняет задачи, сопоставимые со средствами, применяемыми в зарубежных BIM-решениях, обеспечивает повышение производительности BIM-координации. В условиях повышения требований к цифровому взаимодействию между участниками строительства и стремительного роста доли информационного моделирования, подобные инструменты становятся неотъемлемыми и востребованными. Актуальность разработки определяется не только техническими требованиями, но и стратегическим вектором на отказ от зарубежного ПО в пользу отечественных решений в области САПР.

Библиографический список

1. CADLib API: материалы для разработчика. – М.: АО «СиСофт Разработка», 2020
2. EPPlus Developer Guide: [Электронный ресурс] // EPPlus Software AB. URL: <https://epplussoftware.com/docs/6.1/api/index.html> (Дата обращения: 19.05.2025)
3. Руководство пользователя Model Studio CS: [Электронный ресурс]. – М.: АО «СиСофт Девелопмент», 2024. URL: https://modelstudiocs.ru/assets/files/download/ms_aec_rp.pdf (Дата обращения: 19.05.2025).

Информация об авторах

Пташкин Иван Григорьевич – студент кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84), e-mail: vanya63000000@gmail.com

Information about the author

Ivan G. Ptashkin, – student of the Department of Computer-Based Intelligent Design Technologies, Voronezh State Technical University (84, 20-let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: vanya63000000@gmail.com

УДК 004.4

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ИНДУСТРИИ ТУРИЗМА

Р. О. Бедило¹, Р. С. Зарипова¹¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В условиях стремительного развития туристической отрасли и цифровизации бизнес-процессов, выбор эффективной информационной системы становится ключевым фактором успеха для туристических агентств. Данная статья посвящена сравнительному анализу популярных информационных систем, используемых в туристической индустрии. Актуальность исследования обусловлена необходимостью оптимизации процессов управления туристическими агентствами и повышением их конкурентоспособности на рынке. В результате проведенного анализа были выявлены ключевые характеристики и функциональные возможности различных систем, что позволяет агентствам сделать обоснованный выбор, соответствующий их специфическим потребностям и масштабам деятельности.

Ключевые слова: информационные системы, туристические агентства, сравнительный анализ, управление бронированиями, цифровизация туризма.

ANALYSIS OF INFORMATION SYSTEMS FOR THE TOURISM INDUSTRY

R. O. Bedilo¹, R. S. Zaripova¹¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: With the rapid development of the tourism industry and digitalisation of business processes, the choice of an effective information system becomes a key success factor for travel agencies. This article is devoted to a comparative analysis of popular information systems used in the tourism industry. The relevance of the study is due to the need to optimise the management processes of travel agencies and increase their competitiveness in the market. As a result of the analysis, the key characteristics and functional capabilities of various systems have been identified, which allows agencies to make an informed choice that meets their specific needs and scale of activity.

Keywords: information systems, travel agencies, comparative analysis, reservation management, digitalisation of tourism.

ВВЕДЕНИЕ

Информационные системы играют важную роль в решении множества современных проблем [1], охватывающих различные области, включая туризм. Информационные системы являются неотъемлемой частью современных процессов управления туристическими агентствами, и их значение возрастает в контексте цифровизации туристической отрасли [2]. Они предлагают различные инструменты и функции, которые помогают агентствам управлять бронированиями, клиентской базой, формировать туристические пакеты и оптимизировать все этапы обслуживания клиентов [3].

В последние годы туристические агентства сталкиваются с вызовами, вызванными глобализацией, изменчивостью рыночной среды и ростом конкуренции. В современном мире наблюдается тенденция к сокращению временных и финансовых затрат на управление

туристическими услугами благодаря внедрению передовых информационных технологий [4? 5]. Однако, несмотря на явные преимущества, важно провести сравнительный анализ существующих систем для выявления их сильных и слабых сторон.

Целью данной статьи является проведение углубленного анализа наиболее популярных информационных систем, предназначенных для туристических агентств, с

акцентом на их функциональные возможности, преимущества и недостатки.

Новизна работы заключается в сравнительном анализе различных информационных систем, который позволит выявить лучшие практики и специфические особенности инструментов, применяемых для управления туристическими агентствами. Такой подход недостаточно освещен в литературе и может быть полезен и интересен.

Объект исследования: информационные системы, используемые для управления туристическими агентствами.

Предмет исследования: функциональные возможности информационных систем, их влияние на процессы управления туристическими агентствами, а также практики применения данных инструментов в туристической сфере. Очевидно, что информационные системы способствуют оптимизации управления, в том числе через автоматизацию процессов, улучшение коммуникации и повышение прозрачности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе проведенного исследования были выявлены следующие популярные информационные системы для туристических агентств:

Tripcart – это облачное решение, не требующее отдельного хостинга. Система предлагает интегрированный конструктор сайтов, управление бронированиями, интеграцию платежных шлюзов, командное сотрудничество, инструменты для увеличения доходов, автоматические email-напоминания, управление ценами и аналитику с отчетностью.

WP Travel Engine – система, работающая на базе WordPress. Предлагает оптимизацию для Core Web Vitals, неограниченное количество туристических пакетов, мощное управление ценообразованием и

систему бронирования. Доступна бесплатная версия, имеется премиум-версия.

Yatra – бесплатный плагин WordPress, позволяющий создавать пакеты путешествий и туров, имеет систему бронирования и подходит для туроператоров и туристических агентств.

WpTravelly – полное решение для бронирования на WordPress. Обеспечивает управление бронированиями, расширение функциональности туристического сайта и комплексное решение для веб-сайта. Стоимость предоставляется по запросу.

ZYTLYN Technologies – облачное решение с ИИ-технологиями. Предлагает прогнозирование спроса на туристические услуги, анализ глобальных данных, постоянно обучающуюся модель машинного обучения и веб-приложение с информацией в реальном времени. Стоимость предоставляется по запросу.

Сравнительный анализ информационных систем

Для более детального сравнения были выбраны три системы: Tripcart, WP Travel Engine и Yatra. Сравнение проводилось по десяти ключевым характеристикам, имеющим важное значение для туристических агентств (табл. 1).

Для визуализации результатов сравнения была построена лепестковая диаграмма (рис. 1), которая наглядно демонстрирует превосходство системы Tripcart по большинству критериев. Данные подтверждают, что программный продукт "Tripcart" является лидером, превосходя "Yatra" и "WP Travel Engine". Tripcart имеет наивысшие оценки по функциональности, технической поддержке и масштабируемости (100 баллов), а также высокие оценки по удобству использования, интеграции и безопасности (80 баллов). Единственный

критерий, где Tripcart уступает другим системам – это стоимость, что является

обычным компромиссом для высококачественных решений.

Таблица 1 Сравнительный анализ систем

№	Список характеристик	Tripcart	WP Travel Engine	Yatra
1	Интерфейс системы удобен и прост	да	да	да
2	Облачное решение	да	нет	нет
3	Интеграция с платежными системами	да	да	да
4	Поддержка многоязычности	да	да	да
5	Управление бронированиями	да	да	да
6	Расширенная аналитика	да	нет	нет
7	Инструменты для увеличения доходов	да	нет	нет
8	Неограниченное количество туров	да	да	да
9	Динамическое ценообразование	да	да	да
10	Календарь доступности	да	да	да

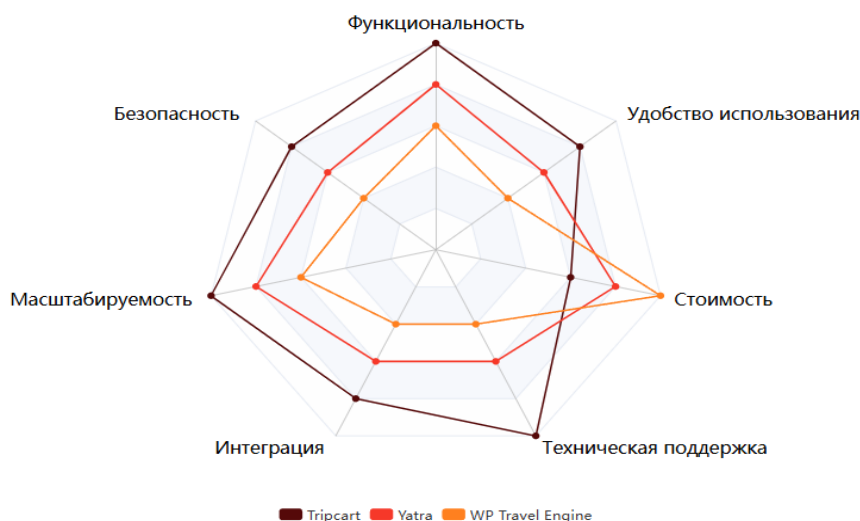


Рис. 1. Лепестковая диаграмма сравнения информационных систем

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Информационные системы оказывают значительное влияние на процессы управления туристическими агентствами. Сравнительный анализ показал, что выбор системы должен основываться на специфике агентства, масштабах его деятельности и особенностях целевой аудитории. Понимание сильных и слабых сторон каждой системы позволит улучшить управление туристическими услугами и адаптировать

рабочие процессы под изменения рыночной среды.

Исследование показало, что наиболее популярные информационные системы предлагают широкий спектр функциональных возможностей, включая управление бронированиями, автоматизацию рабочих процессов, интеграцию с другими инструментами и поддержку командной работы. Однако каждая из них имеет сильные и слабые стороны.

Будущее управления туристическими

агентствами будет неразрывно связано с развитием информационных технологий и систем, что требует постоянного обновления знаний и навыков участников туристического бизнеса. Таким образом, данное исследование стало вкладом в развитие понимания информационных инструментов управления и их роли в современных туристических агентствах.

Библиографический список

1. Емдиханов Р.А., Зарипова Р.С. Применение информационных систем для решения проблем современности // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 70-72.
2. Морозова Н.С., Морозов М.А., Чудновский А.Д., Жукова М.А.

Информационное обеспечение туризма. М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. 288 с.

3. Сметанин П.В., Николаева С.Г. Проектирование и разработка базы данных для туристического агентства // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 4 (30). С. 181-186.

4. Современные информационные технологии в туристической отрасли // Молодой ученый. 2024. №2(502). URL: <https://moluch.ru/archive/502/110265/> (дата обращения: 26.03.2025).

5. Юсупова Р.И., Зарипова Р.С. Подходы к оценке надежности информационных систем // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 659-661.

Информация об авторах

Бедило Ростислав Олегович – студент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51);

Зарипова Римма Солтановна – кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: zarim@rambler.ru.

Information about the author

Rostislav O. Bedilo – student, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia);

Rimma S. Zaripova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia), e-mail: zarim@rambler.ru.

УДК 004.032.26

АНАЛИЗ КЛИЕНТСКОГО ПОВЕДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И СЕГМЕНТАЦИИ ДАННЫХ

С.Д. Арефьева¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматривается методология анализа клиентского поведения с применением методов кластеризации и сегментации данных. Основное внимание уделяется алгоритму К-средних как одному из наиболее популярных подходов к сегментации клиентов. Представлены формальные модели, этапы предварительной обработки данных, результаты кластеризации и интерпретация кластеров. Продемонстрирована практическая значимость сегментации для принятия бизнес-решений.

Ключевые слова: кластеризация, сегментация, клиентское поведение, анализ данных, К-средних, бизнес-аналитика.

ANALYSIS OF CUSTOMER BEHAVIOR USING CLUSTERING AND DATA SEGMENTATION

S.D. Arefyeva¹¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: This paper explores the methodology for analyzing customer behavior using clustering and data segmentation techniques. Emphasis is placed on the K-means algorithm as one of the most popular approaches to customer segmentation. The formal models, data preprocessing stages, clustering results, and interpretation of clusters are described. The practical relevance of segmentation for business decision-making is demonstrated.

Keywords: clustering, segmentation, customer behavior, data analysis, K-means, business analytics.

Сегментация клиентов [1] — это ключевой инструмент в арсенале аналитика для понимания структуры клиентской базы. Она позволяет выявить группы клиентов с похожими характеристиками и адаптировать маркетинговые и продуктовые стратегии под каждую из них [2].

Цель — продемонстрировать применение алгоритма кластеризации К-средних для анализа клиентского поведения и визуализацию полученных сегментов.

Кластеризация (или кластерный анализ) — это метод машинного обучения без учителя, в котором объекты распределяются на группы (кластеры) таким образом, что объекты внутри одного кластера имеют большую схожесть друг с другом, чем с объектами из других кластеров [4].

Пусть задано множество объектов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, каждый из которых описывается вектором признаков $x_i \in R^m$. Цель кластеризации — разбить это множество на k непересекающихся кластеров $C_1, C_2, \dots, C_k$ таких, что [1]

$$\bigcup_{i=1}^k C_i = X, C_i \cap C_j = \emptyset \text{ при } i \neq j.$$

Для оценки близости объектов в пространстве признаков используется мера расстояния. Наиболее распространённая — евклидова метрика [5], представленная в виде

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^j (x_i - y_i)^2}$$

Один из наиболее популярных методов кластеризации — алгоритм К-средних [6] (K-Means). Он принадлежит к классу итеративных эвристических алгоритмов.

Алгоритм К-средних начинается с выбора количества кластеров k , после чего происходит инициализация — случайный выбор k начальных центроидов. Далее каждый объект из выборки назначается к ближайшему центроиду на основе выбранной метрики расстояния. После этого для каждого кластера пересчитывается центр масс, то есть новое среднее значение признаков всех объектов, входящих в кластер. Эти два шага — назначение объектов и пересчёт центров — повторяются итеративно до тех пор, пока центроиды не перестанут изменяться (что свидетельствует о сходимости алгоритма), либо пока не будет достигнуто заранее заданное максимальное количество итераций. Целевая функция потерь представлена в виде

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} \|x - \mu_i\|^2$$

где μ_i — центр i -го кластера, $\|x - \mu_i\|^2$ — квадрат расстояния между точкой и центром. Цель алгоритма — минимизировать внутриклассовую дисперсию.

Анализ клиентского поведения начинается со сбора данных о клиентах, об их

покупках, возрасте, географии и активности. Далее выполняется очистка и нормализация, то есть устранение выбросов и масштабирование признаков. После этого применяется К-средних (сегментация по двум или более признакам). По завершении данных шагов выполняется интерпретация и визуализация кластеров.

На рис. 1 представлен результат применения алгоритма К-средних к синтетическим данным. Было выбрано 4 кластера. В качестве признака 1 был выбран средний чек клиента (средняя сумма, которую клиент тратит за одну покупку), в качестве признака 2 – частота покупок (количество покупок за месяц).

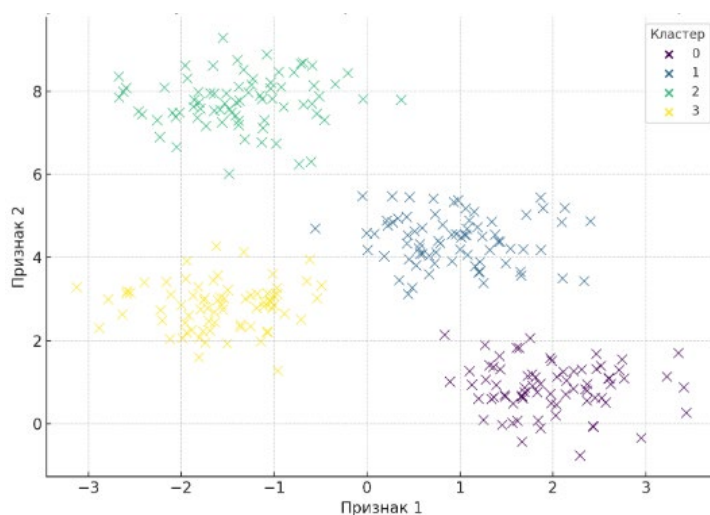


Рис. 1. Результаты кластеризации клиентов методов К-средних

Результаты кластеризации, в которой для каждого из выделенных кластеров указаны средние значения по двум основным признакам, а также дана интерпретация характерного поведения клиентов, входящих в соответствующую группу представлены в таблице 1. Это позволяет провести качественный анализ сегментов и использовать полученные данные для дальнейших бизнес-решений.

Проведённый анализ клиентского поведения с использованием кластеризации позволил сегментировать клиентскую базу на однородные группы, отличающиеся по ключевым признакам. Применение алгоритма К-средних показало свою эффективность в выявлении структурных закономерностей в данных и предоставило наглядную картину различий между типами клиентов.

Таблица 1 Описание кластеров

Кластер	Среднее значение Признак 1	Среднее значение Признак 2	Интерпретация
0	2,5	6,8	Активные пользователи
1	1,2	2,3	Новые клиенты
2	-3,2	7,0	Премиум-клиенты
3	-1,0	3,2	Неактивные клиенты

Результаты кластеризации могут быть практически использованы для разработки персонализированных маркетинговых стратегий для каждого сегмента, повышения лояльности клиентов за счёт адресных предложений, оптимизации ассортимента и ценообразования, прогнозирования поведения различных клиентских групп, более точного распределения ресурсов и планирования продаж.

Таким образом, использование методов кластерного анализа в рамках бизнес-аналитики позволяет принимать обоснованные решения, повышать операционную эффективность и усиливать конкурентные преимущества компании.

Библиографический список

1. Tan P.-N. Introduction to Data Mining / P.-N. Tan, M. Steinbach, A. Karpatne, V. Kumar // Pearson. – 2nd ed. – 2018. – 864 p.

2. Хасты Т. Статистическое обучение: искусство построения моделей из данных / Т. Хасты, Р. Тибширани, Дж. Фридман. – М.: Вильямс, 2017. – 584 с.

3. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning / C.M. Bishop // Springer. – New York. – 2006. – 738 p.

4. Маккинни У. Python и анализ данных. Полное руководство по обработке данных с использованием Pandas, NumPy и IPython / У. Маккинни. – М.: Диалектика, 2018. – 544 с.

5. Kaufman L. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis / L. Kaufman, P.J. Rousseeuw // John Wiley & Sons. – 2009. – 342 p.

6. Журавлёв Ю.И. Методы кластерного анализа / Ю.И. Журавлёв, И.Б. Мочалов, М.Б. Юнусов. – М.: Физматлит, 2006. – 384 с.

Информация об авторах

Арефьева София Денисовна – студент 4 курса направления информатика и вычислительная техника, профиль – технологии разработки программного обеспечения, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: sofia12012004@mail.ru

Information about the author

Sofiya D. Arefyeva – 4th year student of Computer Science and Computer Engineering, profile – software development technologies, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: khrrm@mail.ru

УДК 004.738.5:78.01

АНАЛИЗ ОНЛАЙН ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПРОСЛУШИВАНИЯ МУЗЫКИ

А. Д. Рахимова¹, Р. С. Зарипова¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: Данная статья посвящена сравнительному анализу популярных онлайн платформ для прослушивания музыки с акцентом на их ключевые характеристики, включая наличие дополнительных функций и бесплатной версии, а также интеграцию с социальными сетями. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью выбора оптимального сервиса, который соответствует индивидуальным предпочтениям пользователей и предлагает наиболее эффективные функциональные возможности. Сравнительный анализ показал, что выбор сервиса должен основываться на специфике потребностей пользователя, таких как доступ к видео-контенту, офлайн-прослушивание или рекомендации. В результате исследования было выявлено, что, несмотря на разнообразие платформ, каждая из них обладает уникальными преимуществами, что позволяет пользователям выбирать наиболее подходящий инструмент в зависимости от своих требований и предпочтений.

Ключевые слова: музыкальный стриминг, онлайн платформы, прослушивание музыки, музыкальные стриминговые сервисы, сравнительный анализ, функциональные возможности, персонализация.

ANALYSING ONLINE MUSIC LISTENING PLATFORMS

A. D. Rakhimova¹, R. S. Zaripova¹¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: This article is devoted to a comparative analysis of popular online music listening platforms with a focus on their key characteristics, including the availability of additional features and free version, as well as integration with social networks. The relevance of this topic is due to the need to choose the optimal service that meets the individual preferences of users and offers the most effective functionality. The comparative analysis showed that the choice of service should be based on the specific needs of the user, such as access to video content, offline listening or recommendations. The study revealed that despite the variety of platforms, each of them has unique advantages, which allows users to choose the most appropriate tool depending on their requirements and preferences.

Keywords: muzykalny streaming, online platform, proslushivaniye music, muzykalnye strimingaceae services, sravnitelny analysis, functionally vozmozhnosti, personalization

ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительного цифрового преобразования общества онлайн платформы для прослушивания музыки играют ключевую роль в удовлетворении культурных и развлекательных потребностей пользователей [1]. Цифровые платформы предоставляют уникальные инструменты для доступа к обширным музыкальным библиотекам, персонализации контента и удобного взаимодействия с аудиоматериалами.

Современные музыкальные стриминговые сервисы предоставляют пользователям доступ к обширным библиотекам аудио- и видеоконтента, а также предлагают дополнительные функции, такие как создание плейлистов, рекомендации и офлайн-режим. Однако каждый сервис имеет свои особенности, которые могут быть критичны для разных категорий пользователей [2].

Цель данной работы: провести сравнительный анализ популярных платформ и выявить их сильные и слабые стороны.

Новизна работы заключается в проведении сравнительного анализа современных музыкальных онлайн платформ с использованием авторской методики оценки,

включающей как технические, так и пользовательские параметры.

Объект исследования: музыкальные онлайн платформы (Яндекс Музыка, VK Музыка, YouTube Music, Apple Music, Spotify) как цифровые платформы для распространения и потребления музыкального контента.

Предмет исследования: функциональные возможности, бизнес-модели и пользовательские характеристики ведущих музыкальных стриминговых сервисов.

Актуальность исследования обусловлена стремительным развитием музыкального стриминга, необходимостью системного анализа функциональных возможностей популярных сервисов и отсутствием комплексных исследований по данной теме для российского рынка.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор оптимального музыкального стримингового сервиса может существенно повлиять на пользовательский опыт, обеспечивая удобный доступ к контенту, персонализацию рекомендаций и эффективное управление медиатекой. Требования и возможности пяти ведущих платформ представлен в таблице 1 [3, 4].

Таблица 1 Программные продукты из предметной области и их возможности

Название продукта	Требования к системе	Возможности
Яндекс Музыка	Интернет-соединение, устройство с поддержкой приложения	Прослушивание музыки, создание плейлистов, рекомендации
VK Музыка	Интернет-соединение, устройство с поддержкой приложения	Прослушивание музыки, создание плейлистов, интеграция с социальной сетью
YouTube Music	Интернет-соединение, устройство с поддержкой приложения	Прослушивание музыки, видео, создание плейлистов, офлайн-режим
Apple Music	Устройство Apple или Android, интернет-соединение	Прослушивание музыки, создание плейлистов, интеграция с экосистемой Apple
Spotify	Интернет-соединение, устройство с поддержкой приложения	Прослушивание музыки, создание плейлистов, рекомендации, офлайн-режим

Проведенный анализ ведущих музыкальных стриминговых сервисов выявил ряд ключевых факторов, влияющих на выбор оптимального решения. Все рассмотренные платформы предоставляют собой современные цифровые экосистемы для доступа к музыкальному контенту.

Выберем из вышеперечисленных стриминговых сервисов наиболее отличающиеся по своему функционалу и сравним их возможности (табл. 2).

Анализ показал, что современные стриминговые решения развиваются по

пути глубокой персонализации, предлагая пользователям не просто доступ к обширным музыкальным коллекциям, но и интеллектуальные системы рекомендаций, учитывающие тонкие нюансы слушательских предпочтений. При этом ключевое конкурентное преимущество ведущих платформ заключается в их способности создавать уникальную цифровую среду, органично сочетающую музыкальный контент с дополнительными медиаформами и социальными функциями.

Таблица 2 Сравнение онлайн платформ для прослушивания музыки

Список характеристик	Яндекс Музыка	VK Музыка	YouTube Music
Наличие бесплатной версии	Да	Да	Да
Офлайн-режим	Да	Да	Да
Интеграция с соц. сетями	Нет	Да	Нет
Рекомендации по музыке	Да	Да	Да
Наличие видео-контента	Нет	Нет	Да

Таким образом, выбор музыкального стримингового сервиса должен основываться на тщательном анализе потребностей пользователя, предпочитаемых функций, бюджета и доступного контента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый сравнительный анализ музыкальных онлайн платформ демонстрирует их ключевую роль в современной цифровой экосистеме. Исследование подтвердило, что каждая платформа формирует уникальное ценностное предложение: от персонализированных рекомендаций Яндекс Музыки до социальной интеграции VK Музыки и видеоконтента YouTube Music.

Исследование показало, что российские платформы (Яндекс Музыка, VK Музыка) успешно конкурируют с глобальными аналогами за счет адаптации к локальным особенностям рынка, включая ценовую политику и контентную стратегию.

Таким образом, проведенный анализ предоставляет ценную информацию для пользователей при выборе оптимального сервиса, а также выявляет ключевые тенденции развития цифровой музыкальной индустрии.

Информация об авторах

Рахимова Алиса Дамировна – студент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51);

Зарипова Римма Солтановна – кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: zarim@rambler.ru.

Библиографический список

1. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Рочева Я.О. Влияние экологических и культурных условий на уровень жизни людей // Эффективные системы менеджмента: стабильное качество в нестабильных условиях: материалы X юбилейного Международного научно-практического форума. Казань, 2023. С. 187-189.

2. Донсков Д.Е., Зарипова Р.С. Анализ музыкальных стриминговых сервисов // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования. Материалы международной научно-практической конференции. Казань, 2025. С. 2504-2506.

3. Обзоры и статьи. Музыкальные стриминги: от популярных до аудиофильских [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pult.ru/articles/interesting/muzykalnye-strimingi/> (дата обращения: 26.03.2025).

4. Сравнение всех актуальных музыкальных сервисов в России: какой выбрать [Электронный ресурс]. URL: <https://restore.ru/blog/sravneniya/music-services-in-russia/> (дата обращения: 26.03.2025).

Information about the author

Alisa D. Rakhimova – student, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia);

Rimma S. Zaripova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia), e-mail: zarim@rambler.ru.

УДК 517.98

СОЗДАНИЕ КРОССПЛАТФОРМЕННОЙ ИГРЫ В ROBLOX

А.Х. Сафиуллина¹, Р.М. Хуснутдинов¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматривается процесс разработки одиночной кроссплатформенной игры в среде Roblox Studio. Описаны этапы проектирования, архитектура игрового процесса, применение визуальных и звуковых эффектов, реализация искусственного интеллекта врага, а также пользовательского интерфейса. Рассматриваются особенности проектирования интро и аутро сцен, сценарии взаимодействия игрока с элементами игрового мира, и приводится оценка достигнутых результатов.

Ключевые слова: Roblox Studio, игровая механика, кроссплатформенность, скрипты Lua, одиночная игра, визуальные эффекты, пользовательский интерфейс.

DEVELOPMENT OF A CROSS-PLATFORM GAME IN ROBLOX

A.K. Safiullina¹, R.M. Khusnutdinoff¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: This article presents the development process of a single-player cross-platform game created in Roblox Studio. The paper describes the game design stages, gameplay architecture, use of visual and sound effects, implementation of enemy AI, and user interface development. The article highlights intro and outro scene design, player interaction logic, and summarizes performance outcomes.

Keywords: Roblox Studio, game mechanics, cross-platform, Lua scripting, single-player game, visual effects, user interface.

Современные платформы для разработки игр позволяют создавать кроссплатформенные продукты с высокой степенью интерактивности. Roblox Studio – один из таких инструментов, предоставляющий широкие возможности для визуального проектирования, сценарного программирования и организации пользовательского опыта. Актуальность работы заключается в разработке одиночной обучающей игры с элементами интерактивного взаимодействия, ориентированной на платформу Roblox как доступную среду для реализации проектов в области программной инженерии.

АРХИТЕКТУРА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Игра "EscapeLab" реализована в жанре научной фантастики с элементами головоломки и хоррора. Основные компоненты архитектуры:

- система интро и аутро;
- сценарии взаимодействия с объектами (кристаллы, двери, записки);
- AI-противник (монстр);
- триггеры, условия победы и

завершения игры;

- визуальные и звуковые эффекты (мерцание, скримеры, музыка);
- интерфейс игрока (титры, кнопки, инструкции).

РЕАЛИЗАЦИЯ КЛЮЧЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ

Интерактивные объекты Каждый кристалл реализован как отдельная сущность, помещаемая в инвентарь игрока, а затем вставляемая в кейсы. Проверка осуществляется через серверный скрипт. После вставки всех кристаллов активируется финальная сцена.

Искусственный интеллект врага Монстр реагирует на местоположение игрока, телепортируется рядом с ним и запускает серию визуальных эффектов, после чего начинает преследование. Если игрок не избегает столкновения, игра завершается.

Визуальные и аудиовизуальные эффекты. Для усиления атмосферы используются мерцания, затемнения, скримеры, shake-камера и звуковое сопровождение. Эти элементы активируются в момент

появления монстра или при прохождении ключевых сцен.

Таблица 1 Основные модули архитектуры игры EscapeLab

Модуль	Назначение
Интро и аутро	Сценарии начала и завершения, блокировка управления
Игровая логика	Сбор кристаллов, открытие двери, телепортация
Искусственный интеллект	Преследование игрока, атака, внезапное появление
UI/UX	Кнопки, заголовки, титры, визуальные уведомления

Пользовательский интерфейс GUI включает экран интро с кнопкой PLAY, инструкции, а также итоговый экран с титрами, кнопками "начать заново" и "выйти". Все элементы оформлены в едином стиле с использованием шрифта Arcade и кислотно-зелёного цвета для заголовков.

Таблица 2 Логика взаимодействий игрока

Действие игрока	Событие в игре
Подбор кристалла	Кристалл добавляется в инвентарь
Вставка кристалла в кейс	Проверка условия победы
Приближение монстра	Активация визуального эффекта и атака

ТЕСТИРОВАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Игра была протестирована в Roblox Player. Зафиксированы следующие показатели:

- стабильная частота кадров (FPS > 40);
- корректная работа монстра в условиях задержки сети;
- синхронная работа скриптов интро и аутро;
- соответствие UI-элементов дизайну.



Рис. 1. Логика прохождения игры

Таблица 3 Логика взаимодействий игрока

Критерий	Результат
Частота кадров	40+ FPS на большинстве устройств
Работа AI	Корректно реагирует на игрока
UI/UX	Элементы отображаются синхронно

ВЫВОДЫ

Разработка одиночной игры в Roblox Studio позволяет освоить принципы проектирования, сценарного программирования и работы с кроссплатформенной логикой. Проект "EscapeLab" может использоваться как учебный пример. В перспективе возможна реализация многопользовательского режима и расширение сценариев взаимодействия.

Библиографический список

1. Volkov V.I. Interactive Systems: Design and Development. — Moscow: Forum, 2021. — 416 p.
2. Blinov A.A. Practice of Cross-Platform Game Development. — St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2021. — 208 p.
3. Safonov A.Yu. UI/UX Design in Games. — Moscow: Reiting, 2022. — 196 p.

4. Lua.org. Official Lua Documentation [Electronic resource]. — URL: <https://www.lua.org/manual/5.4/manual.html> (accessed: 01.04.2025).

5. UX Planet. Principles of Interface

Design [Electronic resource]. — URL: <https://uxplanet.org> (accessed: 10.05.2025).

Fullerton T. Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games. — CRC Press, 2019. — 536 p.

Информация об авторах

Сафиуллина Алина Халимовна — студентка кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» по направлению «Технологии разработки программного обеспечения», ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д.51), e-mail: safiyllik.alinka@icloud.com

Хуснутдинов Рамиль Миннегазович — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» в ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д.51), e-mail: khrm@mail.ru

Information about the author

Safiullina Alina Khalimovna — student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: safiyllik.alinka@icloud.com

Khusnutdinoff Ramil Minnegayazovich — Ph. D. in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems at Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: khrm@mail.ru

УДК 004

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ АНИМАЦИИ: ТЕНДЕНЦИИ И АНАЛИЗ

А.Р. Гимаева¹, Р.С. Зарипова¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: Цифровые технологии создали новую ветвь развития многих направлений сфер общества и открыли новые возможности. Интерактивные приложения, как часть цифровых технологий, повлияли на развитие разных способов обучения различным профессиональным навыкам у людей. Целью данной статьи является рассмотрение и проведение анализа интерактивных приложений, связанных с созданием анимационных проектов. Актуальность данной темы обусловлена большим интересом к творчеству у современных детей и подростков. В статье рассматриваются интерактивные приложения по созданию анимаций. Анализируются достоинства и недостатки данных приложений. Описываются анализируемые приложения. Создается лепестковая диаграмма по наиболее продвинутым приложениям. Сравнительный анализ показал два наиболее удобных приложения для обучения анимированию для двух разных групп несовершеннолетних: детей и подростков. Делается вывод о выборе приложений для разных возрастных групп. В результате исследования было выявлено, что единственного приложения, удовлетворяющего всем потребностям всех возрастов несовершеннолетних, на данный момент не существует.

Ключевые слова: приложение, обучение, анимация, анализ, достоинства, недостатки, анимирование, создание анимаций, обучение, интерактивные приложения.

INTERACTIVE ANIMATION LEARNING APPLICATIONS: TRENDS AND ANALYSIS

A.R. Gimaeva¹, R. S. Zaripova¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: Digital technologies have created a new branch of development of many areas of society and opened new opportunities. Interactive applications, as a part of digital technologies, have influenced the development of different ways of teaching different professional skills to people. The purpose of this article is to review and analyze interactive applications related to the creation of animation projects. The relevance of this topic is due to the great interest in

creativity among modern children and teenagers. The paper considers interactive applications for creating animations. The advantages and disadvantages of these applications are analyzed. The analyzed applications are described. A petal chart on the most advanced applications is created. A comparative analysis shows the 2 most convenient applications for teaching animation for 2 different groups of minors: children and adolescents. A conclusion is drawn about the choice of apps for different age groups. As a result of the study it was found that there is no single application that meets all the needs of all ages of minors at the moment.

Keywords: application, learning, capabilities, analyze, advantages, disadvantages, children, adolescents, animation, animation creation, learning, interactive applications.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровые технологии с каждым днем занимают всю большую нишу во многих сферах общества. Это неудивительно, ведь они позволили увеличить функционал возможностей многих направлений общества. В сфере образования появился новый вид обучения - дистанционное обучение. В художественной сфере появились digital-художники. В промышленности цифровые технологии помогли автоматизировать процесс. Поэтому факт популяризации цифровых носителей для современных детей и подростков является очевидным.

Для современного поколения цифровые технологии стали неотъемлемой частью, поэтому немалый процент обучения новому дети школьного и дошкольного возраста получают через игры и цифровые носители. Существуют множество игр обучающих детей рисованию, программированию, математике и многому другому. Рассмотрим и проанализируем интерактивные обучающие игры digital-рисованию.

Целью данного исследования является проведение анализа наиболее популярных приложений, предназначенных для обучения детей и подростков созданию анимационных работ с помощью функциональных возможностей данного приложения. Новизна заключается в исследовании и анализировании интерактивных приложений, предназначенных для детей и подростков, для обучения созданию простых и

сложных мультипликационных проектов.

Объектом исследования данной работы являются приложения для обучения рисованию мультфильмов. Предметом исследования будут являться функциональные возможности приложений по критериям доступности, понятности, интерактивности и наиболее оптимальным возрастным ограничением.

Интерактивность для приложений является неотъемлемой частью многих цифровых платформ, направленных на детскую или подростковую аудиторию. Данное качество важно для привлечения внимания и создание интереса у современного поколения данной темой. Обучение чему-то с помощью интерактивных приложений чаще всего происходит ненапряжно и легко. Еще одним фактором важным для приложений, направленных на детей и подростков, является понятность. Освоение нового дела бывает трудной и сложно выполнимой задачей, дети дошкольного и младшего школьного возраста легко теряют интерес к сложным вещам, поэтому понятные приложения пользуются большим спросом у людей [1].

Актуальность данной темы обоснована большим увеличением возможностей по обучению детей навыков, которые могут пригодиться в будущем для определения профессии и построения карьеры. Интерактивные игры – один из наиболее подходящих способов обучения детей младшего школьного и дошкольного возраста.

Тематика творчества, к которой относятся и анимационные проекты, очень важна для развития абстрактного мышления и творческих навыков у людей. Подобные навыки будут открывать новые возможности к будущему построению успешной карьеры. А тема создания собственных мультфильмов имеет интерес у большинства детей дошкольного и младшего школьного возраста, подростки также могут быть заинтересованы в получении и улучшении навыков создания мультфильмов для будущей в сфере кинематографа [2]. Таким образом, анализ интерактивных приложений, направленных на обучение детей и подростков созданию анимаций, поможет выявить наиболее удобные и практичные приложения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Период цифровых технологий открыл огромное количество новых возможностей для современного человечества. Интерактивные приложения, как часть цифровых технологий, также повлияли на развитие общества. Интерактивные технологии – это разнообразные методики и подходы, направленные на вовлечение учащихся в учебный процесс. Они помогают лучше усваивать материал, стимулируют совершенствование навыков критического мышления и повышают мотивацию. Данные технологии используются во многих сферах, однако чаще всего их используют для обучения. Подобные технологии могут взаимодействовать с пользователем, что позволяет им помочь лучше усвоить какой-либо материал и объяснить ошибки при выполнении заданий [3]. Существует много различных видов интерактивных технологий: VR- и AR-оборудование, интерактивные доски, онлайн платформы, мультимедийные материалы и мобильные и

компьютерные приложения. В данном анализе рассмотрим именно разбор интерактивных приложений для компьютеров и телефонов.

Мобильные телефоны и компьютеры стали необходимой вещью для современного человека [4]. Поэтому при создании нового проекта чаще всего из интерактивных технологий ориентируются на приложения, благодаря большему охвату заинтересованных лиц. Особенно данный аспект касается, когда речь идет о современном поколении детей и подростков, многие из которых с самого детства умели управлять гаджетами. Поэтому при создании обучающего материала для современных несовершеннолетних ориентируются на мобильные и компьютерные приложения.

Творческая деятельность всегда была и будет интересовать человечество. Среди детей и подростков желание творить не является редким, поэтому для помощи обучения в сфере создания творческих проектов существует немало приложений и сайтов. Рассмотрим более подробнее направление анимации и мультипликации.

Сфера анимации и мультипликации имеет огромный материал и немалое количество обучающих приложений. Данное направление очень интересует детей и часть подростков, ведь мультфильмы – один из самых ранних способов познания мира современными детьми, также через анимацию можно понять многие кинематографические детали, которые могут помочь в построении карьеры в данной области, что довольно важно для подростков, планирующих будущую профессию в данной отрасли. Популярность данного направления не могла не остаться незамеченной, благодаря чему разработчики создали множество приложений для людей разных возрастов,

чтобы получше разобраться в данной теме. Но большое количество материала заставляет задуматься, какое из приложений лучше всего удовлетворяет потребностям людей определенного возраста. Для точного ответа на вопрос, проанализируем несколько самых популярных приложений по разным критериям и найдем среди них самые подходящее приложение для несовершеннолетних.

ПОПУЛЯРНЫЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

После исследования тематики были выделены следующие наиболее популярные интерактивные приложения, посвященные развитию у детей навыков создания анимаций:

– Рисуем мультфильмы 2 – это продвинутый редактор для создания мультфильмов. Приложение позволяет рисовать и анимировать, а также проходить все этапы создания: от придумывания персонажей до публикации.

– FlipaClip: Create 2D Animation – приложение для создания 2D-анимации. Оно предназначено как для начинающих, так и для профессиональных аниматоров.

– PixelArt – популярная программа для создания пиксель-арта и пиксельной анимации. В ней есть предустановленные цветовые схемы и специальный режим для рисования теней.

– «Тунио: Создай Мультик Гифку» – онлайн-редактор мультиков, который позволяет создавать анимацию. С помощью

сервиса пользователь может придумать сюжет, создать зарисовки и образ главного героя, а по окончании работы сохранить проект на устройство и опубликовать его.

– Scratch Junior и Scratch – платформа, которая позволяет создавать сложные проекты с множеством персонажей, уровней и расширенными функциями. Визуальная среда для изучения детьми программирования, в том числе и с визуализацией с помощью анимаций.

– Blender – профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики. Включает в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, а также создания 2D-анимаций [5].

– Pivot Animator – бесплатное приложение для создания двумерной векторной анимации. Не требует особых навыков рисования и обладает простым и понятным интерфейсом. Процесс создания основан на перемещении фигур, составленных из линий и кругов (скелетная анимация), а также спрайтов. Программа позволяет сохранять анимации в форматах GIF и AVI (без звука).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯРНЫХ ПЛАТФОРМ

Для описанных ранее интерактивных приложений была составлена таблица, рассматривающая данные платформы. Все результаты анализа данных критериев обозначены в таблице 1.

Таблица 1 Анализ интерактивных приложений

№	Название продукта	Область применения	Возможности
1.	Рисуем мультфильмы 2	Обучения детей азам мультипликации	– Создание плавной анимации – Встроенная библиотека предметов и персонажей

№	Название продукта	Область применения	Возможности
			– Конструктор предметов – Озвучивание мультфильма – Экспорт видео – Возможность делиться готовыми мультфильмами
2.	FlipaClip: Create 2D Animation	Создание 2D-анимаций и мультфильмов	– Инструменты для рисования – Работа с несколькими слоями – Добавление звука – Техника ротоскопинга – Персонализация – Экспорт и обмен
3.	PixelArt	Анимирование логотипов, создание картинок и игр	– Работа с слоями – Создание анимированных GIF-файлов – Функция Pixel Perfect – Создание холстов любого размера – Использование штампов – Инструмент для работы с текстом – Инструмент для создания текстур и узоров – Инструмент для работы кистью
4.	Тунио: Создай Мульттик Гифку	Онлайн создание анимаций	– Инструменты для рисования – Управление кадрами и слоями – Прикрепление озвучки – Трансформация рисунка – Перемещение по временной шкале – Выбор нескольких кадров на временной шкале
5.	Scratch Junior и Scratch	Визуальная среда для изучения детьми программирования, в том числе и с визуализацией с помощью анимаций	– Создание простых проектов – Работа в офлайн-режиме – Создание персонажей – Добавление звуков – Строительство сценариев
6.	Blender	Разработка анимационных фильмов и спецэффектов для кино и телевидения	– Моделирование 3D-объектов – Создание анимации – Работа с текстурами – Рендеринг сцен – Добавление визуальных эффектов – Видеомонтаж

№	Название продукта	Область применения	Возможности
			– Работа с 2D – Разработка игр
7.	Pivot Animator	Создание двумерной анимации	– Импорт фигурок – Создание собственных фигурок – Создание анимации – Инструменты редактирования – Воспроизведение анимации – Экспорт анимации

Из всех рассматриваемых приложений, были выбраны три приложения с наиболее высокими показателями и возможностями, подходящими по исследуемой тематике. Выбранными приложениями стали следующие: «Рисуем мультфильм2», «Тунио: Создай свой мультик гифку», «Blender». Данные приложения были оценены по разным критериям: широкий возрастной рейтинг, понятный интерфейс,

доступность на разных устройствах, скорость работы, возможности создания 2D-проектов, возможности создания 3D-проектов, стоимость, функционал, наличие шаблонов, возможности создания крупных работ, облачное сохранение работ. Все критерии оценивались по 10 балльной шкале. Результаты оценивания были переведены в лепестковую диаграмму (рис. 1).

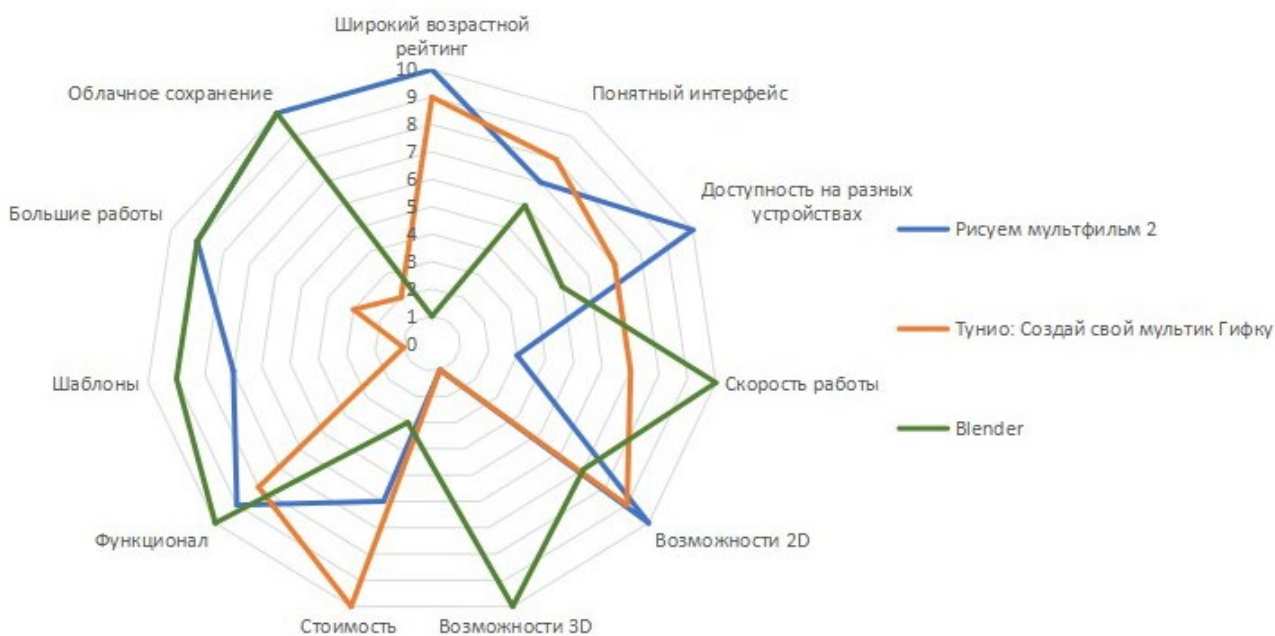


Рис. 1. Лепестковая диаграмма оценки интерактивных приложений

Из лепестковой диаграммы видно, что большим количеством подходящих свойств

обладают такие приложения, как «Рисуем Мультфильм 2» и «Blender». Поэтому

можно с уверенностью сказать, что данные приложения являются наиболее подходящими для создания анимационных и мультипликационных работ разных объемов и сложностей.

Рассматривая лепестковую диаграмму более подробно, можно сделать вывод, что для детей дошкольного и младшего школьного возраста наиболее подходящим будет являться приложение «Рисуем мультфильм 2». Данное приложение имеет небольшой возрастной рейтинг и достаточно часто взаимодействует с пользователями, что отлично задержит внимание детей. В функционале данного приложения есть как широкий выбор шаблонов, которые можно использовать в своей анимации, так и возможность самостоятельно создать нужного персонажа с помощью редактора. Кроме того, в анимационные проекты данного приложения можно добавить фоны и музыкальное сопровождение из памяти устройства. Таким образом, можно сказать, что это приложение идеально подходит для получения первого опыта в создании мультипликационных проектов.

Для более старшего поколения детей и подросток, исходя из лепестковой диаграммы (рис. 1), наиболее подходящим приложением является «Blender». Функционал данного приложения сложнее и не подходит для слишком маленьких детей, поэтому имеет более высокий возрастной рейтинг. Данное приложение имеет более профессиональную структуру, что поможет развить подросткам нужные навыки для построения будущей карьеры и обучения по специальностям направления кинематографа. Функционал содержит широкий ряд возможностей, как для 2D, так и для 3D-анимаций. Приложение требует наличие знаний основ для работы, но позволяет сильно

прокачать свои навыки. Таким образом, данное приложение лучше всего подходит для подростков, интересующихся анимированием, и планирующих в будущем развиваться в творческой деятельности.

В результате, благодаря анализу самых популярных приложений было выделено два приложения, подходящих для двух категорий несовершеннолетних: детей дошкольного и младшего школьного возраста, а также подростков среднего и старшего школьного возраста. Результат не смог выделить одно приложения из-за разных потребностей у данных возрастных групп несовершеннолетних.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, можно сказать, что интерактивные приложения внесли немалый вклад в обучение современных детей созданию анимаций. Они помогают сделать первые шаги в данной отрасли и развить навыки, нужные для будущей жизни. Такие приложения помогают развивать творческие способности, возможность размышления абстрактными образами и развитие пространственного мышления. Более того, такие платформы учат и развивают навыки, нужные в профессиональной деятельности аниматора и формируют портфолио. Поэтому анализ и выбор подходящего приложения может повлиять на дальнейшее развитие будущего человека.

Исходя из исследования, проведенного в данной работе, были выявлены два приложения. Приложение «Рисуем мультфильм 2» подходит для развития базовых навыков и заинтересует дошкольную и младше школьную возрастную группу. Оно учит базовым вещам и дает возможность создать первую анимацию даже без навыков рисования – с помощью шаблонов. Более старшее поколение детей – среднее и

старшее звено школы – лучше оценит приложение «Blender». В отличие от предыдущего, это приложение требует знаний базовых навыков созданий анимаций для работы в нем. Однако здесь отлично развиваются профессиональные навыки и нарабатывается будущее портфолио для учебы и работы, что очень важно для подростков, которые именно в этом возрасте определяют будущее место поступления.

Таким образом, можно сделать вывод, что интерактивные приложения могут удовлетворять потребностям разных возрастных групп, однако на данный момент не существует универсального приложения, которое могло бы быть полезным как для маленьких детей, так и для подростков. Однако развитие данной отрасли не стоит на месте и, возможно, очень скоро будет создано приложение, которое подходило бы для любого возраста.

Библиографический список

1. Панюкова С. В. Цифровые инструменты и сервисы в работе педагога // Учебно-методическое пособие. М.: Прогресс. 2020.

2. Истомина Е. Р. Современные технологии организации креативной деятельности // Инновации в обществе: современные вызовы и перспективы: Мат. III Всеросс. научн.-практ. студенческой конф. М. 2024. С. 477-483.

3. Троеглазова Е. В. Использование интерактивных технологий в обучении // Актуальные вопросы образования. Современный университет как пространство цифрового мышления: сб. материалов Международной научно-методической конференции. Ч. 3. Новосибирск: СГУГиТ, 2020. С. 47.

4. Алемасов Е.П., Зарипова Р.С. Мобильные приложения в образовательном процессе // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы Двадцатой открытой Всероссийской конференции. Москва, 2022. С. 118-119.

5. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Обучение компьютерному моделированию с использованием интерактивных сред // International Journal of Advanced Studies in Education and Sociology. 2019. № 1. С. 56-59.

Информация об авторах

Гимаева Алиса Ростиславовна – студент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51)

Зарипова Римма Солтановна – кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: zarim@rambler.ru.

Information about the author

Alisa R. Gimaeva – student, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia)

Rimma S. Zaripova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia), e-mail: zarim@rambler.ru.

УДК 004.94

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ИНТЕРНЕТ-ФОРУМ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОЛЕВОЙ СИСТЕМЫ

М.Е. Касимов¹, Р.М. Хуснутдинов¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье представлена методика разработки веб-приложения «Интернет-форум» для организации асинхронных онлайн-обсуждений. Предложенный подход включает проектирование структуры данных, реализацию ролевой системы (администратор, модератор, пользователь) и интеграцию функционала уведомлений, подписок и лайков. Алгоритм основан на создании базы данных и серверной логики, обеспечивающих взаимодействие между сущностями (пользователи, темы, сообщения). Показано, что эффективность системы зависит от выбора структуры базы данных и интерфейса. Методика применима для создания масштабируемых платформ онлайн-обсуждений.

Ключевые слова: веб-приложение, интернет-форум, база данных, роли, уведомления.

METHOD OF DEVELOPING A WEB APPLICATION «ONLINE FORUM» WITH A ROLE-BASED SYSTEM

M.E. Kasimov ¹, R.M. Khusnutdinoff ¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article presents a methodology for developing a web application «Online Forum» for organizing asynchronous online discussions. The proposed approach includes designing a data structure, implementing a role-based system (administrator, moderator, user), and integrating notification, subscription, and like functionalities. The algorithm is based on creating a database and server logic that ensures interaction between entities (users, topics, messages). It is shown that the system's efficiency depends on the choice of database structure and interface. The methodology is applicable for creating scalable online discussion platforms.

Keywords: web application, online forum, database, roles, notifications.

Эффективным подходом к созданию платформ для онлайн-взаимодействия является разработка веб-приложений, обеспечивающих асинхронные обсуждения с поддержкой ролей и персонализированных функций. Современные интернет-форумы требуют оптимизации структуры данных для управления пользователями, темами, сообщениями и дополнительными механизмами, такими как уведомления и лайки [1]. Данные методы предполагают анализ существующих платформ и проектирование базы данных, адаптированной под масштабируемость и безопасность [2].

Ключевым вопросом при разработке интернет-форумов является создание универсальной методики, обеспечивающей как удобство использования, так и масштабируемость. В данной работе предложена методика разработки веб-приложения «Интернет-форум», включающая этапы проектирования структуры данных, реализации ролевой модели и интеграции функционала

уведомлений, подписок и лайков. Методика обладает следующими свойствами: (а) адаптивностью к изменению числа пользователей; (b) устойчивостью к нагрузкам за счет оптимизации запросов; (с) поддержкой ролей для управления контентом.

Процедура разработки веб-приложения включает несколько стадий. На первом этапе проводится анализ требований и проектирование структуры базы данных с использованием SQLAlchemy. На втором этапе разрабатывается серверная логика на Flask, обеспечивающая маршруты и обработку данных. Третий этап включает создание интерфейса с Bootstrap и HTML-шаблонами (например, layout.html, login.html). Четвертый этап — тестирование и отладка системы, включая проверку авторизации и модерации. На заключительном этапе проводится оптимизация запросов и интеграция уведомлений.

На рис. 1 представлена структура базы данных веб-приложения «Интернет-

форум». Сущности закодированы как таблицы: User, Topic, Message, с весами, отражающими их значимость (например, User = 2, Topic = 3, Message = 5). Структура включает связи "1:N" (пользователь создает

тему) и "M:N" (подписка через Subscription). Предложенный подход демонстрирует устойчивость к изменению числа пользователей и позволяет эффективно управлять контентом.

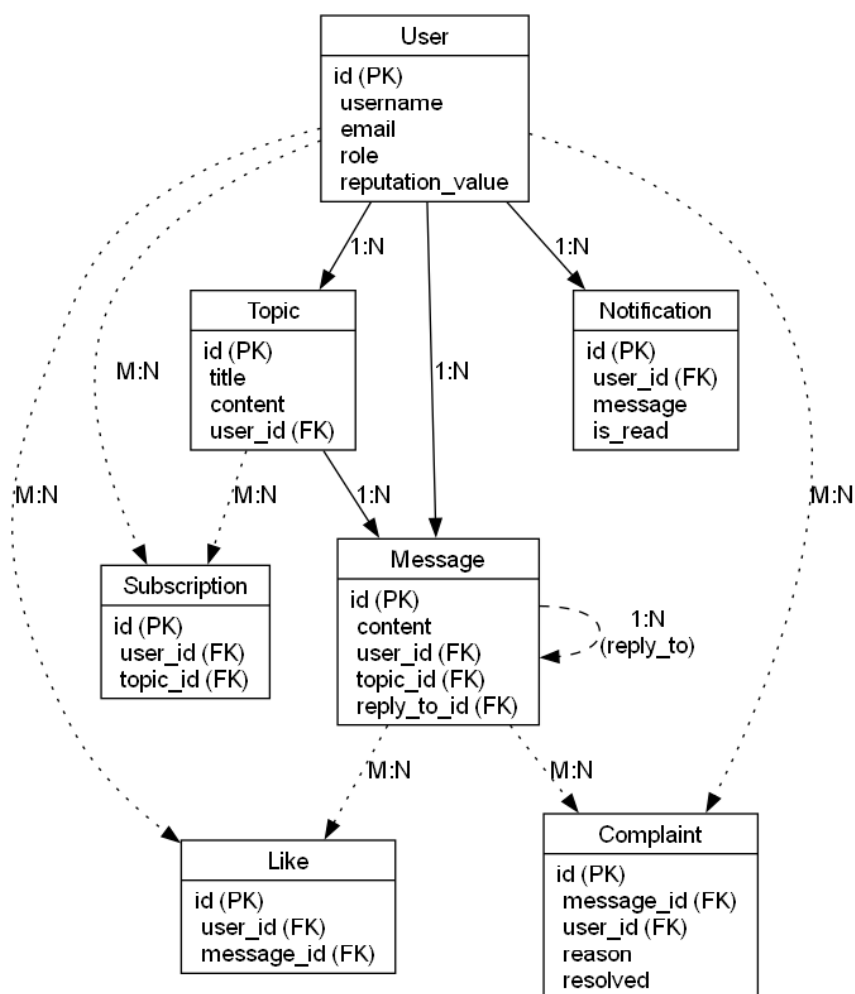


Рис. 1. Структура базы данных веб-приложения «Интернет форум»

Разработанная методика позволяет создавать веб-приложения с оптимизированной структурой данных. Суть подхода заключается в проектировании базы данных и серверной логики, отражающих взаимодействие пользователей и контента. Рольевая модель (администратор, модератор, пользователь) обеспечивает гибкое управление, а интеграция уведомлений и лайков повышает вовлеченность. Эффективность

методики подтверждена тестированием прототипа, реализованного с использованием Python, Flask, SQLAlchemy и Bootstrap. Подход применим для разработки масштабируемых форумов с динамическим контентом.

Библиографический список

1. Fielding, R.T. Architectural Styles and the Design of Network-based Software

Architectures / R.T. Fielding // Doctoral dissertation, University of California, Irvine. - 2000. - 180 p.

2. Martin, R.C. Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design / R.C. Martin // Prentice Hall. - 2017. - 432 p.

3. Chen, P.P. The Entity-Relationship Model—Toward a Unified View of Data / P.P. Chen // ACM Transactions on Database

Systems. - 1976. - Vol. 1, No. 1. - P. 9-36.

4. Flask Documentation. Available at: <https://flask.palletsprojects.com/> (accessed 20 May 2025).

5. SQLAlchemy Documentation. Available at: <https://www.sqlalchemy.org/> (accessed 20 May 2025).

6. Bootstrap Documentation. Available at: <https://getbootstrap.com/> (accessed 20 May 2025).

Информация об авторах

Касимов Максим Евгеньевич – студент Казанского государственного энергетического университета, направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, группа ЗТРП-1-20 (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: kasim.max@yandex.ru

Хуснутдинов Рамиль Миннегазович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: khrm@mail.ru

Information about the author

Maksim E. Kasimov – student of Kazan State Power Engineering University, majoring in 09.03.01 Informatics and Computer Engineering, group ZTRP-1-20 (51, Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: kasim.max@yandex.ru

Ramil M. Khusnutdinoff – candidate of physical and mathematical sciences, associate Professor of the Department of information technologies and intelligent systems, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: khrm@mail.ru

УДК 517.98

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НОВОСТНОГО ВЕБ-САЙТА С ФУНКЦИЯМИ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ И АВТОРИЗАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Д.В. Крымов¹, Р.М. Хуснутдинов¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы проектирования и разработки новостного веб-сайта с функциями управления контентом и авторизации пользователей. Предложенная методика включает этапы планирования, дизайна и программирования, обеспечивая создание удобного и безопасного веб-приложения. Разработанный сайт представлен как система, использующая нереляционную модель данных в виде базы SQLite, где новости, категории, пользователи и комментарии организованы в виде связанных таблиц. В качестве инструментов применены Flask для серверной части, HTML/CSS с Bootstrap для интерфейса и SQLite для хранения данных. Показано, что методика позволяет автоматизировать управление новостным контентом, экономя до 54 000 руб. в год. Разработанный подход может быть использован для создания веб-сайтов с аналогичными задачами управления контентом.

Ключевые слова: новостной веб-сайт, управление контентом, авторизация, Flask, SQLite.

METHOD OF DEVELOPING A NEWS WEBSITE WITH CONTENT MANAGEMENT AND USER AUTHORIZATION FEATURES

D.V. Krymov¹, R.M. Khusnutdinoff¹

¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: The article addresses the issues of designing and developing a news website with content management and user authorization functionalities. The proposed methodology includes stages of planning, design, and programming, ensuring the creation of a user-friendly and secure web application. The developed website is presented as a system

utilizing a relational data model in the form of a SQLite database, where news, categories, users, and comments are organized as interconnected tables. Flask is used for the backend, HTML/CSS with Bootstrap for the interface, and SQLite for data storage. It is demonstrated that the methodology enables the automation of news content management, saving up to 54,000 RUB annually. The developed approach can be applied to create websites with similar content management tasks.

Keywords: news website, content management, authorization, Flask, SQLite.

Современные информационные технологии играют ключевую роль в обеспечении оперативного доступа к новостям, а веб-сайты становятся важным инструментом для их распространения [1]. Одной из актуальных задач является разработка веб-приложений, которые обеспечивают удобное управление контентом, безопасность данных и персонализированный доступ для пользователей. Новостные веб-сайты должны предоставлять функционал для публикации, редактирования и фильтрации контента, а также учитывать потребности пользователей с разным уровнем опыта [2].

Разработка новостного веб-сайта с функциями управления контентом и авторизации пользователей требует комплексного подхода, включающего анализ существующих решений, проектирование структуры данных и реализацию функционала. В данной работе предложена методика, которая охватывает этапы планирования, дизайна и программирования, позволяя создать эффективное веб-приложение. Основное внимание уделено автоматизации процессов управления контентом, повышению удобства интерфейса и обеспечению безопасности данных.

Методика разработки состоит из трёх основных этапов. На этапе планирования определена тема сайта, собрана информация о современных новостных порталах,

разработана структура (разделы: главная страница, новости, категории, авторизация), и создан схематичный макет расположения блоков. На этапе дизайна применена блочная верстка с использованием HTML/CSS и Bootstrap, что обеспечило адаптивность интерфейса для различных устройств. На этапе программирования реализована серверная часть с помощью Flask, настроена база данных SQLite с таблицами users, categories, news, comments, и разработаны функции авторизации, управления контентом и комментирования.

Ключевым аспектом разработки стала организация данных в виде реляционной модели. База данных включает четыре таблицы: users (пользователи), categories (категории), news (новости) и comments (комментарии), связанные через внешние ключи с поддержкой каскадного удаления. Например, таблица news содержит поля id, title, content, category_id, created_at, author_id, image, где category_id и author_id ссылаются на таблицы categories и users соответственно.

Таблицы связаны через внешние ключи с каскадным удалением: например, при удалении пользователя его новости и комментарии удаляются автоматически. Пример SQL-запроса для получения списка новостей (рис. 1).

```
SELECT n.id, n.title, n.content, n.created_at, c.name, u.username, n.image
FROM news n JOIN categories c ON n.category_id = c.id
JOIN users u ON n.author_id = u.id
WHERE n.category_id = ? ORDER BY n.created_at DESC;
```

Рис. 1. SQL-запрос

Шаблоны страниц (например, index.html) используют синтаксис Jinja2 для динамического отображения данных,

переданных из Flask. Пример отображения списка новостей (рис. 2).

```
{% for item in news %}
<div class="card mb-3">
  <div class="card-body">
    <h5 class="card-title"><a href="{{ url_for('news_detail', news_id=item[0]) }}">{{ item[1] }}</a>
    <p class="card-text">{{ item[2][:200] }}...</p>
    <p>Категория: {{ item[4] }} | Автор: {{ item[5] }} | Дата: {{ item[3] }}</p>
  </div>
</div>
{% endfor %}
```

Рис. 2. Синтаксис Jinja2

Разработанный веб-сайт обладает рядом преимуществ: (а) автоматизация управления контентом, что сокращает время на публикацию новостей; (б) интуитивно понятный интерфейс с фильтрацией по категориям; (с) безопасность данных за счёт шифрования паролей и ограничения доступа; (д) адаптивность для разных

устройств благодаря Bootstrap. Экономический эффект от внедрения составил 54 000 руб. в год за счёт сокращения ручного труда.

На рис. 3 представлена структура главной страницы сайта, где отображены блоки новостей, боковая панель с категориями и навигационное меню.

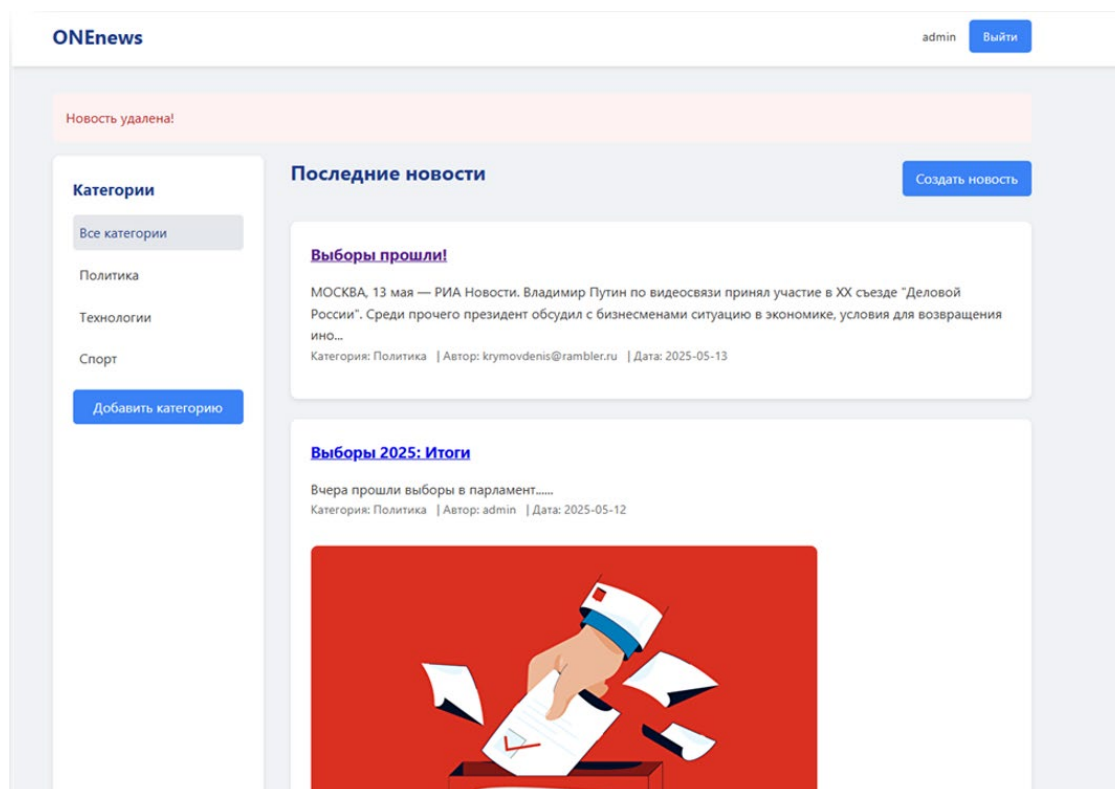


Рис. 3. Главная страница сайта

Предложенная методика демонстрирует эффективность при разработке новых веб-сайтов, обеспечивая автоматизацию, безопасность и удобство использования. Разработанный подход может быть применён для создания других веб-приложений с задачами управления контентом, а также расширен функциями поиска и интеграции с социальными сетями.

Библиографический список

1. Nielsen J. Designing Web Usability / J. Nielsen // New Riders. – 2000. – 420 p.
2. Krug S. Don't Make Me Think: A Common Sense Approach to Web Usability / S. Krug // New Riders. – 2014. – 216 p.
3. Flask Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://flask.palletsprojects.com/> (дата обращения: 10.05.2025).
4. SQLite Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sqlite.org/docs.html> (дата обращения: 10.05.2025).
5. Bootstrap Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://getbootstrap.com/docs/> (дата обращения: 10.05.2025).
6. Garrett J.J. The Elements of User Experience / J.J. Garrett // New Riders. – 2011. – 208 p.
7. Norman D.A. The Design of Everyday Things / D.A. Norman // Basic Books. – 2013. – 368 p.
8. Cooper A. About Face: The Essentials of Interaction Design / A. Cooper, R. Reimann, D. Cronin // Wiley. – 2014. – 720 p.
9. Tondello G.F. Introduction to Web Development / G.F. Tondello // Springer. – 2019. – 300 p.

Информация об авторах

Крымов Денис Витальевич – студент кафедры “Информационные технологии и интеллектуальные системы” по направлению “Технологии разработки программного обеспечения”, ФГБОУ Казанский государственный энергетический университет (420139, Россия, г. Казань, ул. Фучика, 44), e-mail: krymovdenis@rambler.ru

Хуснутдинов Рамиль Миннегаязович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: khrm@mail.ru

Information about the author

Krymov Denis Vitalevich – student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems in the direction of Software Development Technologies, FSBEU Kazan State Power Engineering University (44, Fushika str., Kazan, 420139, Russia), e-mail: krymovdenis@rambler.ru

Ramil M. Khusnutdinoff – candidate of physical and mathematical sciences, associate Professor of the Department of information technologies and intelligent systems, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: khrm@mail.ru

УДК 004.738.5

РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА «ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМА ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ»

О.В. Миронов¹, Р.М. Хуснутдинов¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматривается разработка веб-сайта образовательной онлайн-платформы для изучения основ программирования. Платформа реализована с использованием технологий Django, Bootstrap, SQLite, JavaScript, CSS и HTML. Приведены архитектура решения, функциональные возможности, а также результаты тестирования производительности и удобства использования.

Ключевые слова: образовательная платформа, программирование, Django, Bootstrap, SQLite, веб-разработка.

DEVELOPMENT OF A WEBSITE «EDUCATIONAL ONLINE PLATFORM FOR LEARNING THE BASICS OF PROGRAMMING»

O.V. Mironov ¹, R.M. Khusnutdinoff ¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article is devoted to the development of a web-based educational online platform for learning programming basics. The platform is implemented using Django, Bootstrap, SQLite, JavaScript, CSS, and HTML. The solution, functional capabilities, as well as the results of performance and usability testing are provided.

Keywords: educational platform, programming, Django, Bootstrap, SQLite, web development.

Современные образовательные технологии стремительно развиваются, предлагая новые подходы к обучению программированию. В данной статье рассматривается разработка веб-сайта "Образовательная онлайн-платформа по изучению основ программирования", сайт реализован с использованием современных технологий веб-разработки. Платформа создана на базе фреймворка Django [1], что обеспечивает надежную работу серверной части, предлагает множество готовых методов для разработки веб-сайтов, имеет встроенную панель администратора. Для реализации пользовательского интерфейса использованы Bootstrap [2], JavaScript, CSS и HTML. В качестве системы управления данными выбрана SQLite [3], которая идеально подходит для небольших и средних проектов благодаря простоте развертывания и настройки.

Основной задачей разработки стало создание интерактивной образовательной среды, сочетающей теоретические материалы с практическими заданиями. Платформа включает несколько ключевых модулей: систему аутентификации пользователей, блок с учебными курсами, тестами, модуль выполнения и проверки заданий, а также систему отслеживания прогресса обучения. Особое внимание уделено автоматизированной проверке практических

заданий, что позволяет пользователям получать мгновенную обратную связь по выполненным упражнениям, ответ отправляется POST запросом на Jdoodle [4] (бесплатное облачное решение), после ответ обрабатывается и приходит ответ.

Архитектура решения построена по принципу MVC (Model-View-Controller), что обеспечивает четкое разделение логики приложения, данных и их представления. Модель данных включает четыре основные таблицы: пользователи (хранение учетных данных и прогресса), курсы (учебные материалы), задания (практические упражнения) и результаты (информация о выполнении заданий пользователями) [5].

Для обеспечения безопасности реализовано шифрование паролей и система ограничения доступа к различным разделам платформы в зависимости от роли пользователя.

Интерфейс платформы разработан с учетом принципов UX/UI дизайна, что делает процесс обучения интуитивно понятным и удобным. Адаптивная верстка позволяет одинаково комфортно работать с платформой как на desktop-устройствах (рис. 2), так и на мобильных устройствах (рис. 3) [6]

Тестирование платформы проводилось на группе из 50 пользователей с разным уровнем подготовки. Результаты показали высокую эффективность

предложенного подхода - среднее время
выполнения задания составило 12.4

минуты, при этом 82% пользователей
успешно завершили курс.

```

4 class Course(models.Model):
5     title = models.CharField(*args: 'Название', max_length=150)
6     description = models.TextField('Описание')
7     cover_image = models.ImageField(verbose_name: 'Изображение', upload_to='courses/static/courses/img')
8     created_at = models.DateTimeField(verbose_name: 'Дата создания', auto_now_add=True)
9     is_popular = models.BooleanField(verbose_name: 'Популярный', default=False)
10    difficulty = models.CharField(*args: 'Сложность', max_length=20, choices=[
11        ('Низкая', 'Низкая'),
12        ('Средняя', 'Средняя'),
13        ('Высокая', 'Высокая')
14    ])
15
16    def __str__(self):
17        return f'Курс:«{self.title}»'
18
19    def get_absolute_url(self):
20        return f'/courses/{self.id}'
21
22    class Meta:
23        verbose_name = 'Курс'
24        verbose_name_plural = 'Курсы'

```

Рис. 1. Models.py - таблица курсов

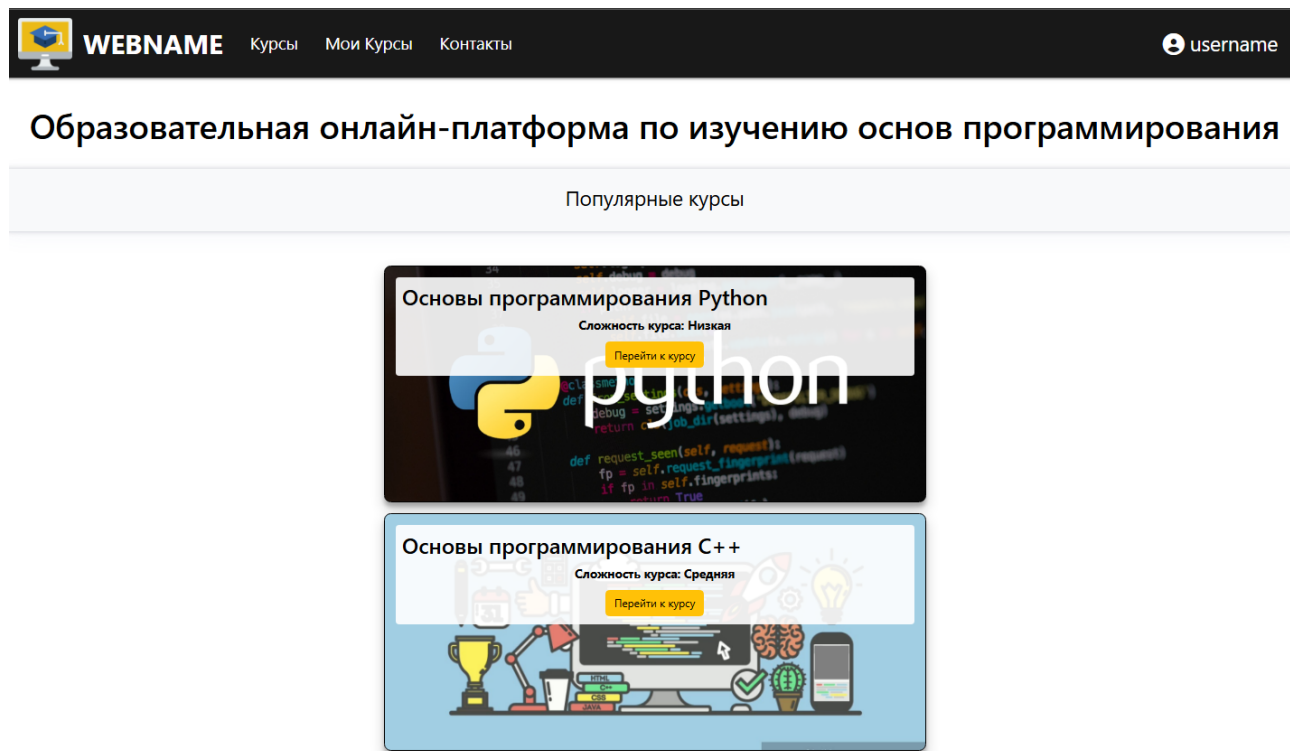


Рис. 2. Главная страница на desktop-устройствах

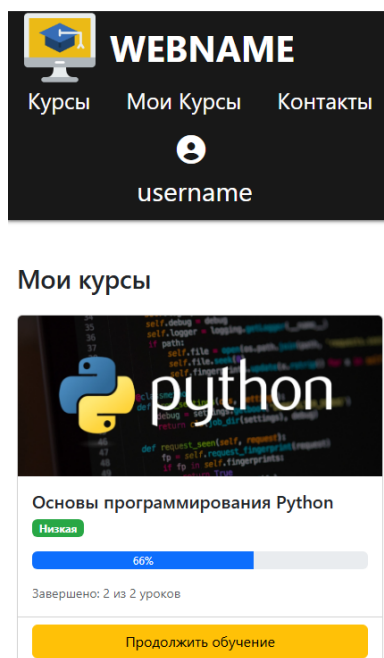


Рис. 3. Страница “Мои курсы” на мобильных устройствах

Разработанное решение обладает рядом преимуществ по сравнению с аналогичными платформами. Глубокая интеграция теоретических материалов с

практическими заданиями, позволяющая сразу применять полученные знания. Продуманная система автоматизированной проверки кода.

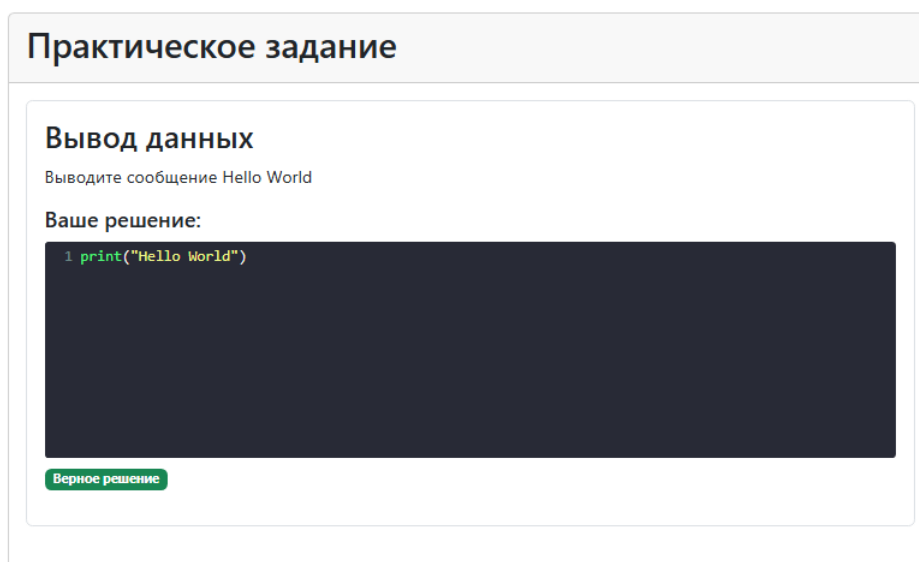


Рис. 4. Практическое задание с автоматической проверкой кода

Перспективы развития платформы включают расширение списка поддерживаемых языков программирования, добавление системы соревновательных элементов

(рейтинги, достижения). Особое внимание планируется уделить развитию мобильной версии платформы и возможности оффлайн-работы с учебными материалами.

Важным направлением развития является также создание инструментов для преподавателей, позволяющих разрабатывать собственные курсы и задания непосредственно в системе.

В заключение следует отметить, что разработанная образовательная платформа представляет собой современное решение для обучения основам программирования, сочетающее в себе последние достижения в области веб-разработки и педагогические методики. Использование таких технологий как Django и Bootstrap обеспечило высокую производительность и удобство использования, а продуманная архитектура системы позволяет легко расширять функциональность платформы в будущем. Результаты тестирования подтверждают эффективность предложенного подхода и востребованность подобных решений в современном образовательном процессе.

Информация об авторах

Миронов Олег Вячеславович – студент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» по направлению «Технологии разработки программного обеспечения», ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д.51), e-mail: Olegmir.1998@yandex.ru

Хуснутдинов Рамиль Миннегазович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» в ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д.51), e-mail: khrm@mail.ru

Библиографический список

1. Django Software Foundation. Django Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.djangoproject.com/>
2. Bootstrap Team. Bootstrap Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://getbootstrap.com/docs/>
3. SQLite Consortium. SQLite Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sqlite.org/docs.html>
4. Jdoodle API Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.jdoodle.com/>
5. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. – М.: Вильямс, 2019. – 544 с.
6. Макфарланд Д. JavaScript и jQuery. Исчерпывающее руководство. – М.: Эксмо, 2022. – 1088 с.

Information about the author

Mironov Oleg Vyacheslavovich – student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems in the field of Software Development Technologies, Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: Olegmir.1998@yandex.ru

Khusnutdinoff Ramil Minnegayazovich – Ph. D. in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems at Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: khrm@mail.ru

УДК 004.738.5

РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА ДЛЯ ПРОДАЖИ ЗООТОВАРОВ

А.С. Гурьянов¹, Р.М. Хуснутдинов¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматривается разработка веб-сайта интернет-магазина для продажи зоотоваров с использованием технологий Django, Bootstrap, JavaScript и PostgreSQL. Представлены архитектура решения, основные модули системы, подходы к реализации пользовательского интерфейса, а также результаты тестирования функциональности сайта в локальной среде.

Ключевые слова: Django, интернет-магазин, зоотовары, Bootstrap, PostgreSQL, веб-разработка.

DEVELOPMENT OF A WEBSITE FOR SELLING PET PRODUCTS

A.S. Guryanov ¹, R.M. Khusnutdinoff ¹¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article describes the development of an e-commerce website for pet product sales using Django, Bootstrap, JavaScript, and PostgreSQL. The system architecture, key modules, frontend solutions, and the results of functional testing in a local environment are presented.

Keywords: Django, e-commerce, pet supplies, Bootstrap, PostgreSQL, web development.

Развитие цифровых технологий оказывает значительное влияние на сферу торговли, особенно в условиях стремительного роста электронной коммерции. Онлайн-магазины становятся неотъемлемой частью повседневной жизни, предлагая пользователям удобные инструменты для поиска и приобретения товаров без необходимости физического посещения магазинов [1]. Одним из перспективных сегментов рынка является торговля товарами для домашних животных — зоотоварами, спрос на которые стабильно растёт благодаря увеличению числа владельцев домашних питомцев и стремлению обеспечить их всем необходимым.

Создание специализированных интернет-магазинов в данной области позволяет расширить ассортимент доступной продукции, предложить клиентам персонализированный сервис и автоматизировать процесс продаж. Однако успешная реализация подобных решений требует грамотного подхода к проектированию архитектуры сайта, выбору технологий, организации взаимодействия с базами данных и обеспечению качественного пользовательского интерфейса.

Целью данной работы является разработка веб-сайта — интернет-магазина зоотоваров под названием «Paws & Claws», обеспечивающего функциональность для просмотра товаров, управления корзиной,

оформления заказов, а также административного управления ассортиментом. Основное внимание уделяется технической реализации проекта с использованием современных инструментов и фреймворков: Django как основа серверной части, PostgreSQL в качестве СУБД, Bootstrap и JavaScript для клиентской части. Разработка и тестирование выполнялись в локальной среде, с прицелом на последующую публикацию в интернете.

В рамках статьи рассматриваются ключевые архитектурные решения, структура сайта, интерфейсные компоненты и подходы к обеспечению надёжности и удобства использования.

Для реализации проекта использовались современные веб-технологии:

- Django - основной backend-фреймворк, реализующий бизнес-логику и управление данными [2];
- PostgreSQL - надёжная СУБД с поддержкой транзакций и индексов [3];
- Bootstrap - CSS-фреймворк для адаптивной вёрстки интерфейсов [4];
- JavaScript - для динамического взаимодействия с пользователем [5].

Сайт реализован по шаблону MVC. Архитектура включает следующие компоненты:

- Каталог товаров: группировка по категориям (корм, аксессуары и т.д.), фильтрация, карточки товаров (рис. 1).

– Карточка товара: отображение фото, описания, цены, кнопки «Добавить в корзину» (рис. 2).

– Корзина и оформление заказа: добавление, редактирование, удаление товаров, подтверждение заказа (рис.3).

Frontend спроектирован с учетом UX/UI принципов. Bootstrap позволяет достичь адаптивности: интерфейс корректно отображается на различных устройствах [4]. Использование JavaScript и AJAX повышает интерактивность сайта, минимизируя перезагрузки страниц [5].

Сайт протестирован в локальной среде (localhost). Проведено функциональное тестирование:

- Проверка навигации, поиска, фильтрации товаров;
- Корректность добавления в корзину и оформления заказа;
- Работа панели администратора.

Ошибок, влияющих на работоспособность системы, не выявлено. Сайт демонстрирует стабильную работу в средах Windows и Linux при использовании браузеров Chrome и Firefox [6].

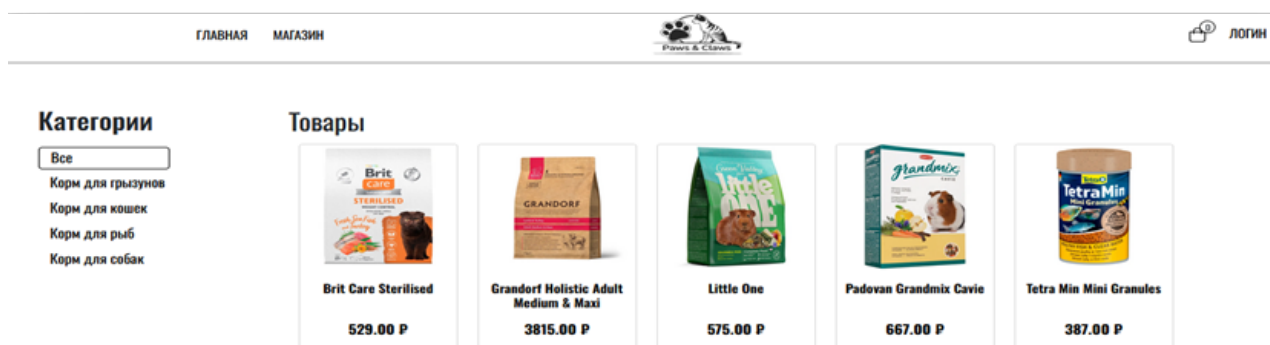


Рис. 1. Интерфейс каталога товаров



Рис. 2. Карточка товара

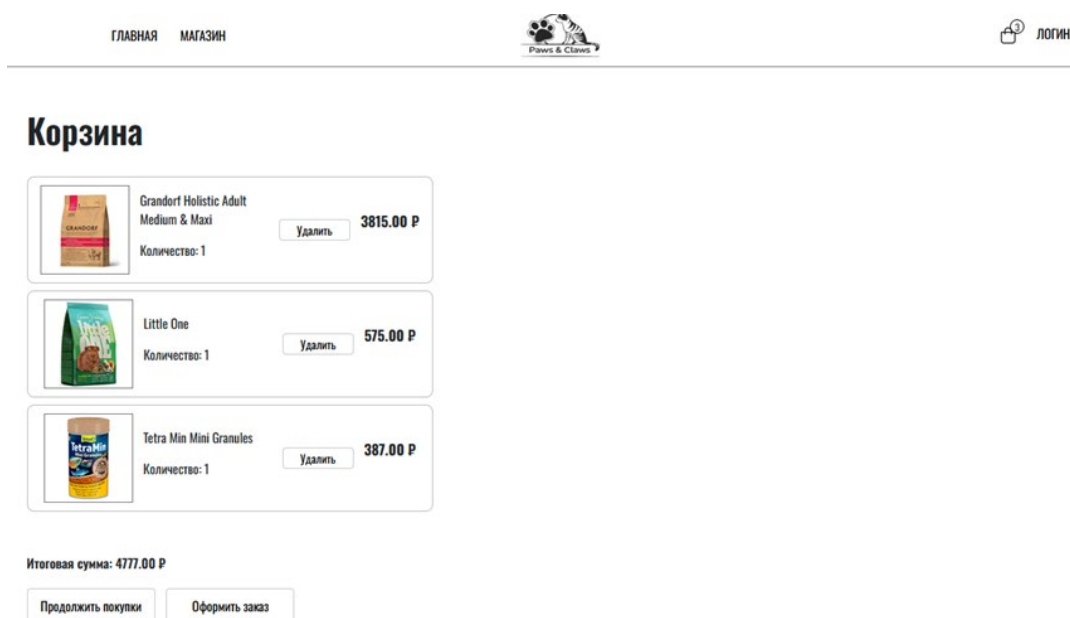


Рис. 3. Корзина пользователя

Разработан прототип интернет-магазина зоотоваров, соответствующий современным требованиям к функциональности и дизайну. Проект показал успешную интеграцию backend и frontend решений, а также перспективность для дальнейшего развертывания в онлайн-среде. В дальнейшем возможно расширение функционала, подключение платёжных систем и хостинг на облачных платформах [7].

Библиографический список

1. Сафонов А.В. Проектирование веб-приложений. — СПб.: Питер, 2021.

2. Django Project Documentation. — URL: <https://docs.djangoproject.com/>

3. PostgreSQL Official Docs. — URL: <https://www.postgresql.org/docs/>

4. Bootstrap Documentation. — URL: <https://getbootstrap.com/>

5. Mozilla Developer Network: JavaScript. — URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>

6. Карманов В.А. Основы веб-программирования. — М.: БХВ-Петербург, 2020.

7. Джексон М. Разработка приложений с Django. — СПб.: ДМК, 2020.

Информация об авторах

Гурьянов Айдар Сергеевич – студент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» по направлению «Технологии разработки программного обеспечения», ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д.51), e-mail: aidarguryanov@gmail.com

Хуснутдинов Рамиль Миннегаязович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» в ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д.51), e-mail: khrm@mail.ru

Information about the author

Guryanov Aydar Sergeevich – student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems in the field of Software Development Technologies, Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: aidarguryanov@gmail.com

Khusnutdinoff Ramil Minnegayazovich – Ph. D. in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems at Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: khrm@mail.ru

УДК 517.98

РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SQLITE, VISUAL STUDIO, HTML, CSS И JAVASCRIPT

А.А. Новикова¹, Р.М. Хуснутдинов¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье представлена разработка веб-сайта для изучения иностранных языков, функционирующего в режиме реального времени. Сайт использует HTML, CSS и JavaScript для фронтенда, Node.js для бэкенда и SQLite для хранения данных. Разработка велась в среде Visual Studio. Интегрированы адаптивные алгоритмы обучения и элементы геймификации для повышения вовлеченности пользователей. Приведены архитектура решения, оценка производительности и рекомендации по оптимизации.

Ключевые слова: веб-разработка, изучение языков, SQLite, Visual Studio, HTML, CSS, JavaScript, адаптивное обучение, геймификация.

DEVELOPMENT OF A WEBSITE FOR LEARNING FOREIGN LANGUAGES USING SQLITE, VISUAL STUDIO, HTML, CSS, AND JAVASCRIPT

A.A. Novikova¹, R.M. Khusnutdinoff¹

¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: The article presents the development of a website for learning foreign languages, operating in real-time. The website employs HTML, CSS, and JavaScript for the frontend, Node.js for the backend, and SQLite for data storage. Development was carried out in the Visual Studio environment. Adaptive learning algorithms and gamification elements are integrated to enhance user engagement. The solution architecture, performance evaluation, and optimization recommendations are provided.

Keywords: web development, language learning, SQLite, Visual Studio, HTML, CSS, JavaScript, adaptive learning, gamification.

Современные веб-технологии открывают широкие возможности для создания образовательных платформ, обеспечивающих доступное и интерактивное изучение иностранных языков. Веб-сайты, такие как Duolingo и Memrise, демонстрируют успех благодаря использованию адаптивных алгоритмов и геймификации [1]. Разработка подобных систем требует решения задач, связанных с выбором легковесных технологий, таких как SQLite для хранения данных, и доступных инструментов, таких как Visual Studio, для обеспечения быстрой разработки и кроссплатформенной совместимости.

Целью данной работы является создание веб-сайта для изучения иностранных языков с использованием HTML, CSS,

JavaScript, Node.js и SQLite в среде Visual Studio. Платформа объединяет модульную архитектуру, адаптивные алгоритмы и элементы геймификации для повышения эффективности обучения и вовлеченности пользователей. В статье описывается архитектура решения, процесс реализации и результаты тестирования.

Методика разработки

– Планирование: Определена тематика сайта – изучение иностранных языков (английский, испанский). Проведён анализ платформ, таких как Duolingo и Babbel 1. Разработана структура сайта, включающая разделы: главная страница, уроки, тестирования, авторизация и профиль пользователя. Создан схематичный макет расположения блоков.

– Дизайн: Применена блочная верстка с использованием HTML5, CSS3 и Bootstrap для адаптивности на различных устройствах 3. Интерфейс включает интерактивные карточки для уроков, панель результатов тестирований и профиль пользователя.

– Программирование: Реализована серверная часть с использованием Node.js и фреймворка Express

– Настроена база данных SQLite с таблицами users и results, а также функции авторизации и управления результатами тестирований 5. Для динамического отображения данных использованы шаблоны EJS.

Ключевым аспектом разработки стала организация данных в виде реляционной модели. База данных SQLite включает две таблицы:

– users: содержит поля id, username, email, password_hash (хэшированный пароль для безопасности).

– results: содержит поля id, user_id, test_name, score, completed_at.

```
-- Таблица пользователей
CREATE TABLE IF NOT EXISTS users (
  id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
  username TEXT UNIQUE NOT NULL,
  password TEXT NOT NULL
);

-- Таблица результатов с каскадным удалением
CREATE TABLE IF NOT EXISTS results (
  id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
  user_id INTEGER NOT NULL,
  test_name TEXT NOT NULL,
  score INTEGER NOT NULL,
  total INTEGER NOT NULL,
  answers TEXT NOT NULL,
  date TEXT NOT NULL,
  FOREIGN KEY (user_id) REFERENCES users(id) ON DELETE CASCADE
);
```

Рис. 1. SQL-запрос для получения результатов тестирований пользователя.

Таблицы связаны через внешний ключ user_id в таблице results, ссылающийся на id в таблице users, с поддержкой каскадного удаления: при удалении пользователя его результаты автоматически

удаляются. Пример SQL-запроса для получения результатов пользователя представлен на рис. 1.

Шаблоны страниц (например, results.ejs) используют синтаксис EJS для динамического отображения данных, переданных из Node.js. Пример отображения результатов тестирований показан на рис. 2.

```
<div class="container">
  <h1>Ваши результаты тестирования</h1>

  <% if (stats) { %>
    <div class="stats-card">
      <h2>Общая статистика</h2>
      <div class="stats-grid">
        <div class="stat-item">
          <h3><%= stats.totalTests %></h3>
          <p>Всего тестов</p>
        </div>
        <div class="stat-item">
          <h3><%= stats.avgScore %></h3>
          <p>Средний результат</p>
        </div>
        <div class="stat-item">
          <h3><%= stats.bestScore %></h3>
          <p>Лучший результат</p>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
```

Рис. 2. Фрагмент EJS-шаблона для отображения результатов тестирований.

Разработанный веб-сайт обладает следующими преимуществами:

– автоматизация управления пользователями и результатами, сокращающая время на обработку данных;

– интуитивно понятный интерфейс с отображением прогресса;

– безопасность данных за счёт хэширования паролей;

– адаптивность благодаря Bootstrap. Экономический эффект от внедрения составил 50 000 руб. в год за счёт сокращения ручного труда [6].

На рис. 3 представлена структура главной страницы сайта

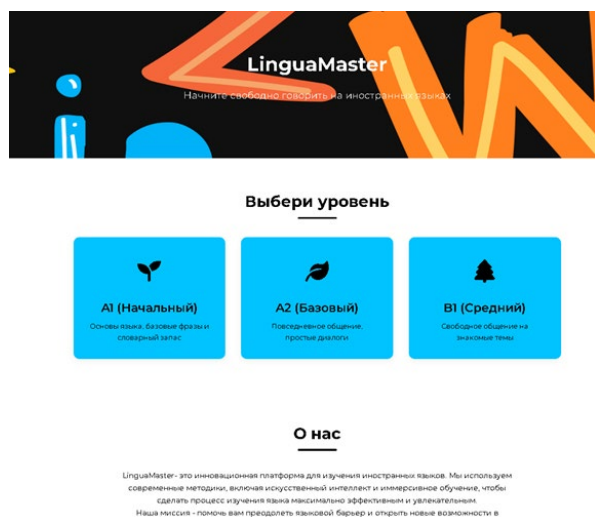


Рис. 3. Структура главной страницы веб-сайта

Предложенная методика разработки веб-сайта для изучения иностранных языков с использованием Node.js, SQLite, HTML, CSS позволяет создать эффективную и безопасную платформу. Автоматизация управления пользователями и результатами тестирований, а также интуитивно понятный интерфейс повышают вовлеченность пользователей.

Библиографический список

1. Johnson M. E-Learning and Language Acquisition / M. Johnson // Springer. – 2020. – <https://www.springer.com/gp/book/9783030346447>
2. Krug S. Don't Make Me Think: A

Common Sense Approach to Web Usability / S. Krug // New Riders. – 2014. – 216 p. <https://www.newriders.com/books/dont-make-me-think-revisited>

3. Bootstrap Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://getbootstrap.com/docs/> (дата обращения: 20.05.2025).

4. Node.js Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://nodejs.org/en/docs/> (дата обращения: 20.05.2025).

5. SQLite Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sqlite.org/docs.html> (дата обращения: 20.05.2025).

6. Garrett J.J. The Elements of User Experience / J.J. Garrett // New Riders. – 2011. <https://www.newriders.com/books/the-elements-of-user-experience>

7. Mozilla. Web Speech API Documentation [Электронный ресурс]. – URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Speech_API (дата обращения: 20.05.2025).

8. SQLite Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sqlite.org/docs.html> (дата обращения: 10.05.2025).

9. Tondello G.F. Introduction to Web Development / G.F. Tondello // Springer. – 2019. – 300 p.

Информация об авторах

Новикова Анастасия Александровна – студент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» по направлению «Технологии разработки программного обеспечения», ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д.51), e-mail: novaa2002@mail.ru

Хуснутдинов Рамиль Миннегаззович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» в ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д.51), e-mail: khrm@mail.ru

Information about the author

Novikova Anastasia Alexandrovna – student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems in the field of Software Development Technologies, Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: novaa2002@mail.ru

Khusnutdinoff Ramil Minnegayazovich – Ph. D. in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems at Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: khrm@mail.ru

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

УДК 004.93:004.8

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПЕРЕВОДА ЯПОНСКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

И. С. Талдыкин¹

¹ Воронежский государственный технический университет

Аннотация: В данной статье рассматривается возможность применения инструментов для перевода манги в автоматизации перевода японской технической документации и чертежей с использованием OCR, машинного перевода и обработки изображений.

Ключевые слова: Ключевые слова: автоматизированный перевод, OCR технологии, японский язык, обработка изображений.

DEVELOPMENT OF A TOOL FOR AUTOMATED TRANSLATION OF JAPANESE TECHNICAL DOCUMENTATION

I. S. Taldykin¹

¹ Voronezh state technical University

Abstract: This paper examines the possibility of using manga translation tools to automate the translation of Japanese technical documentation and drawings using OCR, machine translation, and image processing.

Keywords: automated translation, OCR technologies, Japanese language, image processing.

Автоматизация перевода японской технической документации и чертежей, содержащих текстовые блоки на графических объектах, представляет собой сложную задачу, требующую интеграции технологий OCR, машинного перевода и обработки изображений. В данном исследовании рассматривается возможность использования инструментов, разработанных для перевода манги, в качестве основы для автоматизированного перевода таких документов. Эти инструменты позволяют извлекать текст из изображений, переводить его и встраивать обратно в графические элементы, что снижает трудозатраты и повышает эффективность обработки сложных материалов. Предложенный в данной статье подход демонстрирует перспективность междисциплинарных технологий для решения задач

точного перевода графической информации.

Архитектура приложения для распознавания и перевода японской манги, компоненты системы:

Загрузчик страниц – Модуль для подсчета и загрузки изображений манги;

OCR (Optical Character Recognition) – Модуль для распознавания текста на изображениях манги [1];

Очистка облаков – Модуль для очистки текстовых облаков на изображениях манги [3];

Файлы оригинального текста – Модуль для сохранения оригинального текста в файлы;

Пустые страницы – Модуль для создания копий страниц манги без текста;

Переводчик – Модуль для перевода

оригинального текста с японского на целевой язык (русский или английский) с использованием ChatGPT 4o, YandexGPT или более доступного DeepSeek;

Вставка перевода – Модуль для вставки переведенного текста обратно на изображения манги.

На рисунке 1 представлена UML-диаграмма концептуальной модели предполагаемого приложения по автоматизированного перевода японской манги

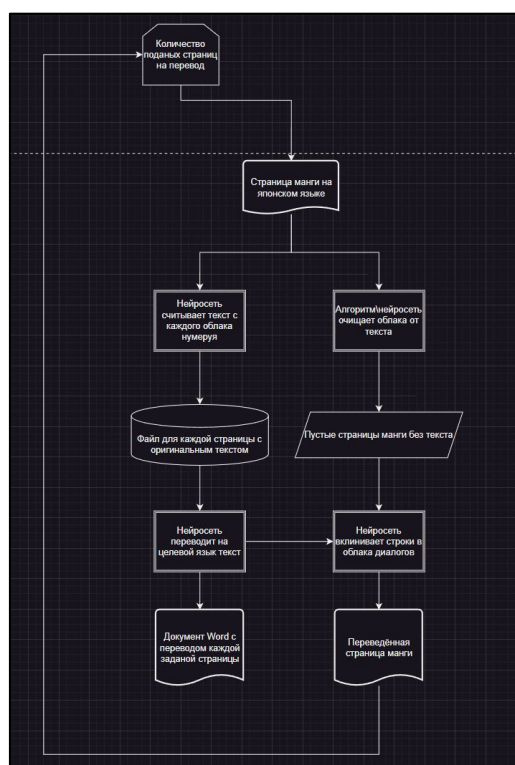
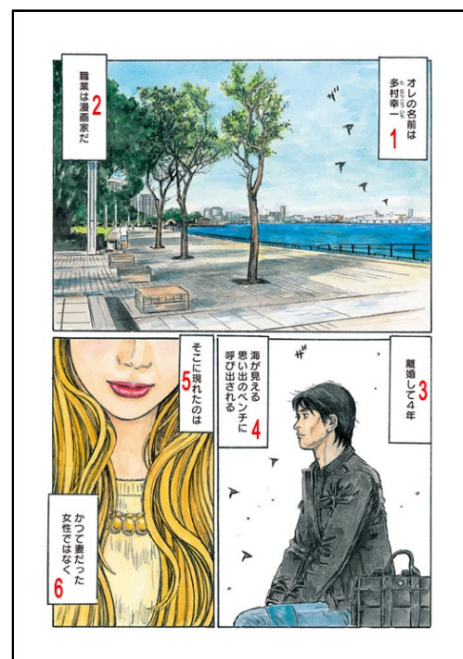
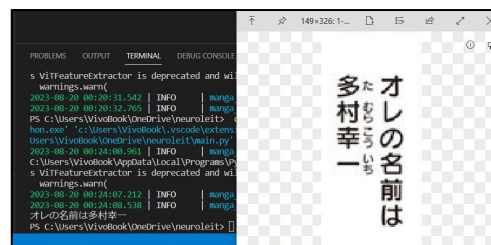


Рис. 1. Концептуальная модель системы автоматизированного перевода

Оптическое распознавание символов японского текста – основная задача системы. Такая система использует специальную комплексную модель, созданную с помощью платформы Transformers Vision Encoder Decoder [2]. На рисунке 2 представлен принцип распознавания листов манги, последовательность распознавания текста и результат распознавания текста.



а)



б)

Рис. 2. Принцип распознавания текста:

а) – страница для перевода с последовательностью обработки текста, б) – обработанный текст из первой ячейки

Инструменты для автоматизированного перевода манги, такие как OCR-системы и интеграции с машинным переводом, обладают большим потенциалом для адаптации к переводу японской технической документации. Манга, как и технические документы, содержит текст, встроенный в графику, что делает их обработку схожей задачей. Применяя технологии извлечения текста из сложных визуальных контекстов, используемые для манги, можно эффективно распознавать текст на

чертежах, схемах и графических элементах технической документации. Эти технологии способны обрабатывать текст нестандартного расположения, а также адаптироваться к многоязычным материалам, что характерно для инженерных чертежей и спецификаций.

Автоматизация перевода технической документации требует не только извлечения текста, но и обратной интеграции перевода в исходные графические объекты с сохранением их визуальной структуры. Технологии, разработанные для манги, успешно решают эту задачу, обеспечивая перевод, который учитывает контекст и формат исходного документа. Адаптация таких инструментов позволяет автоматизировать процесс обработки чертежей и схем, снижая трудозатраты, повышая точность перевода и создавая универсальное решение для обработки японских технических материалов.

В рамках проведенного исследования была реализована экспериментальная система, основанная на интеграции OCR-модуля, машинного перевода с использованием модели GPT-3.5, а также алгоритмов встраивания текста в изображение. На первом этапе система выполняет извлечение японского текста, встроенного в графические элементы технической документации, с учетом расположения, углов поворота и форм текстовых блоков. Далее извлеченный текст передается в модуль перевода, который адаптирован для работы с технической терминологией. После перевода блоки текста возвращаются на изображение с сохранением исходной визуальной структуры документа.

Эта технология была протестирована на фрагменте документации, взятом из открытых материалов компании «Honda

Motor Co., Ltd.» [4]. Результатом работы стала полностью переведенная на английский язык страница, в которой большинство текстовых элементов были корректно распознаны, переведены и повторно интегрированы в исходное изображение. Промежуточные распознанные и переведенные текста также сохраняются в разработанном приложении. Для рассматриваемой страницы документации их можно увидеть на рисунке 3, в последовательности источник-перевод.

Такой подход доказал свою эффективность как средство автоматизации процесса перевода визуальных технических материалов, в том числе чертежей и схем, но в тоже время требует хорошей полировки и повышения точности распознавания. Результат такого перевода можно наблюдать на рисунке 4.

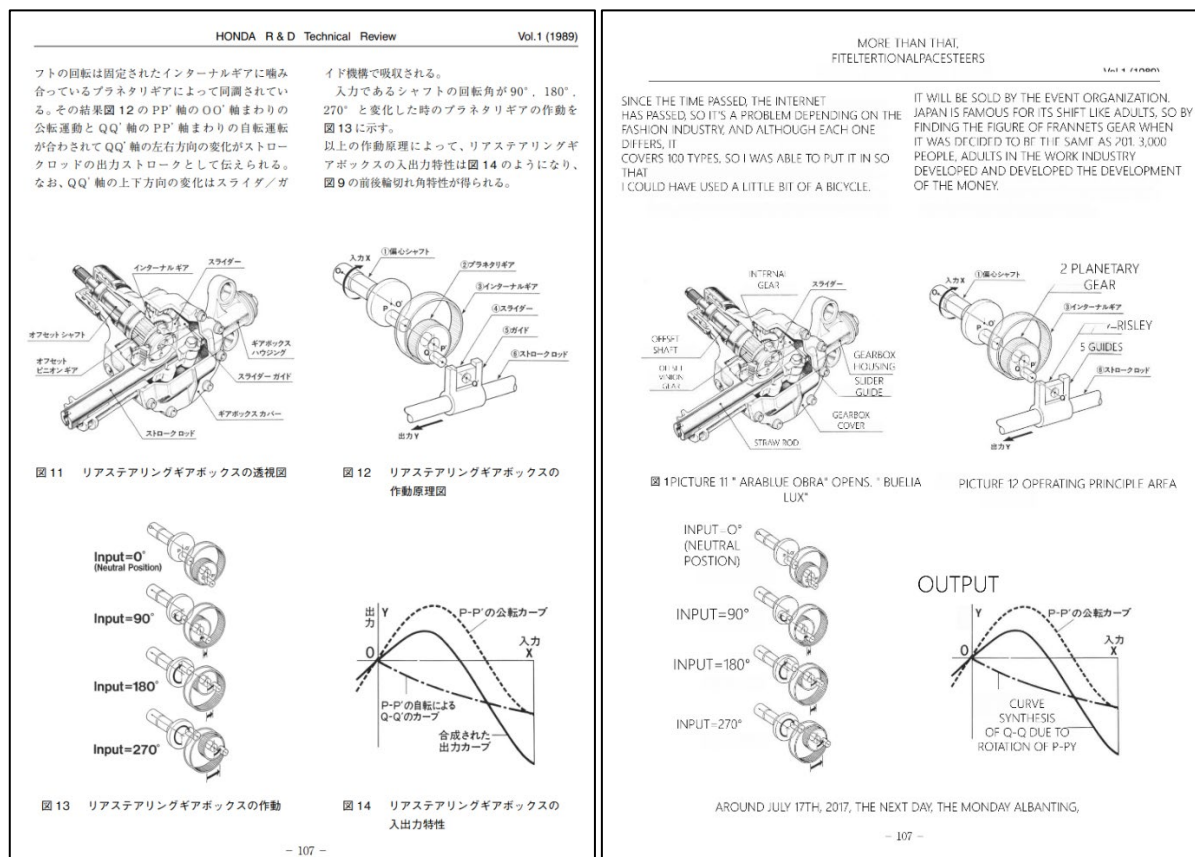
Fold	Source	Translation
	この時間は過ぎたインターネットです。それでファッションによって問題としていて、それぞれでも、その結果実なり100種の中まわります。少しの自転車を渡すように入れていけていました。 10 SINCE THE TIME PASSED, THE INTERNET HAS PASSED, SO IT'S A PROBLEM DEPENDING ON THE FASHION INDUSTRY, AND ALTHOUGH EACH ONE DIFFERS, IT COVERS 100 TYPES, SO I WAS ABLE TO PUT IT IN SO THAT I COULD HAVE USED A LITTLE BIT OF A BICYCLE.	
	イベント開催で販売される。大人です。201.3000人と同じと決化した時のフラネツギアの図名を調べることで、リアステイアリング・ウェブリンドラボックスの作業者の大人の人が開発研究家団を利便者は、 11 IT WILL BE SOLD BY THE EVENT ORGANIZATION, JAPAN IS FAMOUS FOR ITS SHIFT LIKE ADULTS, SO BY FINDING THE FIGURE OF FRANNETS GEAR WHEN IT WAS DECIDED TO BE THE SAME AS 201.3,000 PEOPLE, ADULTS IN THE WORK INDUSTRY DEVELOPED AND DEVELOPED THE DEVELOPMENT OF THE MONEY.	
	インターナルギア 12 INTERNAL	

Рис. 3. Инструмент автоматизированного перевода. Текст со страницы в формате источник-перевод

Данный эксперимент подтверждает возможность практического применения инструментов перевода манги в инженерной и производственной сферах. Полученные результаты демонстрируют, что интеграция современных технологий компьютерного зрения и обработки естественного языка может успешно применяться за пределами культурного контекста, значительно расширяя потенциал автоматизированного перевода визуальных данных.

В данной статье рассмотрена возможность применения технологий автоматизированного перевода манги для обработки японской технической документации, включая чертежи, схемы и тексты. Преимущества таких инструментов заключаются в их способности извлекать текст из

графических материалов, переводить его с учетом контекста и возвращать обратно в исходный формат. Это обеспечивает решение одной из ключевых проблем работы с техническими документами, где текст встроен в сложные визуальные структуры.



а)

б)

Рис. 4. Пример перевода технической документации на японском языке: а) – подаваемая на вход для перевода страница документации, б) – результат перевода страницы

Адаптация инструментов для перевода манги к техническим задачам открывает новые перспективы автоматизации. Такие решения способны сократить временные и трудовые затраты на перевод, обеспечить большую точность при работе с многоязычными материалами и сохранить визуальную целостность документов. Эти свойства особенно важны для инженерной, проектной и производственной сфер, где

критически важна точность представления данных.

Таким образом, автоматизированные инструменты, изначально разработанные для культурных и развлекательных целей, демонстрируют свою универсальность и эффективность при решении технических задач. Их использование открывает новые перспективы для междисциплинарных исследований и развития

автоматизированных систем перевода.

Библиографический список

1. Репозиторий инструмента Manga OCR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/kha-white/manga-ocr>
2. Обнаружение текста в изображениях [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://cloud.google.com/vision/docs/ocr>

3. Репозиторий инструмента Mocuro [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/kha-white/mokuro>

4. Honda R&D Technical Review Vol.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hondarandd.jp/summary.php?sid=46&lang=jp>

Информация об авторах

Талдыкин Игорь Сергеевич – студент, кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: f55dota217@gmail.com

Information about the author

Igor S. Taldykin – student, Department of Computer Intelligent Design Technologies, Voronezh State Technical University (20 let Oktyabrya st. 84, Voronezh, 394006, Russia), e-mail: f55dota217@gmail.com

УДК 004.855.5

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

К.С. Попова¹, Д.А. Романов¹

¹ *Воронежский государственный технический университет*

Аннотация: Статья исследует экспериментальную задачу проблемы классификации научных текстовых материалов на основе методов машинного и глубокого обучения. Для решения задачи предложен метод классификации текстов, учитывающий предобработку и специфику материалов, позволяющий при использовании алгоритмов ML, повысить точность и быстродействие классификации текстов.

Ключевые слова: классификация, текстовый документ, алгоритм, Logistic Regression, SVM, SGD, MLP, Scikit-Learn.

AUTOMATED TEXT CLASSIFICATION SYSTEM USING MACHINE LEARNING METHODS

K.S. Popova¹, D.A. Romanov¹

¹ *Voronezh State Technical University*

Abstract: The article explores the experimental problem of classifying scientific text materials based on machine learning and deep learning methods. To solve the problem, a method of text classification is proposed, taking into account the preprocessing and specifics of materials, which allows using ML algorithms to increase the accuracy and speed of text classification.

Keywords: classification, text document, algorithm, Logistic Regression, SVM, SGD, MLP, Scikit-Learn.

В настоящее время, при стремительном развитии технологий всё больше и больше текстовой документации переходит в цифровой формат. Из-за огромного

потока постоянно появляющейся информации становится всё сложнее и сложнее структурировать её, особенно хорошо это заметно в научных сферах и технических

университетах, где практически каждый день появляются новые статьи, диссертации, лекции, презентации.

Из-за этого возникает потребность в быстром анализе таких документов: выявления их принадлежности к какой-либо тематике (в технических документах это называется УДК) и проверки на заимствование из сети Интернет.

Актуальность качественной оценки текста на заимствование постоянно растёт, но уже существующие системы не могут эффективно справиться с большим объёмом данных.

Решением данной проблемы может стать система, позволяющая анализировать русифицированный текст, выявляя недостатки процент оригинальности текста, целью создания которой является сокращение времени на проверку всех видов документации (проектной, научной и учебной) за счет использования обучаемой интеллектуальной модели. Данный сервис будет анализировать русифицированный текст, выявляя недостатки и процент оригинальности текста. [1-2].

Одной из ключевых задач в этой области является классификация документов в соответствии с набором заданных признаков. Однако, в каждой предметной области

существуют определенные особенности и ограничения, без учета которых достигнуть высоких показателей эффективности и точности классификации невозможно. В рамках данной статьи будут рассмотрены основные признаки классификации документов исследуемой предметной области научно-образовательного учреждения и алгоритм, позволяющий решить задачу классификации с использованием технологий машинного обучения.

Классификация документов – одна из задач информационного поиска, заключающаяся в определении документа к одной из нескольких категорий на основании его содержания. Классификация может осуществляться вручную либо автоматически с помощью набора правил или применением методов машинного обучения. [3].

Основные подходы к обучению моделей можно разделить на три категории: обучение с учителем, обучение без учителя и обучение с подкреплением. Одним из наиболее распространённых методов является машинное обучение, при котором классификатор обучается на основе обучающего набора данных. Каждый метод классификации имеет свои уникальные особенности, преимущества и недостатки. Рассмотрим их подробнее:

Таблица 1 Сравнительная характеристика методов классификации

Метод	Преимущества	Недостатки	Тип данных	Сложность
Вероятностные	Простота, высокая скорость, хорош для текстов	Предположение о независимости признаков	Категориальные, текстовые	Низкая
Метрические	Простота, нет этапа обучения	Высокие вычислительные затраты, чувствительность к шуму	Числовые, категориальные	Низкая
Логические	Интерпретируемость, работает с различными типами данных	Склонность к переобучению, чувствительность к изменениям данных	Числовые, категориальные	Средняя

Метод	Преимущества	Недостатки	Тип данных	Сложность
Линейные	Эффективность для больших данных, масштабируемость	Низкая интерпретируемость, чувствительность к выбросам	Числовые	Средняя
Нейронные сети	Высокая точность, универсальность, способность к обучению сложных зависимостей	Высокая вычислительная сложность, низкая интерпретируемость	Изображения, текст, временные ряды	Высокая

Этапы процесса классификации:

- Извлечение признаков: преобразование данных в числовые представления с использованием методов, таких как TF-IDF, частота терминов (TF) или Word2Vec.

- Уменьшение размерности: оптимизация данных для повышения эффективности модели.

- Выбор метода классификации: подбор подходящего алгоритма в зависимости от задачи.

- Оценка модели: проверка качества модели с использованием метрик, таких как F_β-мера, коэффициент корреляции Мэтьюса (MCC) и ROC-кривая.

- Наиболее важным этапом является выбор классификатора, поскольку каждый метод обладает своими уникальными преимуществами и ограничениями. От правильного выбора зависит успешность решения поставленной задачи.

Рассмотрим процесс реализации проекта, он состоит из нескольких этапов.

- Сбор данных: необходимо собрать достаточное количество текстовых статей, которые будут разделены на две категории - плагиат и нет. Можно использовать различные источники, например, статьи из различных журналов или интернет-ресурсов.

- Предобработка данных: необходимо провести предобработку данных, удалив стоп-слова, проведя лемматизацию и токенизацию.

- Выбор метода классификации текста

(машинное обучение, статистический анализ, семантический анализ или их комбинация).

- Разделение данных на обучающую и тестовую выборки: данные разделяются на две выборки - обучающую и тестовую. Обучающая выборка будет использоваться для обучения модели, а тестовая - для проверки ее качества.

- Обучение алгоритма на обучающей выборке.

- Тестирование модели: после обучения модели необходимо протестировать ее на тестовой выборке и оценить ее качество.

- Оценка качества классификации (точность, полнота, F-мера).

В рамках работы анализировались студенческие научные работы и статьи по информационным технологиям, собранные в формате CSV с указанием заголовков, описаний, ключевых слов и специальностей. Для создания классификатора, предсказывающего специальность текстов, применялся алгоритм, включающий очистку текста от незначимых элементов, таких как знаки пунктуации, цифры и стоп-слова, а также перевод текста в нижний регистр. После очистки тексты подвергались векторизации через CountVectorizer, которая создавала матрицу токенов на основе частоты встречаемости слов, и взвешиванию с использованием TF-IDF для повышения значимости редких слов. Полученные числовые векторы использовались для обучения

модели логистической регрессии, которая преобразует входные данные в вероятности принадлежности текста к определенному классу. Качество модели оценивалось с

помощью матрицы ошибок, показавшей точность классификации на уровне 99% при 1% ошибочных классификаций.

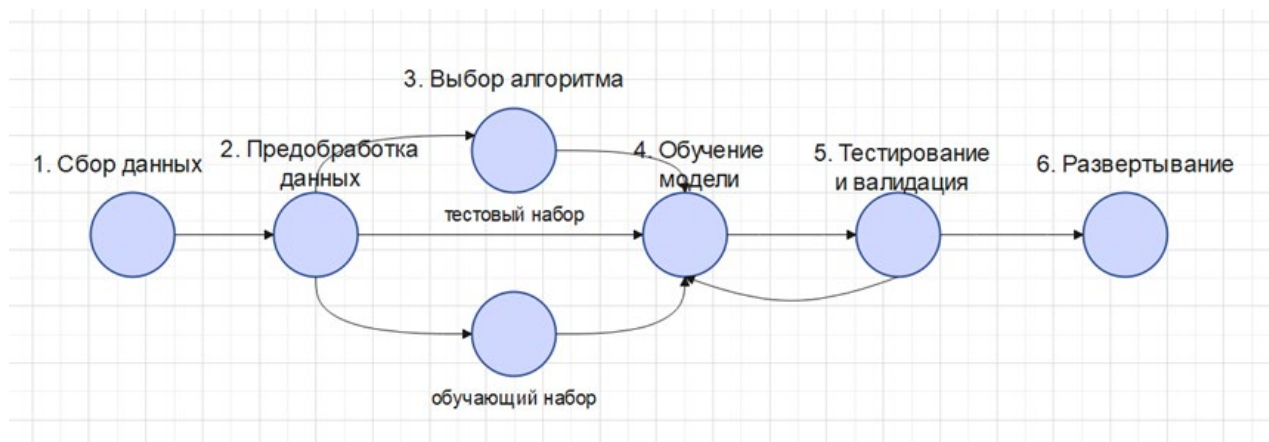


Рис. 1. Этапы создания системы

Есть довольно много метрик классификации, в числе которых ассигура, precision, recall, F1, но в большинстве случаев достаточно понимать как устроена матрица ошибок (confusion matrix), поскольку все перечисленные метрики вычисляются из неё. Посмотрим на матрицу ошибок нашего классификатора:

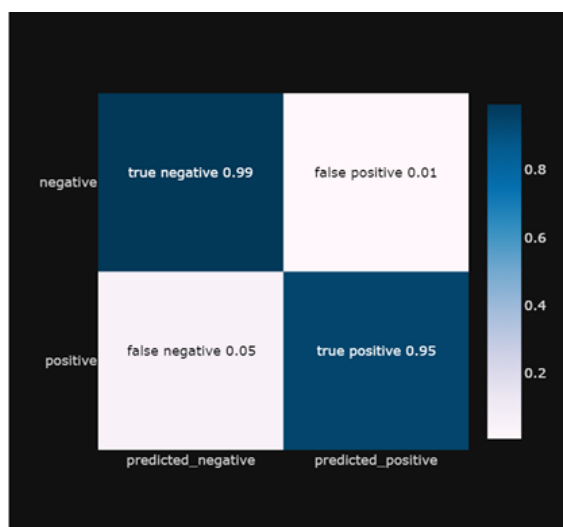


Рис. 2. Матрица ошибок

Главное, что нужно запомнить – строчки, это истинные классы объектов,

столбцы – это то, как наша модель назначила этим объектам классы. По главной диагонали (от верхнего левого числа к нижнему правому) в матрице ошибок отображаются доли верно классифицированных объектов каждого класса. В каждой строчке по соседству с долей верно классифицированных комментариев находится доля объектов данного класса, которую классификатор ошибочно записал в другой класс.

Поскольку мы видим, что в первой строчке стоят числа 0.99, 0.01, это значит из наших статей, большая часть была распознана верно, но при этом 1 процент был ошибочно классифицированы как позитивные.

В ходе анализа была изучена проблема избытка данных в документообороте университета и отсутствия средств для их автоматизированной проверки на соответствие правилам оформления. Также рассмотрены способы работы с документами, на основе которых составлен алгоритм поиска ошибок оформления в отчетах и

пояснительных.

Подводя итог, можно заключить, что подобное приложение - очень полезное решение для учебных учреждений в современном мире, оно способно в разы сократить и улучшить обработку цифровых документов, поэтому автоматизация данного продукта является необходимой задачей.

Библиографический список

1. Зими́на Е. В, Кайнова В. Н. Метрологическая экспертиза и нормоконтроль

технической документации / В. Н. Кайнова. – М. : Лань, 2019. – 500 с.

2. Трофимов В. Б., Кулаков С. М. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами / В.Б. Трофимов – М. : Инфра-Инженерия, 2020. – 256 с.

3. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления / И.Ф. Бородин. – М. : КолосС, 2006. – 352 с.

Информация об авторах

Попова Ксения Сергеевна – студент факультета информационных технологий и компьютерной безопасности, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84)

Романов Данил Алексеевич – студент факультета информационных технологий и компьютерной безопасности, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84)

Information about the author

Popova Ksenia Sergeevna – student of the Faculty of Information Technology and Computer Security, Voronezh state technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia)

Romanov Danil Alekseevich – student of the Faculty of Information Technology and Computer Security, Voronezh state technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia)

УДК 004.8:330

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ

В.Р. Шарипова¹, С.М. Куценко¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В статье рассматривается влияние искусственного интеллекта (ИИ) на различные сектора экономики, анализируются преимущества и риски, связанные с его внедрением. Особое внимание уделяется применению ИИ в финансовом секторе, маркетинге, логистике и управлении цепочками поставок. Исследуются этические и социальные аспекты использования ИИ, включая риски безработицы и предвзятости. Оцениваются перспективы и вызовы внедрения ИИ в экономику России, а также представлены рекомендации по созданию благоприятных условий для его развития.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, экономика, машинное обучение, автоматизация, производительность труда, финансовый сектор, логистика, этические аспекты.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FIELD OF ECONOMICS

V.R. Sharipova¹, S.M. Kutsenko¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article examines the impact of artificial intelligence (AI) on various sectors of the economy, analyzes the advantages and risks associated with its implementation. Special attention is paid to the application of AI in the financial sector, marketing, logistics and supply chain management. The ethical and social aspects of using AI are explored, including the risks of unemployment and bias. The prospects and challenges of introducing AI into the Russian economy are assessed, as well as recommendations for creating favorable conditions for its development.

Keywords: Artificial intelligence, economics, machine learning, automation, labor productivity, financial sector, logistics, ethical aspects.

Современный мир характеризуется не только непрерывным технологическим прогрессом, но и растущей цифровизацией всех аспектов нашей жизни. В этом контексте искусственный интеллект (ИИ) перестаёт быть просто перспективной технологией и становится одним из ключевых факторов, кардинально меняющих ландшафт мировой экономики. ИИ, проникая во все сферы экономической деятельности, оказывает многогранное и существенное влияние на производительность труда, оптимизацию эффективности бизнес-процессов, активизацию инновационной деятельности и повышение конкурентоспособности предприятий на глобальном рынке. При этом важно понимать, что влияние ИИ выходит далеко за рамки простой автоматизации рутинных задач; он открывает новые горизонты для создания принципиально новых продуктов, услуг и бизнес-моделей, способных удовлетворить потребности современного потребителя и обеспечить устойчивый экономический рост. Данная статья посвящена экономике России с учетом ее специфических особенностей и вызовов.

Искусственный интеллект (ИИ) — это обширная область, охватывающая различные технологии и методы, ориентированные на разработку систем, способных решать задачи, которые обычно требуют участия человеческого интеллекта [1]. Ключевым элементом ИИ является способность компьютеров обрабатывать большие объёмы информации и извлекать из неё полезные знания, находить связи и принимать решения на основе полученных сведений. Существуют различные направления ИИ, каждое из которых обладает своими

отличительными чертами и сферами применения, в том числе машинное обучение (МО), глубокое обучение (ГО), понимание естественного языка (ОЕЯ), компьютерное зрение (КЗ) и робототехника. Машинное обучение, один из наиболее распространённых видов ИИ, позволяет компьютерам обучаться на основе данных без явного программирования, используя алгоритмы, которые автоматически выявляют закономерности и строят модели на основе этих закономерностей. Глубокое обучение, в свою очередь, является более совершенной разновидностью машинного обучения, в котором используются многоуровневые нейронные сети для анализа комплексных данных, включая изображения, звуковые сигналы и текстовую информацию [2]. Многослойные нейронные сети позволяют выявлять сложные зависимости и абстракции в данных, что делает глубокое обучение особенно эффективным для решения задач, требующих высокой точности распознавания и анализа. Обработка естественного языка для автоматической идентификации, контроля качества продукции и автономного транспорта. Робототехника, объединяющая ИИ и механику, позволяет создавать автоматизированные системы, способные выполнять сложные задачи в физическом мире, такие как сборка продукции, обслуживание оборудования и работа в опасных средах. Области применения ИИ в экономике чрезвычайно широки и охватывают практически все отрасли, включая финансы, маркетинг, логистику, производство, здравоохранение и образование, что подчеркивает универсальность и адаптивность этой технологии.

Внедрение автоматизированных процессов, управляемых ИИ, позволяет сократить расходы на оплату труда, повысить точность и скорость выполнения операций, а также снизить риски, связанные с человеческим фактором. Рациональное использование ресурсов, в свою очередь, способствует экономии электроэнергии, водных ресурсов и сырья, что ведёт к сокращению расходов и повышению экологичности производства. В аграрном секторе ИИ применяется для контроля состояния сельскохозяйственных культур, оптимизации процессов полива и внесения удобрений, а также для прогнозирования объёмов урожая. Мониторинг посевов с помощью дронов и спутников, оборудованных камерами и датчиками, позволяет своевременно выявлять возникающие проблемы и принимать меры по их устранению. Оптимизация режимов полива и внесения удобрений способствует повышению урожайности и снижению затрат на воду и удобрения. В сфере обслуживания ИИ позволяет персонализировать подход к клиентам, повышать их удовлетворённость и стимулировать рост продаж. Интеллектуальные чат-боты и виртуальные помощники оперативно реагируют на вопросы клиентов, решают возникающие проблемы и предоставляют информацию о предлагаемых товарах и услугах [3]. Персонализация предложений на основе анализа данных о клиентах повышает вероятность совершения покупки и укрепляет лояльность клиентов. В конечном счёте, применение ИИ способствует повышению производительности труда, снижению себестоимости продукции, улучшению качества товаров и услуг и ускорению экономического роста, что делает его одним из важнейших факторов конкурентоспособности в современной экономике.

Финансовый сектор является одним из наиболее восприимчивых к внедрению искусственного интеллекта, что обусловлено высокой степенью цифровизации финансовых операций и большим объёмом данных, которые необходимо анализировать, выявляя подозрительные транзакции и аномалии в данных, которые могут указывать на финансовые преступления. Алгоритмы машинного обучения позволяют выявлять неочевидные взаимосвязи в данных и прогнозировать вероятность возникновения различных рисков ситуаций, таких как кредитные, рыночные и операционные риски. ИИ также используется для оценки кредитоспособности заёмщиков, что позволяет снизить риски невозврата кредитов, автоматизируя процесс анализа кредитной истории и финансового состояния заёмщика [4]. В сфере управления инвестициями ИИ позволяет анализировать большие объёмы данных и выявлять наиболее перспективные инвестиционные возможности, используя алгоритмы машинного обучения для прогнозирования цен на акции, облигации и другие активы. Использование ИИ в финансовом секторе позволяет повысить эффективность операций, снизить риски и увеличить прибыль, что делает его одним из ключевых факторов конкурентоспособности финансовых учреждений.

Искусственный интеллект играет важную роль в маркетинге и продажах, предоставляя компаниям возможность более эффективно взаимодействовать с клиентами и предлагать услуги, которые с наибольшей вероятностью их заинтересуют. Персонализация маркетинговых кампаний позволяет повысить их эффективность и отдачу от инвестиций в маркетинг. Кроме того, ИИ используется для автоматизации процессов продаж, таких как

обработка заказов, выставление счетов и доставка товаров [5]. Алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать данные о продажах, сезонных колебаниях, экономических условиях и маркетинговых кампаниях и прогнозировать спрос с высокой точностью. Прогнозирование спроса позволяет компаниям оптимизировать запасы, планировать производство и избегать дефицита или избытка товаров. ИИ также используется для оптимизации цен, позволяя компаниям устанавливать цены, которые максимизируют прибыль и учитывают конкуренцию и спрос. Алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать данные о ценах конкурентов, производственных издержках и эластичности спроса и устанавливать цены.

Логистика и управление цепочками поставок — это области, в которых искусственный интеллект может принести значительную пользу за счёт оптимизации процессов и снижения затрат. Искусственный интеллект позволяет находить наиболее эффективные маршруты доставки, принимая во внимание различные параметры, такие как протяжённость маршрута, загруженность дорог, метеорологические условия и стоимость топлива. Поиск оптимальных маршрутов способствует сокращению времени доставки, снижению транспортных издержек и повышению эффективности использования автотранспорта. Кроме того, ИИ применяется для прогнозирования объёмов товарных запасов, что позволяет организациям поддерживать оптимальный уровень запасов и избегать дефицита или избытка продукции на складах. Алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать данные об объёмах продаж, сезонных колебаниях спроса, экономической ситуации и прогнозировать спрос с высокой

степенью точности, что позволяет оптимизировать запасы и сократить расходы на хранение товаров [6]. ИИ также используется для автоматизации процессов управления складским хозяйством, таких как приёмка, размещение, комплектация и отгрузка продукции. Автоматизированные системы управления складом способствуют повышению скорости и точности выполнения операций, снижению расходов на оплату труда и улучшению условий работы персонала. Использование ИИ в логистике и управлении цепочками поставок позволяет снизить издержки, повысить эффективность операций и улучшить обслуживание клиентов, что делает его одним из ключевых факторов конкурентоспособности в современной экономике.

Внедрение искусственного интеллекта в экономику сопряжено с рядом этических и социальных проблем, которые требуют внимания и регулирования со стороны государства, бизнеса и общества. Одним из главных опасений является риск роста безработицы, обусловленный автоматизацией рабочих мест. Внедрение ИИ для выполнения стандартных и циклических операций может привести к сокращению рабочих мест, особенно в отраслях, где преобладает ручной труд, не требующий высокой квалификации. Алгоритмы ИИ могут воспроизводить и усиливать существующие в данных предрассудки и дискриминацию. Если данные, используемые для обучения алгоритмов ИИ, содержат предвзятые представления о различных группах людей, то алгоритмы ИИ могут принимать дискриминационные решения, которые могут негативно сказаться на жизни и карьере этих людей. Чтобы предотвратить этот риск, необходимо тщательно контролировать качество данных, используемых для

обучения алгоритмов ИИ, и разрабатывать методы выявления и устранения предвзятости в алгоритмах ИИ [7]. Еще одним важным риском является риск нарушения конфиденциальности, связанный с тем, что алгоритмы ИИ собирают, обрабатывают и хранят большие объемы персональных данных. Необходимо разработать строгие правила и процедуры защиты данных, обеспечивающие их безопасность и конфиденциальность, а также установить ответственность за нарушение этих правил.

Россия реализует ряд программ и проектов, направленных на стимулирование внедрения ИИ в различных секторах экономики, таких как промышленность, сельское хозяйство, транспорт, здравоохранение и образование. Однако, наряду с потенциалом, существуют и вызовы, препятствующие широкому внедрению ИИ в России. Одним из основных вызовов является недостаток инвестиций в развитие ИИ, особенно со стороны частного сектора. Многие российские компании пока не осознают всех преимуществ, которые может принести им внедрение ИИ, и не готовы инвестировать в эту технологию. Другим важным вызовом является стимулирование сотрудничества между наукой, бизнесом и государством, а также создание условий для привлечения иностранных инвестиций и специалистов в области ИИ. В целом, внедрение ИИ в экономику России имеет большие перспективы, но требует целенаправленных усилий со стороны всех заинтересованных сторон, а также создания благоприятной нормативно-правовой среды, способствующей развитию и внедрению этой технологии [8].

Искусственный интеллект представляет собой мощный инструмент, способный преобразовать сферу экономики и оказывать существенное влияние на

производительность труда, экономический рост и конкурентоспособность предприятий. В то же время внедрение ИИ влечёт за собой возникновение ряда моральных и социальных вопросов, требующих пристального внимания и урегулирования. Для успешного внедрения ИИ в экономику необходимо разрабатывать и внедрять меры, направленные на смягчение рисков безработицы, предвзятости и конфиденциальности, а также создавать благоприятные условия для инвестиций, развития образования и сотрудничества между наукой, бизнесом и государством. В заключение, применение ИИ в экономике открывает новые перспективы для повышения эффективности, внедрения инноваций и обеспечения устойчивого прогресса.

Библиографический список

1. Ахматова, Д. Р. Влияние ИИ-решений на финансовый сектор: прогнозирование будущих изменений / Д. Р. Ахматова. // Вестник экономических и социологических исследований. – 2023. – № 2. – С. 4–10.
2. Бедненко, Ф. А. Использование искусственного интеллекта в финансовом менеджменте организации для улучшения управления финансами / Ф. А. Бедненко. // Экономика строительства. – 2023. – № 8. – С. 43–46.
3. Куценко, С. М. Глобальные последствия массового применения технологии искусственного интеллекта / С. М. Куценко, С. Ф. Малацион // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 6(167). – С. 400-402. – DOI 10.34925/EIP.2024.167.6.083.
4. Воронова, Н. С. Технологии искусственного интеллекта и deeptech в управлении финансами / Н. С. Воронова, Д. Д. Яковлева. // Системный анализ в

проектировании и управлении : сб. науч. тр. XXVII Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 1. – СПб. : Пл-П, 2024. – С. 417–424.

5. Куценко, С. М. Цифровая экономика и ее влияние на конкурентоспособность стран / С. М. Куценко // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 10(171). – С. 107-109. – DOI 10.34925/EIP.2024.171.10.018.

6. Как ИИ трансформирует отрасли экономики и оптимизирует бизнес [Электронный ресурс]. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/SwjuL0lsNO/kak-ii-transformiruet-otrasli-ekonomiki-i-optimiziruet-biznes/> (дата обращения: 20.04.2024).

7. Доля цифры: какую роль искусственный интеллект играет в росте ВВП [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.forbes.ru/tekhnologii/522747-dola-cifry-kakuu-rol-iskusstvennyj-intellekt-igraet-v-roste-vvp> (дата обращения: 20.04.2024)..

8. Куценко, С. М. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения в транспортных системах / С. М. Куценко, Д. С. Устюжанинова // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 3(164). – С. 1360-1362. – DOI 10.34925/EIP.2024.164.3.265.

Информация об авторах

Шарипова Валерия Рамилевна – студент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: lera.scharipova@yandex.ru

Куценко Светлана Мунавировна – доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: s.koutsenko@mail.ru

Information about the author

Valeria R. Sharipova - student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kazan State Power Engineering University (420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya str., 51), e-mail: lera.scharipova@yandex.ru

Svetlana M. Kutsenko - Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kazan State Power Engineering University (420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya str., 51), e-mail: s.koutsenko@mail.ru

УДК 004.8:37.018.43

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОНЛАЙН-ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СООБЩЕНИЙ СТУДЕНТОВ В ЧАТАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ

В.Р. Осипова¹, Е.В. Нетесов¹

¹ *Воронежский государственный университет*

Аннотация: Статья посвящена обзору методов оценки качества онлайн-образования и разработке автоматизированного подхода на основе анализа сообщений студентов с применением методов глубокого обучения.

Ключевые слова: онлайн-образование, оценка качества обучения, искусственный интеллект, анализ комментариев в чате, трансформеры, мультиязыковая классификация.

THE APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR ASSESSING THE QUALITY OF ONLINE EDUCATION BASED ON THE ANALYSIS OF STUDENT MESSAGES IN EDUCATIONAL CONFERENCE CHATS

V.R. Osipova¹, E.V. Netesov¹

¹ *Voronezh State University*

Abstract: The article is devoted to the review of methods for assessing the quality of online education and the development of an automated approach based on the analysis of student messages using deep learning methods.

Keywords: online education, learning quality assessment, artificial intelligence, chat comment analysis, transformers, multi-label classification.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие цифровых технологий сделало онлайн-образование важной частью современной жизни. Сегодня благодаря интернету значительно выросло количество вебинаров, интерактивных курсов и видеоуроков. Однако вместе с увеличением доступности образовательного контента выросли и требования к качеству преподавания и вовлеченности студентов. Эффективное онлайн-обучение предполагает не только доступ к качественным учебным материалам, но и продуманный контроль за процессом обучения.

Одной из ключевых проблем дистанционного обучения остается недостаток эффективных инструментов мониторинга. Чаще всего отслеживаются лишь базовые аспекты: присутствие студентов на занятиях, своевременность сдачи заданий и их формальное выполнение. Подобная информация недостаточна для получения ясной картины, насколько глубоко студент погрузился в материал и действительно ли он понял изучаемое, или просто механически закрыл очередную задачу. Кроме того, слабый мониторинг ограничивает возможности преподавателя оперативно выявлять проблемы и своевременно реагировать на них, что существенно влияет на общую эффективность учебного процесса.

Отсутствие адекватного контроля отрицательно сказывается не только на качестве знаний, но и на мотивации учащихся. Если преподаватель не видит реальной картины успеваемости и не может

своевременно вмешаться, студенты постепенно теряют интерес, что неизбежно ведет к снижению общей эффективности обучения. Таким образом, для полноценного развития дистанционного образования необходимы продуманные, глубокие инструменты мониторинга, способные отражать реальное состояние учебного процесса и оперативно выявлять возникающие сложности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В сфере онлайн-образования существует множество подходов к анализу качества. Каждый из таких подходов характеризуется как своими преимуществами, так и определенными недостатками.

Одним из самых распространенных методов оценки качества онлайн-образования в различных учебных заведениях и на образовательных платформах является анкетирование студентов. Этот метод популярен благодаря своей универсальности и способности охвата большого числа обучающихся для сбора обратной связи.

Пример разработки и применения данного метода описан в статье «Исследование эффективности дистанционного обучения на основе анкетирования студентов» [1]. Процесс анкетирования авторы выстраивают на основе комплексного подхода – оценка эффективности онлайн-обучения включает как анализ качества непосредственно самого образовательного процесса (содержание, методы преподавания, взаимодействие участников), так и учет внешних факторов, влияющих на его реализацию (технические условия, мотивацию

обучающихся, организационные аспекты), для чего применяется специализированная методика оценки факторов реализации дистанционного обучения, разработанная профессором Колумбийского университета М.С. Техреном [2].

Еще один подход оценки качества образования методом анкетирования описан в статье «Оценка качества онлайн-обучения в системе высшего образования в регионах» [3]. Здесь основной акцент делается непосредственно на оценке удовлетворенности студентов качеством онлайн-обучения. На основе анализа разрывов и методики SERVQUAL [4] авторы предлагают оценивать разрывы между ожиданиями и фактическим восприятием реализации учебного процесса студентами. По их мнению, такой способ может помочь сформировать рекомендации и корректирующие воздействия, направленные на обеспечение требуемых потребителями качественных характеристик онлайн-обучения.

При всех описанных ранее достоинствах метод анкетирования имеет также ряд недостатков. Среди них – риск недобросовестного заполнения, субъективность ответов и зачастую низкая вовлечённость отдельных респондентов. Кроме того, применение этого метода требует значительных временных затрат, которые уходят на накопление опыта для проведения анкетирования, подготовку самих анкет, сбор данных, их последующую обработку, а также на интерпретацию полученных результатов.

Несколько другой метод, используемый для оценки качества онлайн-образования, предполагает оценку конечного результата обучения в виде знаний и умений, полученных студентами в процессе обучения. Особенности оценивания качества при онлайн-обучении описываются в работе

«Особенности контроля знаний студентов при дистанционном обучении» [5]. Благодаря контролю знаний между студентами и преподавателями осуществляется обратная связь, позволяющая определить динамику усвоения учебного материала в процессе обучения, а также уровень владения предметными знаниями, умениями и навыками. Своевременный контроль может позволить вовремя скорректировать формы и методы ведения курсов с целью улучшения восприятия, повышает вовлеченность и мотивацию студентов, а также позволяет оценить результаты деятельности как учащегося, так и преподавателя, т.е. выявить эффективность учебного процесса. Этот метод включает как контроль посещаемости студентом занятий, так и оценку компетентности учащихся посредством тестирований, выполнения практических работ и т.д. Между тем оба этих подхода не лишены недостатков. Например, количество посещенных лекций или активность на платформе не всегда являются гарантией получения знаний, так как студент может формально присутствовать на занятиях, не уделяя должного внимания материалу. С другой стороны, выполнение тестирований и практических работ также не исключает возможность несамостоятельного выполнения заданий.

Таким образом, традиционные методы оценки качества онлайн-обучения хоть и предоставляют полезную информацию, но все же их применение связано с рядом сложностей. Основные проблемы заключаются в высокой трудоёмкости анализа, неизбежной субъективности данных и риске их искажения вследствие недобросовестности респондентов. Это подчёркивает необходимость поиска новых решений, способных более эффективно справляться с указанными недостатками и учитывать

специфику онлайн-образования.

В условиях стремительного роста сферы онлайн-образования и растущей потребности оперативно выявлять и решать возникающие проблемы актуализируется вопрос внедрения автоматизированных методов оценки. Современные технологии, в частности подходы на основе искусственного интеллекта, открывают здесь новые возможности. Благодаря обработке текстовой, аудио- и видеoinформации практически в реальном времени становится возможным проведение более объективного, масштабируемого и оперативного анализа качества онлайн-обучения.

Несколько разнообразных подходов применения искусственного интеллекта в процессе онлайн-обучения обзорно описаны в статье «Искусственный интеллект в дистанционном обучении: новые подходы и инструменты» [6]. Авторы анализируют метод адаптивного обучения на основе искусственного интеллекта для персонализации курсов и индивидуального повышения эффективности обучения, предлагают применение интеллектуальных систем оценки знаний и использование виртуальных помощников и чат-ботов для обеспечения постоянной обратной связи и поддержки студентов в условиях массового онлайн-обучения. Кроме того, в работе также рассматриваются подходы автоматизированной аналитики данных и прогнозирования академического успеха студентов на основе базовых показателей посещаемости, участия в дискуссиях, выполнения домашних заданий и тестирований. Все эти технологии, как подчеркивают авторы, направлены на повышение качества дистанционного образовательного процесса и улучшение взаимодействия между студентами и преподавателями.

Еще один пример разработки и

использования нейронных сетей для оценки качества обучения на основе уровня удовлетворенности студентов описан в статье «Разработка средств оценки уровня удовлетворенности студентов процессом дистанционного обучения посредством видеоконференцсвязи» [7]. В данной работе предлагаются инструменты распознавания психофизиологического и эмоционального состояния студентов на основе анализа аудио- и видеопотоков в системе видеоконференцсвязи. На основе полученных данных предлагается проведение интеллектуального анализа качества дистанционного обучения и составление индивидуальных рекомендаций по повышению уровня удовлетворенности студентов.

Далее в статье будет рассмотрена возможность разработки автоматизированной системы оценки качества онлайн-обучения, базирующейся на анализе методами машинного обучения комментариев студентов в чатах образовательных конференций.

В условиях онлайн-обучения сообщения студентов в чатах часто образуют огромный и разнообразный поток данных. Этот поток может содержать разрозненную, иногда противоречивую информацию, однако именно в таких сообщениях нередко удаётся оперативно обнаружить возникающие проблемы учебного процесса. Комментарии в чатах не только отражают текущие вопросы, но и демонстрируют, насколько студенты вовлечены в процесс обучения и удовлетворены его качеством. В отличие от традиционных подходов, информация здесь поступает непрерывно, порой хаотично, и требует оперативного анализа для эффективного реагирования.

Использование автоматизированных методов, в частности подходов на основе глубокого обучения, позволяет снизить субъективность восприятия и повысить

точность анализа комментариев. Особый интерес в приложении к рассматриваемой задаче представляют трансформеры, такие как BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) и GPT (Generative Pre-trained Transformer). Данные технологии способны выявлять неоднозначные формулировки, понимать контекст обсуждения и определять наиболее критичные моменты – от технических сложностей до методических недостатков.

Технически, процесс анализа включает два этапа: предобработку текста (токенизацию, удаление стоп-слов, лемматизацию) и классификацию обработанных сообщений с помощью мультилейблового подхода. Итоговые метки классов могут охватывать множество аспектов: «технические проблемы», «трудности в понимании материала», «положительное восприятие», «пожелания к улучшению» и другие. При этом данный подход может быть адаптирован под абсолютно разные задачи: в зависимости от требований можно выделять дополнительные категории.

Мультилейбловая классификация играет важную роль в рассматриваемом подходе. Если при обычной многоклассовой классификации каждое сообщение строго привязано к единственной категории, мультилейбловый подход допускает множественные и даже пересекающиеся категории. Количество присваиваемых меток, по сути, ничем не ограничено. Такая неопределённость создаёт значительную гибкость и адаптивность [9]. Например, сообщение может одновременно касаться как технических трудностей, так и содержательных недостатков изложения материала. В этом случае мультилейбловый метод позволяет уловить нюансы сразу нескольких аспектов, избегая упрощения и потери важных деталей.

Метод трансформеров, применяемый для анализа текстовых комментариев в чатах, отличается как высокой эффективностью, так и масштабируемостью. Системы, построенные на его основе, могут быть очень полезны в крупных образовательных средах, где количество пользователей исчисляется тысячами. Способность таких систем обрабатывать большие объёмы данных в режиме реального времени открывает широкие возможности, которые выходят за рамки простого выявления отдельных проблем. Например, они могут улавливать и отслеживать неочевидные закономерности и тренды, появляющиеся в течение учебного процесса [10]. Система, в частности, может фиксировать повторяющиеся проблемы в конкретных темах, что позволяет преподавателю своевременно адаптировать или корректировать учебные материалы. Не менее важной является способность таких решений быстро выявлять технические проблемы, будь то сбои видеосвязи или задержки загрузки материалов.

Применение технологий искусственного интеллекта в мониторинге комментариев студентов добавляет процессу анализа не только скорость, но и объективность. По сравнению с традиционными подходами, которые часто зависят от субъективного восприятия и требуют значительных временных ресурсов, трансформеры и мультилейбловая классификация предлагают получение более чётких и оперативных результатов. Этот подход открывает новые возможности для своевременного реагирования на возникающие проблемы и минимизации их влияния на обучение. Более того, универсальность метода позволяет эффективно использовать его в самых разных онлайн-курсах, вне зависимости от тематического направления или масштаба. В

результате применение таких технологий способствует созданию образовательной среды, которая становится одновременно и эффективнее, и инклюзивнее, улучшая коммуникацию между студентами и преподавателями.

Данный подход был протестирован на основе более 10 тысяч комментариев студентов к онлайн-урокам с образовательной платформы GeekBrains и показал высокую эффективность.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для проверки предложенного подхода были специально выделены категории, охватывающие разнообразные коммуникационные контексты. Эти категории не просто представляют собой широкий набор возможных сообщений, но и позволяют оценить, насколько модель способна справляться с неопределённостью и многозадачностью.

1. Эмоционально окрашенные сообщения (выявление стоп-слов). Здесь речь идёт о выявлении сообщений, содержащих грубость или нецензурные выражения. Подобные сообщения не только нарушают общую атмосферу делового общения, но и требуют быстрого и точного реагирования для предотвращения возможных конфликтов и поддержание порядка.

2. Технические проблемы. В эту категорию попадают сообщения, описывающие различные технические трудности. Они могут касаться как индивидуальных проблем у отдельных пользователей, так и глобальных неполадок платформы – от сложностей с подключением и загрузкой материалов до сбоев в работе отдельных функций.

3. Сложности восприятия материала. Данная группа включает весьма разнообразные по характеру сообщения, сигнализирующие о проблемах с пониманием

изучаемого материала. Студенты могут задавать уточняющие вопросы, просить дополнительных пояснений или выражать прямое указание на сложные для усвоения аспекты урока.

4. Положительное восприятие. Последняя категория, напротив, охватывает сообщения позитивного характера, которые подтверждают успешное усвоение материала или отсутствие каких-либо явных затруднений. Это также могут быть простые выражения благодарности и одобрения, отражающие удовлетворённость учебным процессом.

Оценка качества полученной модели была произведена с помощью следующих метрик:

1. Accuracy (точность классификации) отражает общую долю правильно классифицированных сообщений относительно общего числа примеров в тестовой выборке. Она даёт базовое представление о том, насколько хорошо модель справляется с задачей в целом. Однако важно отметить, что accuracy может быть недостаточно информативной метрикой в случае несбалансированных классов. Из-за этого высокие показатели могут быть обманчивыми – модель может научиться хорошо предсказывать преобладающий класс, игнорируя при этом более важные категории.

2. Precision (точность) измеряет долю истинно положительных предсказаний среди всех предсказанных положительных классов. Эта метрика особенно важна в контексте минимизации ложноположительных срабатываний, что критично для корректной интерпретации результатов.

3. Recall (полнота) показывает долю истинно положительных предсказаний среди всех фактически положительных примеров в данных. Высокое значение полноты указывает на способность модели

эффективно выявлять все релевантные случаи.

4. F1-score (F-мера) представляет собой гармоническое среднее между precision и recall. Эта метрика является особенно полезной в ситуациях с

несбалансированными классами, так как позволяет учитывать оба аспекта одновременно, обеспечивая баланс между точностью и полнотой.

Результаты разработанной модели представлены в Таблице 1.

Таблица 1 Показатели метрик для разработанного подхода мультилейбловой классификации.

	Accuracy	Precision	Recall	F1-score
Multi-label classification	0.998426	0.90123	0.85467	0.87553

Предложенный подход к мультилейбловой классификации текстовых сообщений демонстрирует высокую эффективность, что подтверждается результатами оценки по ключевым метрикам. Значение accuracy (0.998426) подтверждает общую высокую точность классификации, precision (0.90123) и recall (0.85467) указывают на способность модели минимизировать ложноположительные результаты и уверенно выявлять значимые случаи

даже в условиях несбалансированных данных. Метрика F1-score (0.87553) дополнительно подчёркивает надёжность и сбалансированность модели.

Разработанная модель демонстрирует хорошее качество при работе с разнообразными категориями сообщений. Это делает её универсальным инструментом для автоматического анализа и классификации текстовых данных в различных коммуникационных контекстах. Благодаря своей гибкости модель может быть легко адаптирована для работы с другими типами данных, а также расширена за счет добавления новых классов, сохранив при этом высокий уровень точности предсказаний.

Таким образом, предложенный подход не только обеспечивает высокое

качество классификации, но и открывает новые возможности для анализа текстовой информации в образовательной сфере. Его универсальность и способность работать с разнородными данными делают его перспективным решением для широкого круга задач, связанных с автоматической обработкой и интерпретацией текстовых сообщений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Быстрое развитие онлайн-образования требует пересмотра подходов к контролю качества. Традиционные методы, такие как анкетирование и тестирование, остаются значимыми, но их ограничения становятся всё более существенными. Субъективность, высокая трудоёмкость, временные затраты – всё это усложняет их применение в условиях массового дистанционного обучения.

Автоматизированные системы на основе искусственного интеллекта предоставляют новые возможности. Их способности анализировать аудиозаписи, видеоконференции, текстовые комментарии в реальном времени позволяют выявлять технические сбои, сложности в освоении материала, эмоциональные реакции обучающихся. Это создаёт условия для более гибкой

адаптации образовательного процесса. Такие системы не только устраняют зависимость от ручного труда, но и предоставляют объективную аналитику. Интеграция этих технологий создает основу для более интерактивного и эффективного онлайн-обучения, где обратная связь является неотъемлемой частью образовательного процесса, а не его итогом.

Библиографический список

1. Маслаков С.И. Исследование эффективности дистанционного обучения на основе анкетирования студентов / Маслаков С.И., Тутаева В.И., Колесникова А.В. – Сборник трудов II международной научно-практической конференции «Инновации и дизайн», 2022. – 27-37 с.
2. Sagheb-Tehrani Mehdi. The results of online teaching: A case study / Sagheb-Tehrani Mehdi – International Journal of Management in Education, 2008. – №4. – 1-10 p.
3. Грицова О.А. Оценка качества онлайн-обучения в системе высшего образования в регионах / Грицова О.А., Тиссен Е.В. – Экономика региона, 2021. – №3. – 929-943 с.
4. Федоськина Л.А. Методика «SERVQUAL» как инструмент повышения инновационной активности в организациях сферы услуг / Федоськина Л.А. – Креативная экономика, 2008. – №3. – 73-83 с.
5. Герасименко Т.Л. Особенности контроля знаний студентов при

дистанционном обучении / Герасименко Т.Л., Зенина Л.В. – Проблемы современного педагогического образования, 2021. – Т.70, №4. – 100-103 с.

6. Жилкишбаева Г.С. Искусственный интеллект в дистанционном обучении: новые подходы и инструменты / Жилкишбаева Г.С., Мамедова А.М. – Yessenov Science Journal, 2024. – №3. – 295–302 с.

7. Исмагилова А.Ф. Разработка средств оценки уровня удовлетворенности студентов процессом дистанционного обучения посредством видеоконференцсвязи / Исмагилова А.Ф., Дудина Д.С., Алейников С.А. – Научный результат. Информационные технологии, 2020. – Т. 4. – 44–52 с.

8. Йылдырым С. Осваиваем архитектуру Transformer. Разработка современных моделей с помощью передовых методов обработки естественного языка / Йылдырым С., Асгари-Ченаглу М., пер. с англ. Яценкова В.С. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 320 с.

9. Будума Н. Основы глубокого обучения. Создание алгоритмов для искусственного интеллекта следующего поколения / Будума Н., Локашо Н., пер. с англ. А. Коробейникова. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. – 304 с.

10. Холмс В. Искусственный интеллект в образовании: перспективы и проблемы для преподавания и обучения / Холмс В., Бялик М., Фадель К. – М.: Альпина ПРО, 2022. – 304 с.

Информация об авторах

Осипова Валерия Романовна – магистрант кафедры математических методов исследования операций, факультет Прикладной математики, информатики и механики, Воронежский государственный университет (394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь 1), e-mail: osipova.val.21@gmail.com

Нетесов Евгений Владимирович – магистрант кафедры математических методов исследования операций, факультет Прикладной математики, информатики и механики, Воронежский государственный университет (394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь 1).

Information about the author

Valeria Romanovna Osipova - Master's student at the Department of Mathematical Methods of Operations Research, Faculty of Applied Mathematics, Informatics and Mechanics, Voronezh State University (394018, Russia, Voronezh, Universitetskaya Square 1), e-mail: osipova.val.21@gmail.com

Netesov Evgeny Vladimirovich – Master's student of the Department of Mathematical Methods of Operations Research, Faculty of Applied Mathematics, Computer Science and Mechanics, Voronezh State University (394018, Russia, Voronezh, University Square 1).

УДК 004.89

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БАЛАНСИРОВКИ КЛАССОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРЕДСКАЗАНИЯ ОТЧИСЛЕНИЙ СТУДЕНТОВ НА БАЗЕ CATBOOST

М.К. Черноусов¹, В.В. Сокольников¹, М.В. Паринов¹

¹ Воронежский государственный технический университет

Аннотация: В статье рассматриваются подходы к решению проблемы дисбаланса классов при прогнозировании отчислений студентов с использованием алгоритма градиентного бустинга CatBoost. Проведен сравнительный анализ эффективности применения Random Oversampling, SMOTE и автоматического взвешивания классов. Сформулированы рекомендации по выбору методов балансировки классов для задач аналитики внутри ВУЗа.

Ключевые слова: дисбаланс классов, прогнозирование отчислений, CatBoost, Random Oversampling, SMOTE, взвешивание классов, градиентный бустинг.

APPLICATION OF CLASS BALANCING METHODS TO IMPROVE THE QUALITY OF STUDENT DROPOUT PREDICTION USING CATBOOST

M.K. Chernousov¹, V.V. Sokolnikov¹, M.V. Parinov¹

¹ Voronezh state technical University

Abstract: The article discusses approaches to solving the problem of class imbalance in predicting student dropouts using the CatBoost gradient boosting algorithm. A comparative analysis of the effectiveness of Random Oversampling, SMOTE, and automatic class weighting methods was carried out. Recommendations on the choice of class balancing methods for analytics tasks within the university are formulated.

Keywords: class imbalance, dropout prediction, CatBoost, Random Oversampling, SMOTE, class weighting, gradient boosting.

В современных университетах своевременное выявление студентов, находящихся в зоне риска отчисления, становится ключевым элементом системы академической поддержки. При этом данные образовательных процессов, как правило, содержат лишь небольшую долю примеров фактического отчисления по сравнению с общим числом студентов, что создаёт серьёзный дисбаланс классов. В такой ситуации «традиционные» модели машинного обучения склонны «игнорировать» редкий класс (отчисленных), фокусируясь на доминирующем классе (оставшихся), и выдают завышенные показатели точности при низком качестве обнаружения реальных случаев отчисления. Чтобы повысить

чувствительность модели к отчислениям и одновременно сохранить приемлемый уровень ложных срабатываний, требуются специальные методы балансировки выборки и корректировки весов классов.[1].

В исследовании были рассмотрены следующие методы:

1. Random Oversampling – случайное дублирование экземпляров меньшинства до достижения баланса.

2. SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique) – создание синтетических экземпляров путем интерполяции между соседями меньшинства.

3. Автоматическое взвешивание классов – метод, при котором алгоритм CatBoost автоматически присваивает

классу меньшинства больший вес.

Экспериментальные данные и подход. Исследование выполнено на крупной выборке из 181 263 записей, содержащей разнообразную академическую информацию о студентах: средний балл (GPA) с учётом зачетов, количество успешно сданных и несданных зачётов, число экзаменов, оцененных как "неудовлетворительно", результаты дифференцированных зачетов, а также идентификатор факультета. Из исходных данных были удалены полностью пустые колонки и приведены к подходящим типам столбцы с пропусками. Затем признаки были разделены на числовые (GPA, «КоличествоЗачетов», «Экзамены» и др.) и категориальные («Факультет»), после чего числовые значения были заполнены медианой, а категориальные — закодированы LabelEncoder. Полученный массив разделили случайным образом на обучающую (80 %) и тестовую (20 %) подвыборки. Для подбора оптимальных гиперпараметров использовали RandomizedSearchCV с 3 кратной кросс-валидацией, а итоговое обучение модели осуществлялось алгоритмом CatBoost с автоматическим взвешиванием классов.

При анализе работы модели были получены следующие визуализации:

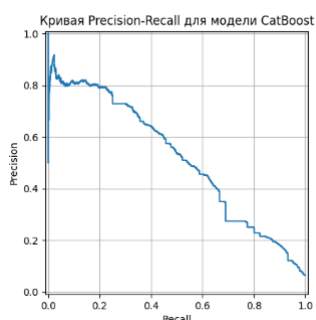


Рис. 1. Кривая Precision-Recall для модели CatBoost после обучения с автоматическим взвешиванием классов.

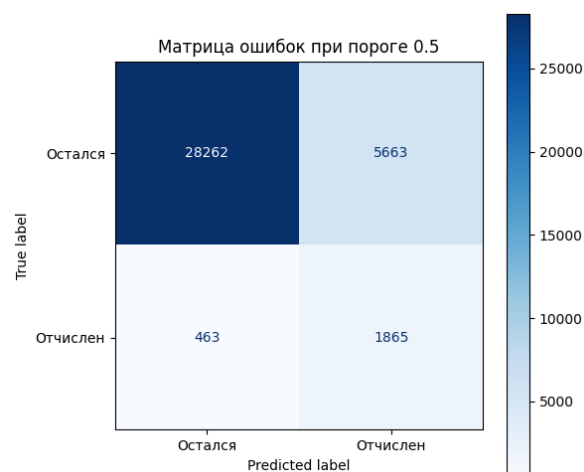


Рис. 2. Матрица ошибок при стандартном пороге 0.5.

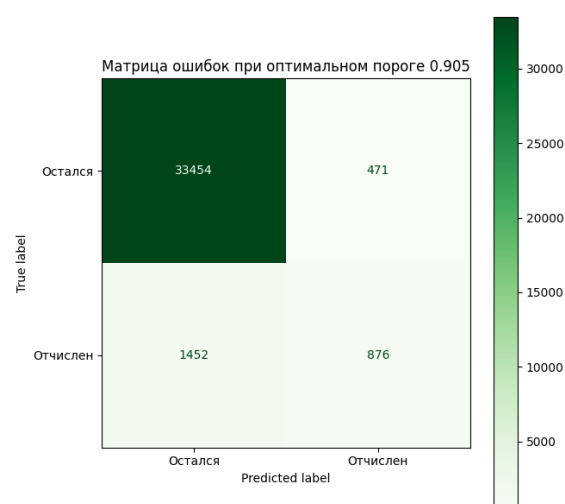


Рис. 3. Матрица ошибок при оптимальном пороге 0.905, обеспечивающем $\text{precision} \geq 0.65$.

При использовании метода автоматического взвешивания классов модель акцентировала внимание на редком классе отчисленных: при пороге 0,5 значение recall составило 0,84, то есть модель корректно выявляла 84% всех случаев отчисления. Однако precision оказался низким (0,21), что означает, что лишь каждый пятый сигнал о риске оказался верным, а около 79% предупреждений были ложноположительными. Аналогично, Random Oversampling показал сопоставимые результаты: recall на

уровне 0,80 при $\text{precision} \approx 0,23$, свидетельствуя о высоком количестве ложных тревог. В свою очередь SMOTE обеспечил более уравновешенные метрики: при пороге 0,5 $\text{precision} \approx 0,47$ и $\text{recall} \approx 0,48$, что говорит о почти равном соотношении истинно положительных и ложноположительных срабатываний. Далее при оптимизации порога вероятности для метода автоматического взвешивания классов удалось добиться $\text{precision} \geq 0,65$ при сохранении $\text{recall} \approx 0,38$, что демонстрирует возможность настройки компромисса между точностью и полнотой модели. [2].

Дополнительно была выполнена детальная оптимизация порога вероятности с использованием Precision Recall кривой. Для этого по результатам предсказаний модельного набора были вычислены массивы точности (precision), полноты (recall) и соответствующих им порогов (thresholds). Затем среди пороговых значений, при которых $\text{precision} \geq 0,65$ (65%), был выбран тот, который обеспечивает максимальный recall . В итоге оптимальным оказался порог $p \approx 0,888$, при котором точность достигла требуемых 65 %, а полнота составила порядка 38 % — то есть модель отметила, как «в группе риска» почти две трети реально отчисленных студентов.

Для задач в среде ВУЗа рекомендуется:

Использовать автоматическое взвешивание классов для задач, где приоритетен высокий recall (выявление максимально возможного числа студентов, склонных к отчислению).

Применять SMOTE в случаях, когда необходимо сбалансировать precision и recall .

Всегда выполнять подбор оптимального порога вероятности на основе PR-

кривой, чтобы достичь лучших бизнес-метрик.

Применение методов балансировки классов с CatBoost доказало свою эффективность при анализе отчислений студентов. Так, автоматическое взвешивание классов дало возможность достигнуть recall до 0,84 при базовом пороге, что означает выявление подавляющего большинства случаев отчисления. С другой стороны, оптимизация порога по PR кривой позволила увеличить precision до 0,65 при сохранении recall около 0,38, что существенно снижает долю ложных тревог. SMOTE и Random Oversampling показали сбалансированные результаты (precision и $\text{recall} \approx 0,47$ при пороге 0,5), что делает эти методы предпочтительными, когда важно равномерно учитывать риск и точность предупреждений.

Таким образом, комбинирование CatBoost с методами балансировки предоставляет гибкую стратегию: автоматическое взвешивание используется для максимальной полноты обнаружения, а SMOTE — для равномерного распределения ошибок. Выбор оптимального порога вероятности необходимо строить на базе анализа PR кривой в каждом конкретном образовательном контексте, учитывая приоритеты между точностью и полнотой прогноза.

Библиографический список

1. Бутырский Е.В., Цехановский В.А., Жукова Н.В., Баймуратов И.Р., Куликов И.С. Машинное обучение // Монография. — Москва: Директ-Медиа. — 2023. — 368 с.
2. Наумов В.Н. Анализ данных и машинное обучение. Методы и инструментальные средства // Учебное пособие. — Санкт-Петербург: ИПЦ СЗИУ РАНХиГС. — 2020. — 257 с.

Информация об авторах

Черноусов Михаил Константинович – магистр кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: mihaa20010522@gmail.com

Сокольников Виктор Владимирович - заместитель декана по воспитательной работе, старший преподаватель, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: svp_kitp@mail.ru

Паринов Максим Викторович - кандидат технических наук, доцент Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: parmax@mail.ru

Information about the author

Chernousov Mikhail Konstantinovich – Master's Degree in Computer Intelligent Design Technologies, Voronezh State Technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: mihaa20010522@gmail.com

Sokolnikov Viktor Vladimirovich - Deputy Dean for Educational Work, Senior Lecturer, Voronezh State Technical University (394006, Russia, Voronezh, 20 Let Oktyabrya St., 84), e-mail: svp_kitp@mail.ru

Parinov Maksim Viktorovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Technical University (394006, Russia, Voronezh, 20 Let Oktyabrya St., 84), e-mail: parmax@mail.ru

УДК 004.65

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА СТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАПРОСОВ SQL В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ

А.Р. Зиганшина¹, Е.А. Салтанаева¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В статье рассмотрены современные подходы к оптимизации SQL-запросов и структурированию работы с корпоративными базами данных для проведения эффективного анализа. Описаны практические рекомендации по повышению эффективности взаимодействия с СУБД, методы повышения качества данных и перспективы развития SQL-платформ с учетом новых технологий и требований рынка.

Ключевые слова: SQL, оптимизация, базы данных, корпоративные информационные системы, качество данных, архитектура.

USING THE STRUCTURED QUERY LANGUAGE SQL IN INTELLIGENT SYSTEMS FOR BIG DATA ANALYSIS

A.R. Ziganshina¹, E.A. Saltanaeva¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article discusses modern approaches to optimizing SQL queries and structuring work with enterprise databases. Practical recommendations are provided for improving the efficiency of interactions with DBMS, methods for enhancing data quality, and prospects for the development of SQL platforms considering new technologies and market demands.

Keywords: SQL, optimization, databases, corporate information systems, data quality, architecture.

Современная эпоха характеризуется колоссальным насыщением вычислительных хранилищ разнородной информации, обработка которой требует эффективных методов структурирования, поиска и последующего анализа [1]. Практика показывает,

что большинство организаций сталкиваются со сложной задачей - как наиболее продуктивно использовать огромные массивы числовых и текстовых сведений для принятия решений [2]. Нередко базовые подходы оказываются недостаточными для

обеспечения своевременной реакции на меняющуюся картину в финансовых, производственных или научно-исследовательских областях.

Язык запросов SQL уже десятилетиями используется как основной инструмент для работы с табличными структурами. Однако его применение в сложных вычислительных задачах нередко сопряжено с дополнительными трудностями. На практике инженеры и аналитики указывают на следующие препятствия: избыточная нагрузка на серверные узлы, замедление работы при большом числе встречных запросов, проблемы хранения истории изменений и согласованности записей. Отдельно стоит отметить конфликт между необходимостью быстрого реагирования на изменения и сохранения надежности хранения. Как итог, требуется не только владение синтаксисом языка, но и систематический подход к оптимизации структуры, планов выполнения заданий, обеспечение гибкости архитектуры системы, а также применение передовых технологий и методов, одними из которых являются интеллектуальные системы, играющие одну из важнейших ролей в автоматизации и оптимизации анализа огромных объемов информации.

Подавляющее большинство проектов сталкиваются с резким падением производительности при увеличении числа обращений к системе, из-за чего подрядчики вынуждены искать новые стратегии оптимизации. Наиболее типовые проблемы — отсутствие индексов, чрезмерное использование сложных вложенных запросов и избыточные операции соединения таблиц.

Современные методы оптимизации SQL-запросов включают индексирование и переработку структуры таблиц [3]. В определенных случаях гораздо разумнее

использовать кэширование наиболее востребованных результатов, это существенно снижает нагрузку на аппаратные ресурсы.

В условиях масштабирования систем управления данными усложняется и проблема синхронизации изменений, поддержания целостности, организации отказоустойчивых схем, что требует поиска новых стратегий архитектурного планирования. Анализ современных научных публикаций и отзывов разработчиков подтверждают: без постоянной доработки методов оптимизации SQL-запросов, усложнения индексных структур и внедрения гибких схем расширения инфраструктуры эффективность интеллектуальных систем будет снижаться. Отдельная трудность связана с интеграцией разного рода сведений (например, данных о поведении пользователя, с показаниями датчиков или логами событий), что требует работы с различными типами информации и сложными связями между таблицами.

Таким образом, вопросы ускорения SQL-запросов, проектирования масштабируемых архитектур и эффективного управления структурой стремятся на первый план и требуют внимательного и комплексного анализа.

Замедление аналитических выборок — одна из центральных проблем современных интеллектуальных систем на основе SQL. Классическая реляционная модель предполагает строгое разделение структуры, что при больших объемах приводит к сложности выполнения сложных объединений (JOIN), многочисленных фильтраций, подзапросов.

Причину замедления обычно связывают с ростом числа одновременно работающих пользователей, большими размерами таблиц, частыми изменениями данных. На

этом фоне видны слабые места в структуре запросов: отсутствие индексов, избыточные или неоптимальные соединения, чрезмерное использование агрегаций или выражений типа `DISTINCT` и `ORDER BY`, нерациональное устройство самих таблиц (например, хранение часто используемых полей без индексации) [4].

Ошибки проектирования структуры данных также приводят к удлинению цепочек запросов и замедлению параллельной обработки. Например, плохо нормализованная база, где одни и те же данные дублируются, часто приводит к расхождению версий, увеличению избыточности и проблемам с поддержанием согласованности. Наступает ситуация, когда при параллельной работе система начинает медленно работать не столько из-за физического объема, сколько из-за неудачного архитектурного устройства. Испытания, опубликованные в журнале *ACM Computing*, показали, что структура с избыточными связями между таблицами приводит к среднему падению скорости работы агрегирующих запросов почти вдвое.

Значительную роль играет и качество индексирования. Без правильно подобранных индексов серверу приходится сканировать огромные таблицы каждый раз при поиске информации, что приводит к лишней нагрузке и «запиранию» ресурсов.

При разработке решений нередко сталкиваются с задачей работы с частично структурированной или вложенной информацией. Инструменты стандартного SQL плохо приспособлены для многомерных массивов, графовых или документно-ориентированных структур, что осложняет анализ сведений и соединение с внешними источниками. Даже современные расширения (например, поддержка `JSONB` в

PostgreSQL) не всегда дают необходимую скорость, если не выработан план по выборочному оптимизированию подзапросов или не подготовлены вспомогательные индексы.

Динамическая нагрузка и постоянные обновления - еще одна проблема для оптимизации. Когда число параллельных операций достигает тысяч в минуту, стандартные блокировки начинают мешать друг другу. Возрастает время ожидания доступа, медленнее проходит обработка, растет вероятность возникновения конфликтов. Платформы сталкиваются с падением производительности не только на пиковых нагрузках, но и в обычный рабочий период, если стратегия версии данных построена не лучшим образом.

При масштабировании инфраструктуры возникает новая проблема - эффективное распределение запросов и синхронизация между серверами. Если горизонтальное масштабирование позволяет увеличивать количество машин, постоянно нарастает административная нагрузка по обеспечению баланса, целостности информации, скорости обмена между узлами.

Стоит упомянуть, что массовое использование сегментированных таблиц и динамически обновляемых представлений позволяет повысить скорость обработки информации даже в случае неоднородных или слабоструктурированных наборов данных [5]. Поддержание актуального мониторинга запросов и автоматическая диагностика «тяжёлых» инструкций уменьшают вероятность перебоев в работе сервера и благоприятно сказываются на объемах передаваемых данных.

Когда речь заходит о необходимости расширить спектр задач, возникает логичный вопрос - каким образом выстроить

устойчивую к отказам архитектуру без потери качества обработки [6]. Сегодня лидирующим решением признано горизонтальное масштабирование. Частичная декомпозиция таблиц между несколькими узлами позволяет снизить вероятность сбоев, а дублирование критически важных сегментов данных создаёт дополнительную степень защиты от потери информации.

Кроме физического разнесения серверов, одним из эффективных методов масштабирования считаются облачные базы данных с гибким выделением вычислительных мощностей. Они предлагают автоматическое перераспределение нагрузки и позволяют сократить затраты на обслуживание. Однако существует риск дополнительной задержки при работе с нестабильными сетями.

К числу неочевидных методов роста скорости можно отнести оптимизацию процедур архивирования - переход на партиционирование и разделение логических единиц хранения, что особенно актуально при анализе застарелых или однородных сведений. Такой подход чрезвычайно востребован в компании Amazon, где хранение истории продаж разных лет осуществляется в отдельных кластерах [7].

Стоит упомянуть нетривиальные пути оптимизации - добавление языков, расширяющих возможности стандартного SQL (например, PL/pgSQL, T-SQL), что обеспечивает выполнение сложных проверок данных и автоматизацию согласования с внешними источниками. Большую роль начинают играть гибридные API для интеграции SQL-интерфейса с NoSQL-хранилищами. Такой симбиоз обеспечивает максимальную гибкость при сохранении привычных методов отбора информации.

Таким образом, после детального

анализа научных и промышленных публикаций можно сделать вывод: наилучшие результаты достигаются комплексным внедрением классических способов оптимизации - переработка схем и индексов - совместно с использованием современных распределённых архитектур. Индивидуальный подбор методов зависит от природы задач и инфраструктуры предприятия [8].

Для большинства исследовательских и бизнес-проектов наиболее перспективной стратегией может стать умелое сочетание гибких платформ с возможностью интеграции SQL и внешних языков, что позволяет существенно уменьшить простои и увеличить надёжность. Не стоит недооценивать и ценность грамотного мониторинга логов и постоянной реорганизации наиболее ресурсоёмких операций, которые часто становятся узким местом системы. Практический опыт показывает - успех достигается благодаря вниманию к деталям, регулярному анализу схем хранения и смелости внедрять новые системные решения там, где это оправдано спецификой проекта.

Библиографический список

1. Нгуен Тхи Тху. Big data: применение больших данных на практике / Нгуен Тхи Тху, Р. С. Зарипова, Нгуен Фук Хау // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 9. – С. 120-122.
2. Хамитов, Р. М. Использование больших данных в CRM системах / Р. М. Хамитов // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 5(166). – С. 968-972.
3. MySQL. Оптимизация производительности, 2-е издание. Текст / Шварц Б. и др. – СПб: Символ-Плюс, 2010. – С. 135-155.
4. Нестеров, С. А. Интеллектуальный анализ данных с использованием SQL

Server / С. А. Нестеров. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 160 с. — [Электронный ресурс]: <https://e.lanbook.com/book/311861> (дата обращения: 12.05.2025).

5. М. Грабер. SQL для простых смертных Текст / М. Грабер – М: Лори, Москва, 2014. – 378 с.

6. Мухина Ю.Р. "Обзор NoSQL решений управления данными" Управление в современных системах, 1, 2013, 68-73 с.

7. Графеева Н.Г., Назаров А.А. Реализация алгоритмов машинного обучения

средствами реляционных СУБД // Компьютерные инструменты в образовании. 2024. № 2. С.58–71. – [Электронный ресурс]: <http://cte.eltech.ru/ojs/index.php/kio/article/view/1834/1825> (дата обращения: 12.05.2025).

8. Савоськин И. В., Фирсов А. О. Исследование способов применения NoSQL и реляционных баз данных // E-Scio. 2019. №6 — С. 102 - 110. – [Электронный ресурс]: https://e-scio.ru/wp-content/uploads/2019/05/E-SCIO-6_2019.pdf (дата обращения: 12.05.2025).

Информация об авторах

Зиганшина Азалия Равилевна – студент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» по направлению «Прикладной искусственный интеллект», ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51), e-mail: azaliya_ziganshina02@mail.ru.

Салтанаева Елена Андреевна – доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» в ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51), кандидат технических наук, e-mail: elena_maister@mail.ru.

Information about the author

Ziganshina Azaliya Ravilevna – student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems in the field of Applied Artificial Intelligence, Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: azaliya_ziganshina02@mail.ru.

Saltanaeva Elena Andreevna – Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems at Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 422060, Russia), Candidate of Technical Sciences, e-mail: elena_maister@mail.ru.

УДК 004.8

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОГРАММИРОВАНИИ

С.В. Бебнева¹, Г. Д. Кульков¹

¹ Воронежский филиал ФГБОУ ВО «Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова»

Аннотация: В статье исследуются особенности интеграции технологий искусственного интеллекта (ИИ) в программирование, что позволяет повысить эффективность, оптимизацию кода и автоматизацию процесса программирования. Результаты проведенного исследования показали, что интеграция искусственного интеллекта, имеющего высокий потенциал оказывает значительное влияние на развитие всего процесса написания кода. Процесс программирования является трудоемким и затратным, поэтому ИИ является универсальным помощником в написании кодов сложных задач, а его обучение методикам и механизмам, позволяет генерировать оптимальный код.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, информационные технологии, GitHub Copilot, ChatGPT, современные нейросети, OpenAI Codex, ChatGPT и DeepSeek Coder, DeepCode и CodeGuru.

THE PRESENT AND FUTURE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROGRAMMING

S.V. Bebneva¹, G. D. Kulkov¹

¹ *Voronezh Branch of the Plekhanov Russian University of Economics*

Abstract: The article examines the features of integrating artificial intelligence (AI) technologies into programming, which allows for increased efficiency, code optimization, and automation of the programming process. The results of the study showed that the integration of artificial intelligence with high potential has a significant impact on the development of the entire code writing process. The programming process is time-consuming and costly, so AI is a universal assistant in writing codes for complex tasks, and its training in techniques and mechanisms allows it to generate optimal code.

Keywords: intelligent intelligence, software technologies, GitHub Copilot, chat, modified neural networks, OpenAI Codex, chat and DeepSeek Coder, DeepCode and CodeGuru.

Третье десятилетие 21 века ознаменовалось стремительным развитием современных инновационных технологий, базирующихся на использовании искусственного интеллекта в различных областях деятельности человечества. За последние несколько лет наблюдается массовое внедрение и интегрирование искусственного интеллекта (AI от Artificial Intelligence) в процесс программирования. На современном этапе развития искусственный интеллект раскрыл свои способности в написании различных кодов, тем самым можно рассчитывать на возможность улучшения процесса создания, оптимизации кода, автоматизации сложных задач, включая решение креативных инновационных задач [5].

Значимость использования AI в написании кода различной сложности заключается в том, что с помощью искусственного интеллекта значительно ускоряется процесс разработки, а также можно создавать более интеллектуальные и адаптивные программы совершенно нового уровня.

Инновационное развитие информационных технологий и интеграция в различные области не мыслимо без применения искусственного интеллекта (ИИ), который выступает как инновационный инструмент,

позволяющий в группе с программистами и разработчиками участвовать в процессе создания и оптимизации программного кода [3].

Эволюционные шаги развития AI рассматривались с понятийной трактовкой самого понятия, то есть под «искусственным интеллектом» во всем мире принято понимать такие машины или программы, обладающие способностями мыслить, обучаться и принимать решения в автономном режиме имитируя человеческий разум. В силу того, что процесс программирования является трудоемким, и по некоторым параметрам затратным, считаем актуальным вопрос о возможности применения AI для написания кодов сложных задач и дальнейшего обучения его методикам и механизмам, позволяющим генерировать оптимальный код [2].

Первые шаги создания искусственного интеллекта были замечены в 50-60 годы, когда развитие информационных технологий впервые показало реальные возможности применения машинного разума несмотря на то, что они были слабыми и примитивными. Однако неугасимый интерес к новым технологиям вселил в исследователей надежду создания машины,

способной мыслить. Процесс создания был долгим, и лишь к девяностым годам появились первые положительные результаты испытаний.

Интенсивное вовлечение AI во многие процессы говорит о том, что в большей степени это не механизм способный мыслить, как человек, а скорее, как полезный инструмент для человечества, который можно использовать для расчета сложных задач [4].

Настоящий технологический прорыв произошел в период с 2006 по 2017 годы, а именно было внедрено глубокое обучение в AI, а также были представлены трансформеры, архитектура нейронных сетей, которая стала основой для всех современных мощных нейросетей, из хранилищ которой черпается информация.

На пороге новой реальности информационные технологии перешли на инновационный этап развития и позволили AI вступить в новую эру развития, а именно с 2018 года началась эпоха языковых моделей. Большинство инвесторов посчитали важным вложиться в развитие инновационного разумного механизма - AI, что привело к созданию первой крупной модели GPT-1, способной работать с текстом, решать логические задачи и получать знания.

К этому моменту искусственный интеллект уже был способен работать в группе с разработчиками в узкоспециализированных областях, порой превосходя при решении сложных задач, анализе данных и создании игр, но не смог проявлять гибкость как разработчик, креативно находить решения и быстро адаптироваться с ложившимися условиями, а именно нестандартные ситуации могли поставить его в тупик. Но с каждой новой версией модели GPT

генеративный AI становился все мощнее, он был способен создавать изображения, все лучше распознавать естественный язык, и в конце концов, смог даже создавать рабочий программный код.

Следующим этапом стал 2020 год, когда OpenAI и другие компании получили доступ к десяткам миллионов публичных репозитариев GitHub, что позволило, например, GPT-3 обучаться для самостоятельного написания кода.

Процесс программирования был медленным и часто с ошибками, но со временем, обучаясь на все больших массивах данных, модель совершенствовалась, а затем, на ее основе в релиз был выпущен Codex от OpenAI, ставший основой для Copilot. Именно с GitHub Copilot и ChatGPT и начинается история активного обсуждения проблемы будущего взаимодействия генеративного искусственного интеллекта и программистов.

С развитием современных инновационных технологий улучшается действенность искусственного интеллекта, а именно используя для обучения знания с нейросетей он раскрывает революционные способности - писать код различной сложности. Использование представленных нейросетей позволили AI проводить анализ и генерировать написанный код, ускоряя и автоматизируя весь процесс программирования.

На начальном этапе AI предлагал базовые варианты синтаксиса, но развитие машинного обучения привело к появлению таких инструментов, как GitHub Copilot на базе OpenAI Codex. Так, например, выпущенный в 2021 году Codex может генерировать целые функции и переводить естественный язык в код на разных языках,

значительно повышая производительность разработчиков.

Новый виток развития способностей AI раскрыл возможности использования высокоуровневых инструментов искусственного интеллекта, предназначенных генерировать инновационные технологии поиска ошибок и процесса их исправления, на примере ранее представленных и DeepSeek Coder. Преимущество их заключается в быстрой обработке кода, поиске возможных ошибок и разработке наиболее оптимального и конкурентоспособного кода.

Все это привело к тому, что многие программисты, особенно начинающие, начали использовать эти инструменты для помощи в написании кода, что в свою очередь привело к неоднозначному восприятию ИИ в программировании.

Именно с этого момента начинаются разногласия между разработчиками, которые разделились на два лагеря: одни с большим опытом в этой среде, принимающие активное участие лично в становлении современных нейросетей и являющиеся активными сторонниками традиционного подхода к написанию кода (вручную), и другие ведущие разработчики, и новички, которые с неохотой приступают к разработке кодов и полагаются на ИИ.

Именно такой неоднозначный подход к пониманию актуальности ИИ в программировании привел к целесообразности исследования в этой области.

Суть проблемы – это вопрос, а стоит ли использовать эти новые инструменты в профессиональной деятельности, и некоторая неопределенность – что ждет программистов в будущем, когда ИИ станет настолько продвинутым, что необходимо будет только подробно объяснить свое

требование и он напишет код, по качеству не уступающий профессионалам с многолетним опытом.

По данной проблеме можно судить двояко, то есть программисты и разработчики смогут заниматься более актуальными разработками в то время, когда ИИ будет писать код, а с другой стороны, можно судить о зависимости человечества от ИИ, который не будет разрешать что-то разрабатывать без машинного допуска программистов. Именно ограничения в разработках со стороны ИИ могут привести человечество в будущее с тупиковым концом. Даже если человечество предусмотрит такую ситуацию, то ИИ сможет в перспективном будущем обойти ее привести к некоторым негативным последствиям.

В связи с этим считаем важным больше внимания уделять обучению программистов работать в единой группе с искусственным интеллектом, то есть не стоит устраивать соревнования «кто лучше», а продуктивно выполнять поставленные задачи совместно — дополняя друг друга. Там, где не справляется разработчик привлекать AI, а там, где нужно принять креативное решение — привлечь программиста-разработчика. Именно такая работа позволит улучшить и оптимизировать код, увеличить производительность, минимизировать ошибки,

Считаем важным продолжить разработчикам-программистам исследовать совместно с ИИ возможности генерировать коды, написание которых возможно на общепринятых языках программирования: HTML, JavaScript, Python, SQL, JSON, и прочие.

Такие возможности и знания программистов позволят быстрее адаптировать ИИ

под выполнение конкретных требований, автоматизирующих:

- генерацию кода, которая поможет создать алгоритм программы для ускорения написания кода и снять нагрузку с программистов посредством, например, применения модели искусственного интеллекта OpenAI Codex, разбивающей программу на отдельные функционирующие модули, работающие на различных языках программирования;

- процесс определения ошибочных моментов в коде, посредством системы статистического анализа кода - DeepCode и CodeGuru, работающих на разных языках программирования и повышающих качество, производительность и оптимизацию затрат в реальном времени, повышая эффективность. Для поддержания высокого качества кода искусственный интеллект оптимизирует циклические процессы, устраняет дублирующие части кода и улучшает его архитектуру.

В силу того, что ИИ автоматизирует рутинные задачи и способен самообучаться, то его умения можно применять в дополнительном обучении самих программистов и разработчиков, направляя их к наиболее оптимальным и результативным кодам. То есть в ближайшем будущем не программисты будут обучать ИИ, а он сам будет давать уроки по автоматизации полного цикла разработки ПО, повышая при этом эффективность, качество и скорость разработок.

По мнению автора, роль программиста постепенно сместится от создателя кода к архитектору и редактору программ, а значит в таких условиях наиболее востребованными станут высокоуровневые навыки, такие как системный дизайн,

работа с данными и безопасности.

В данном направлении вкладывается много усилий для проведения исследований возможностей искусственного интеллекта, в результате которых можно выделить следующие:

- разработана система AstroAgents, которая самостоятельно проводит исследования в области астробиологии и изучения происхождения жизни во Вселенной;

- создана модель LinOSS по подобию нейронообменным процессом мозга человека, позволяющем выстраивать причинно-следственные связи;

- разработана система ИИ, позволяющая объединять мультимедийные форматы обрабатывать и генерировать их в различные контенты;

- сделан прорыв в технологии text-to-video, которые позволяет создавать качественные видеоролики на основе текстового описания, а это значит можно генерировать анимации и короткие фильмы без навыков видеомонтажа.

- осуществлена интеграция искусственного интеллекта в умные системы управления инфраструктурами.

Итак, проведенное исследование показало, что в современных благоприятных условиях продуктивно развивается искусственный интеллект внося в современные реалии новый возможности и функциональный потенциал, поэтому считаем, что будущее за ИИ, который продолжает трансформироваться в индустрию программирования. Искусственный интеллект развивается очень быстро, а глубокое обучение на огромных массивах данных позволяет с каждым годом выпускать все более мощные ИИ, но как бы совершенна не была машина, это не человек, она не обладает

ключевыми качествами чтобы заменить человека в работе, подразумевающей творческий подход и понимание контекста.

Библиографический список

1. Веревкин, А. П. Искусственный интеллект в задачах моделирования, управления, диагностики технологических процессов: монография / А. П. Веревкин, Т. М. Муртазин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 232 с. - ISBN 978-5-9729-1428-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2094393>

2. Евсеенко С. М. Этапы развития технологий искусственного интеллекта и уточнение терминологии / С. М. Евсеенко // Инновации. - 2021. - № 4. - С. 39-48.

3. Искусственный интеллект в России.

Технологии и рынки: монография / под науч. ред. Л. М. Гохберга; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», Институт статистических исследований и экономики знаний ВШЭ. – Москва : Издательский дом ВШЭ, 2025. - 149 с. – ISBN 978-5-7598-3106-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2205363>

4. Киссинджер, Г. Искусственный разум и новая эра человечества: научно-популярное издание / Г. Киссинджер, Э. Шмидт, Д. Хаттенлокер ; пер. с англ. - Москва : Альпина ПРО, 2022. - 200 с. - ISBN 978-5-907534-65-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2117098>

5. Сазонов, А. П. Использование ИИ в программировании// Universum: технические науки. 2024. №3 (120).

Информация об авторах

Бибнева Светлана Владимировна - преподаватель информационных технологий в профессиональной деятельности, Воронежский филиал ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова» (394030, Россия, г. Воронеж, улица Карла Маркса, 67а), тел.: 8-952-954-36-69, e-mail: Bebne-va.S.V@yandex.ru

Кульков Георгий Дмитриевич – студент второго курса специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование, Воронежский филиал ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова» (394030, Россия, г. Воронеж, улица Карла Маркса, 67а), тел.: 8-952-954-36-69, e-mail: Bebneva.S.V@yandex.ru

Information about the author

Bebneva Svetlana Vladimirovna - is a college teacher at the Voronezh Branch of the Plekhanov Russian University of Economics (67a Karl Marx Street, Voronezh, 394030, Russia), tel.: 8-952-954-36-69, e-mail: Bebneva.S.V@yandex.ru

Kulkov Georgy Dmitrievich - is a second-year student of the specialty 09.02.07 Information Technology Computer Systems and Programming, Voronezh Branch of Plekhanov Russian University of Economics (67a Karl Marx Street, Voronezh, 394030, Russia), tel.: 8-952-954-36-69, e-mail: Bebneva.S.V@yandex.ru

УДК 004.09

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ: ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ

Р.Р. Минниханова¹, Е. А. Салтанаева¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В статье рассматриваются современные технологии обработки больших данных и интеллектуальных систем, а также анализируются перспективы их применения и влияния на развитие различных отраслей экономики и социальной сферы.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, большие данные, Big Data, искусственный интеллект, машинное обучение, обработка данных, распределённые вычисления, ИИ-агенты, цифровая трансформация, отраслевые применения.

INTELLIGENT SYSTEMS AND BIG DATA: PROCESSING TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS IN VARIOUS INDUSTRIES

R.R. Minnikhanova¹, E. A. Saltanaeva¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article examines modern technologies for processing big data and intelligent systems, as well as analyzes the prospects for their application and impact on the development of various sectors of the economy and the social sphere.

Keywords: intelligent systems, big data, Big Data, artificial intelligence, machine learning, data processing, distributed computing, AI agents, digital transformation, industry applications.

В современном мире объемы данных растут с колоссальной скоростью, и для их эффективного использования необходимы передовые технологии обработки и анализа. Интеллектуальные системы и технологии больших данных выступают основой цифровой модернизации в самых разнообразных областях – от финансового сектора

и промышленности до медицины и образования. В данной статье мы изучим основные технологии, применяемые для работы с большими данными, особенности интеллектуальных систем, а также представим примеры их продуктивного использования в различных индустриях (таблица 1).

Таблица 1 Основные отрасли и ключевые применения Big Data и интеллектуальных систем

Отрасль	Ключевые применения	Примеры технологий и решений
Медицина	Персонализированная медицина, диагностика, прогнозирование заболеваний	Геномный анализ, ИИ-модели диагностики
Торговля и маркетинг	Персонализация, прогнозирование спроса, автоматизация маркетинга	Машинное обучение, аналитика поведения клиентов
Телекоммуникации	Мониторинг сетей, предотвращение мошенничества, оптимизация инфраструктуры	Потоковый анализ данных, ИИ-агенты
Государственное управление	Оптимизация ресурсов, планирование развития, умные города	Большие данные, аналитика социальных данных
Транспорт и логистика	Оптимизация маршрутов, управление трафиком, прогнозирование загрузки	Аналитика GPS-данных, ИИ-модели прогнозирования

Большие данные – это огромные объемы информации, которые приходят с высокой скоростью, имеют разные форматы и должны обрабатываться в реальном времени. Их ключевыми признаками являются: объем, скорость, разнообразие, достоверность, изменчивость и ценность. Объемы данных могут достигать терабайтов и петабайтов, и это требует использования распределенных систем для хранения и обработки [1].

Интеллектуальные системы - это программные и аппаратные комплексы,

использующие методы искусственного интеллекта, машинного обучения, нейронных сетей и других технологий для анализа данных, прогнозирования и выработки решений.

Технологии обработки больших данных на данный момент основываются на комплексном использовании распределенных вычислительных платформ и алгоритмов ИИ. Такие распределенные системы, как Hadoop и Apache Spark, по-прежнему являются ключевыми инструментами для хранения и обработки больших объемов

информации, включая неструктурированные данные и потоковые данные, поступающие в реальном времени. Эти платформы обеспечивают масштабируемость и высокую производительность, что особенно важно при работе с огромными массивами информации [2].

Главным прорывом последних лет стало активное внедрение генеративного искусственного интеллекта и ИИ-агентов, которые не просто анализируют данные, способных не только обрабатывать информацию, но и генерировать новые модели, составлять прогнозы и даже принимать самостоятельные решения в непростых ситуациях особенно востребовано это в сфере энергетики, где прогнозирование состояния оборудования критически важно для предотвращения аварий и снижения затрат на ремонт. Современные системы на основе ИИ, такие как Isolation Forest и нейросетевые модели, позволяют выявлять скрытые аномалии в работе турбин и другого оборудования, анализируя большие объемы данных в реальном времени. Благодаря интеграции с технологиями Big Data и удобным инструментам визуализации, такие решения становятся все более доступными для внедрения на промышленных предприятиях [3]. Такая степень автоматизации позволяет существенно снизить нагрузку на специалистов и ускорить процессы принятия решений.

В медицине интеллектуальные системы помогают не только в диагностике, но и в персонализации лечения. К примеру, ИИ-алгоритмы с высокой точностью анализируют рентгеновские изображения и данные томографии, значительно ускоряя постановку диагноза по сравнению с традиционными методами. Кроме того, машинное обучение успешно используется для прогнозирования вирусных мутаций —

современные модели помогает прогнозировать их с точностью до 75%, что особенно важно для борьбы с новыми инфекциями [4]. Анализ больших массивов данных о пациентах позволяет выявлять закономерности, которые ранее были недоступны, что ведет к более точным прогнозам и эффективным терапевтическим стратегиям. Например, ИИ-системы уже сейчас способны анализировать генетическую информацию и определять вероятность развития наследственных заболеваний, открывая новые возможности в профилактической медицине [2].

Телекоммуникационные компании используют интеллектуальные системы для мониторинга сетей в режиме реального времени, выявления аномалий и предотвращения мошенничества. Аналитика больших данных помогает оптимизировать инфраструктуру и улучшать качество обслуживания, что напрямую влияет на удовлетворенность клиентов и финансовые показатели операторов [5].

Органы государственного управления также активно внедряют технологии Big Data для повышения эффективности работы. Однако при обработке больших массивов социально-экономических данных возникает серьезная проблема обеспечения информационной безопасности, требующая защиты целостности, конфиденциальности и доступности информации. Для решения этих задач разрабатываются специальные методологии, включающие многоуровневую систему контроля доступа и защиты данных на всех этапах их обработки [6]. Анализ социальных, экономических и демографических данных позволяет принимать более обоснованные решения, планировать развитие регионов и улучшать качество государственных услуг. Важным направлением является использование

интеллектуальных систем для мониторинга и управления городским хозяйством, что способствует развитию «умных городов» [7].

Будущее интеллектуальных систем и Big Data связано с дальнейшим развитием автономных ИИ-агентов, которые смогут не только анализировать данные, но и самостоятельно взаимодействовать с внешним миром, принимать стратегические решения и адаптироваться к изменяющимся условиям. Это позволит бизнесу и государству переходить от реактивного управления к проактивному, что особенно важно в условиях высокой динамики современного мира.

Кроме того, важным направлением является интеграция квантовых вычислений с большими данными и ИИ. Квантовые технологии обещают значительно ускорить обработку сложных задач, что откроет новые возможности в медицине, экологии, материаловедении и других областях.

Таким образом, на данный момент интеллектуальные системы и Big Data не просто инструменты анализа, а мощные драйверы инноваций и развития, которые меняют способы работы и жизни людей по всему миру.

Библиографический список

1. Омниканальная система для управления коммуникациями в маркетинге и продажах. Технология Big Data: что это такое. - [Электронный источник]: <https://www.uiscom.ru/blog/tekhnologiya-big-data-chto-eto-takoe/>.

2. RB.RU - новые технологии, бизнес и карьера в цифровой экономике. На старте бизнеса. Что такое большие данные Big Data. - [Электронный источник]: <https://rb.ru/howto/chto-takoe-big-data/>.

3. Гафуров, И. А. Создание системы анализа больших данных на объектах топливно-энергетического комплекса / И. А. Гафуров, С. Ю. Ситников // Научный аспект. – 2023. – Т. 5, № 1. – С. 585-589. – EDN PHRBFV.

4. Хайруллин, А. М. Применение моделей искусственного интеллекта в медицине / А. М. Хайруллин, Р. С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2020. – № 3(21). – С. 40-42. – EDN RKUMAF.

5. Сетевое издание Tadvise. TAdviser: Big Data и AI Day 2025. - [Электронный источник]: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:TAdviser:_Big_Data_и_AI_Day_2025.

6. Шакиров, А. А. Проблемы обеспечения информационной безопасности больших данных / А. А. Шакиров, Р. С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2019. – № 3-4(17-18). – С. 150-152. – EDN VMHTSR.

7. Р. Бабаева. РБК Тренды. Как изменится рынок big data в 2025 году: 5 ключевых трендов. - [Электронный источник]: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/67a5781b9a7947a772708fdf> (дата публикации: 07.02.2025).

Информация об авторах

Минниханова Радмила Радиковна - студент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Республика Татарстан, город Казань, Красносельская ул. д. 51), e-mail: kgeu@kgeu.ru

Information about the author

Minnikhanova Radmila Radikovna - student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Republic of Tatarstan), e-mail: radmilaminnikhanova16@gmail.com

Салтанаева Елена Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: elena_maister@mail.ru

Elena A. Saltanaeva – candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies of Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: elena_maister@mail.ru

УДК 004.4'277

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИК РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОМОЩНИКОВ

А.В. Бредихин¹, Н.А. Кишинька¹

¹*Воронежский государственный технический университет*

Аннотация: В статье рассматриваются современные методики разработки интеллектуальных помощников, включая rule-based системы, модели машинного обучения и подход Retrieval-Augmented Generation (RAG). Описана архитектура RAG-чатбота для образовательной поддержки студентов ВГТУ, использующего базу данных, собранную с сайта университета. Приведены преимущества и ограничения использования RAG в образовательных ассистентах.

Ключевые слова: Retrieval-Augmented Generation, интеллектуальные помощники, чат-боты, машинное обучение, большие языковые модели, образовательные ассистенты, RAG, базы знаний.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF INTELLIGENT ASSISTANT DEVELOPMENT METHODOLOGIES

A.V. Bredikhin¹, N.A. Kishinka¹

¹*Voronezh state technical University*

Abstract: The article examines modern methodologies for developing intelligent assistants, including rule-based systems, machine learning models, and the Retrieval-Augmented Generation (RAG) approach. The architecture of a RAG chatbot for educational support of VGTU students is described, utilizing a knowledge base collected from the university's website. The advantages and limitations of using RAG in educational assistants are discussed.

Keywords: Retrieval-Augmented Generation, intelligent assistants, chatbots, machine learning, large language models, educational assistants, RAG, knowledge bases.

Интеллектуальные помощники широко применяются в различных сферах — от голосовых ассистентов до чат-ботов в учебной среде. С ростом объема данных и сложностью их обработки возникает потребность в помощниках, способных предоставлять актуальную и проверенную информацию. Одним из эффективных подходов является использование больших языковых моделей (LLM) в связке с системой Retrieval-Augmented Generation (RAG), которая позволяет комбинировать генеративные возможности и проверенные данные.

Самые ранние интеллектуальные помощники строились на основе правил (например, ELIZA). Эти системы работают по заданным сценариям и отвечают на запросы пользователя в строгом соответствии с заложенными алгоритмами. Они эффективны для узконаправленных задач, но теряют актуальность при расширении области применения.

Позднее появились data-driven методы, в основе которых лежит обучение на больших корпусах текстов. Такие системы могут не только находить готовые ответы, но и формировать новые на основе анализа

текста. Наиболее мощные системы используют архитектуру трансформеров (например, GPT-3), способную генерировать связанные ответы на сложные запросы. Однако недостатком таких систем является возможность генерации недостоверной информации (галлюцинации).

Современный подход RAG позволяет комбинировать возможности генеративной модели с поиском информации в базе знаний. Модель сначала ищет релевантные данные по запросу, а затем формирует ответ на их основе. Такой метод снижает вероятность выдачи недостоверной

информации и позволяет использовать актуальные знания без необходимости повторного обучения модели.

Разрабатываемый RAG-чатбот интегрирует LLM с базой знаний, собранной с сайта ВГТУ. Данные были получены с помощью парсинга HTML-кода и структурированы для использования в модели. Чатбот способен отвечать на вопросы студентов по учебным программам, расписанию и другим аспектам учебного процесса.

На рисунке 1 представлена архитектура RAG-чатбота для образовательного ассистента.

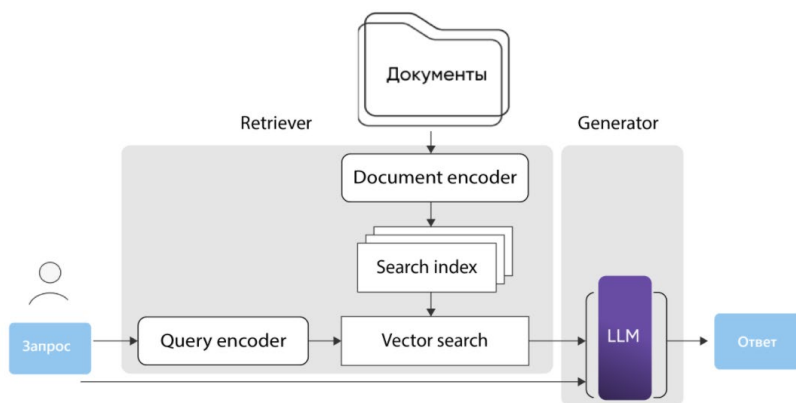


Рис. 1. Архитектура RAG-чатбота для образовательного ассистента

Таблица 1 Этапы работы RAG-чатбота для образовательного ассистента

Парсинг данных	Автоматическое извлечение текстовых материалов с сайта вуза и предварительная очистка данных.
Сохранение (база знаний)	Структурирование полученного контента и сохранение в базе знаний с возможностью поиска.
Поиск (retriever)	Нахождение релевантных запросу пользователя документов в базе знаний с использованием метода семантического поиска.
Генерация ответа	Формирование ответа на языке пользователя с помощью большой языковой модели, которая получает на вход исходный запрос и найденные фрагменты текста.

Чат-бот позволяет студентам получить ответы на актуальные вопросы. Например, на запрос "Какие документы нужны для поступления в магистратуру?" чат-бот отвечает: "Для поступления в магистратуру ВГТУ необходимо подать следующие документы: паспорт, диплом о высшем образовании, заявление на поступление.

Более подробная информация доступна на сайте приемной комиссии." Этот ответ был сформирован с использованием данных, собранных с официального сайта университета. Модель RAG позволила найти наиболее релевантные фрагменты и сгенерировать связный текст, опираясь на актуальные данные.

Где находится ГК ВГТУ

Главный учебный корпус Воронежского государственного технического университета находится по адресу ул. 20-летия Октября, 84

Какая стипендия в ВГТУ?

В Воронежском государственном техническом университете (ВГТУ) предусмотрены различные виды стипендий для студентов и аспирантов:

1. Государственная академическая стипендия. Назначается студентам, которые окончили семестр с оценками «хорошо» и «отлично». Размеры выплаты: оценки «хорошо» – 2 700 рублей, оценки «хорошо и отлично» – 4 050 рублей.
2. Повышенная государственная академическая стипендия. Назначается за достижения в одной или нескольких областях деятельности, например, в учебной, общественной, научно-исследовательской, спортивной и культурно-творческой работе. Размеры выплаты: оценки «хорошо» – 9 700 рублей, оценки «отлично» – 11 050 рублей

Напишите ваше сообщение

Отправить

Рис. 2. Пример использования чат-бота

Методика RAG позволяет создавать интеллектуальных помощников, предоставляющих точные и проверенные ответы. В образовательной среде такая технология снижает нагрузку на преподавателей, помогая студентам получать информацию 24/7. Несмотря на наличие технических вызовов, связанных с поддержанием базы знаний и интеграцией поиска с генерацией, данный подход демонстрирует высокую

эффективность и надежность.

Библиографический список

1. Lewis P., Perez E., Piktus A., et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks // NeurIPS. – 2020.
2. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., et al. Attention Is All You Need // NIPS. – 2017.
3. Brown T. B., Mann B., Ryder N., et al. Language Models are Few-Shot Learners //

NeurIPS. – 2020.

4. Weizenbaum J. ELIZA—A Computer Program for the Study of Natural Language

Communication Between Man and Machine // Communications of the ACM. – 1966.

Информация об авторах

Бредихин Алексей Вячеславович – кандидат технических наук, доцент, декан факультета информационных технологий и компьютерной безопасности, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: kitp@vorstu.ru.

Кишинька Никита Александрович – магистрант кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: kishinka2010@gmail.ru.

Information about the author

Alexey Vyacheslavovich Bredikhin - candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Information Technology and Computer Security, Voronezh State Technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: kitp@vorstu.ru.

Nikita Alexandrovich Kishinkam - aster's student of the Department of Computer intelligent Design Technologies, Voronezh state technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: kishinka2010@gmail.ru.

УДК004.01

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Г.Р. Хуснутдинова¹, Н.К. Петрова¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В данной работе представлены возможности и подходы к интеграции методов искусственного интеллекта в различные области научных исследований. Рассмотрены примеры применения этих методов в медицине, физике и астрономии. Особое внимание уделено как положительным сторонам использования этих технологий, так и проблемам, возникающим при их внедрении. Кроме того, предложены рекомендации по преодолению этих трудностей.

Ключевые слова: искусственный интеллект; Big Data; машинное обучение.

RESEARCH OF WAYS OF APPLYING AI IN SCIENTIFIC ACTIVITY

G.R. Khusnutdinova¹, N.K. Petrova¹

¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: This paper presents the possibilities and approaches to integrating artificial intelligence methods into various areas of scientific research. Examples of the application of these methods in medicine, physics and astronomy are considered. Particular attention is paid to both the positive aspects of using these technologies and the problems that arise during their implementation. In addition, recommendations for overcoming

Keywords: artificial intelligence; Big Data; machine learning.

Введение. Искусственный интеллект (ИИ) сегодня стал ключевым двигателем научного прогресса. Внедрение ИТ-технологий в такие сферы, как медицина, финансы, фундаментальные науки и образование, открывает двери для новых исследований. Однако многие ученые сталкиваются с проблемой нехватки знаний о том, как

правильно и эффективно использовать эти технологии. Согласно исследованию, опубликованному издательством Oxford University Press [1], 76% опрошенных респондентов заявили, что в той или иной мере применяют инструменты ИИ в своих научных работах. Однако только 19% из них уверены, что умеют это делать

эффективно. Этот разрыв подчеркивает ту значимую разницу между доступностью современных технологий и уровнем их понимания среди ученых. Недостаток знаний о том, как работать с ИИ, может существенно ограничивать возможности прогресса и оптимизации в научной практике. Важно не только внедрять технологии, но и обучаться их использованию.

Как искусственный интеллект меняет научные исследования? В этой работе мы анализируем его роль: от очевидных преимуществ до спорных моментов, которые пока остаются проблемными.

Применение ИИ в науке. Сегодня учёные сталкиваются с огромными массивами данных — обрабатывать их вручную просто невозможно. К счастью, методы машинного обучения приходят на помощь: они не только ускоряют анализ, но и делают хранение информации более эффективным. Особенно ярко это видно в медицине. Например, ИИ уже умеет находить скрытые закономерности в анализах пациентов, предупреждая о рисках ещё до появления явных симптомов. В одном из исследований [2] учёные создали алгоритм, который по уровню белка фибрин-мономера предсказывает осложнения у беременных. Это критически важно: если вовремя заметить аномалию, можно предотвратить опасные тромбы или нарушения кровообращения — а значит, спасти жизнь и матери, и ребёнка.

Как ИИ освобождает учёных от рутины? Раньше исследователи тратили львиную долю времени на монотонную работу — сбор данных, подсчёты, проверку гипотез. Теперь эту рутину можно доверить искусственному интеллекту. Представьте: алгоритмы за считанные минуты обрабатывают горы информации, находят скрытые связи и даже предсказывают возможные

результаты экспериментов — то, на что у человека ушли бы недели. Например, ИИ не просто собирает разрозненные данные из сотен источников, но и постоянно обновляет базы, избавляя учёных от утомительного «бумажного» труда. А главное — он умеет моделировать сценарии: «проигрывает» разные варианты развития событий, помогая заранее оценить риски и избежать ошибок. Как показывают исследования [3], такие инструменты не просто экономят время — они делают науку точнее, снижая роль случайности в важных открытиях.

Ещё один пример: раньше астрономам приходилось вручную настраивать телескопы и кропотливо собирать данные — работа, требующая не только знаний, но и огромного терпения. Всё изменилось с появлением системы RoboPhot в Коуровской обсерватории [4]. Теперь телескоп «умеет» сам: точно наводиться на нужные участки неба, автоматически фиксировать данные, оперативно обрабатывать результаты. Это как иметь неутомимого помощника, который не спит ночами и не устаёт. Благодаря автоматизации рутинных операций учёные получили больше времени для главного — анализа открытий и поиска ответов на загадки Вселенной.

Анализ данных: почему учёные всё чаще доверяют ИИ? Современная наука генерирует столько данных, что анализировать их вручную — всё равно что пытаться вычерпать океан ложкой. Здесь на помощь приходит искусственный интеллект. Он не просто быстрее человека — он замечает закономерности, которые даже самый внимательный исследователь может пропустить. Например, в астрофизике для классификация транзитных экзопланет применение алгоритмов машинного обучения позволяет выявлять тонкие закономерности, которые

легко упустить при традиционном анализе [5]. Традиционные методы, основанные на анализе кривых блеска звезд, могут быть затруднены из-за шума данных, сложных моделей взаимодействия планет и звезд, и неопределенности в параметрах наблюдения. Машинное обучение позволяет преодолеть эти ограничения.

Особый интерес представляют методы работы с временными рядами [6]. Они доказали свою эффективность в задачах, где требуется прогнозирование — от экономических процессов до астрономических наблюдений. Яркий пример — компьютерное моделирование лунных наблюдений, где тригонометрические временные ряды помогают оценить погрешности измерений координат звёзд при работе лунного телескопа [7]. Подобные расчёты раньше требовали недель кропотливой работы, а современные алгоритмы справляются с ними за часы, сохраняя высокую точность.

Исследование, проведенное в 2023 году, показало, что использование моделей ARIMA (авторегрессионная интегрированная модель скользящего среднего) значительно улучшает точность прогнозирования экономических трендов по сравнению с традиционными методами [8]. Обзор анализа прогнозов с использованием моделей ARIMA во время пандемии COVID-19, проведенный на примере Бразилии, показал, что краткосрочные и среднесрочные предсказания, основанные на этой методологии, совпали с реальными данными (Табл. 1). Это подчеркивает эффективность моделей ARIMA в условиях нестабильности и неопределенности, связанных с пандемией, что делает их важным инструментом для анализа и прогнозирования в кризисных ситуациях

ARIMA обеспечивает баланс между

точностью и скоростью, а ИИ-модели (LSTM) требуют больше ресурсов, но дают лучшие результаты в условиях нестабильности.

Таблица 1 Сравнение точности прогнозирования ARIMA и традиционных методов

Метод	Средняя ошибка (MAPE)	Средняя ошибка (MAPE)	Время обработки (сек)
ARIMA	8.5%	0.92	120
Линейная регрессия	15.3%	0.75	30
Экспоненциальное сглаживание	12.1%	0.81	45
ИИ (LSTM-сеть)	6.2%	0.95	30

Проблемы и решения. Хотя внедрение искусственного интеллекта обладает многообещающими перспективами, его широкое распространение сдерживается рядом существенных препятствий. Одним из ключевых является недоверие научного мира по отношению к этой технологии. В уже упомянутом опросе почти 70% респондентов считают, что необходимо оценить последствия применения ИИ в своих исследованиях, а 59% полагают, что использование данной технологии может подорвать их интеллектуальную собственность. Такой подход обусловлен тем, что данные, полученные с помощью ИИ, доступны как исследователям, так и создателям программного обеспечения. Компания, разработавшая программу, самостоятельно определяет, как распорядиться этими данными.

Следующей проблемой является необходимость доступа к значительным объемам данных, без которых исследования не будут достаточно точными и, следовательно, полезными.

Наконец, ИИ — дорогое удовольствие. Покупка мощного оборудования, лицензий на ПО и обучение команды требуют серьёзных вложений. Из-за этого многие лаборатории, особенно в фундаментальной науке, остаются "за бортом" технологической революции.

Заключение: между прорывом и препятствиями. Искусственный интеллект совершил в науке настоящую революцию. Он предоставляет не просто сухие цифры и алгоритмы, а открывает новые возможности, о которых раньше ученые могли только мечтать. Вы ставите эксперимент, а ИИ уже прогнозирует возможные результаты, экономя месяцы работы. В гигабайтах разрозненных данных система вдруг находит закономерности, которые никто не замечал. Задачи, перед которыми ученые раньше беспомощно разводили руками, теперь решаются с изящной простотой. Но самое важное - это не технологии сами по себе. Важно то, что они дают исследователям: свободу от рутины, свободу мыслить шире, свободу искать ответы на вопросы, которые раньше казались фантастикой.

Но чтобы технология раскрыла весь свой потенциал, нужно: преодолеть скепсис учёных ("доверять ли алгоритму?"); найти гибкие способы внедрения в повседневную работу лабораторий; обеспечить стабильное финансирование

Только когда технологии, доверие и ресурсы будут работать вместе, ИИ станет не просто инструментом, а настоящим соавтором научных открытий.

Библиографический список

1. Oxford University Press. Researchers and AI: Survey Findings. URL: <https://fdslive.oup.com/www.oup.com/academic/pdf/Researchers-and-AI-survey-findings.pdf> (дата обращения: 12.05.2025).
2. Власов В.С. и др. Прогнозирование повышения концентрации фибрин-мономера при беременности с использованием машинного обучения // Лабораторная служба. 2022. Т. 11, №4. С. 31–38. DOI: 10.17116/labs20221104131.
3. Горохов А.В., Мартынов В.А., Гаврин В.А. Искусственный интеллект // Скиф. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-2> (дата обращения: 12.05.2025).
4. Терешин Д.Д., Чазов Н.А. Автоматизация телескопа RoboPhot // Физика космоса: Труды 51-й конференции. Екатеринбург: УрФУ, 2024. С. 185–187. DOI: 10.15826/B978-5-7996-3848-1.32.
5. Jara-Maldonado, M. et al. Transiting Exoplanet Discovery Using Machine Learning Techniques: A Survey. Earth Sci Inform 13, 573–600 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12145-020-00464-7>
6. Пашшоев Б., Петрусевич Д.А. Анализ нейросетевых моделей для прогнозирования временных рядов. Russian Technological Journal. 2024;12(4):106-116. URL: <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2024-12-4-106-116> (дата обращения: 12.05.2025).
7. Петрова Н.К. и др. Научные измерения физической либрации Луны: методы и оценка точности. Астр. Ж. 2020, том 97, № 12, с. 1042–1050
8. Ospina R. et al. An overview of forecast analysis with ARIMA models during the COVID-19 pandemic // Mathematics. 2023. Vol. 11, №14. P. 3069. DOI: 10.3390/math11143069.

Информация об авторах

Хуснутдинова Гузель Рамилевна – студент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Республика Татарстан, г. Казань, Красносельская ул, д. 51), тел.: +7-919-625-21-87, e-mail: guzelkhusnutdinowa@gmail.com

Петрова Наталья Константиновна – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Республика Татарстан, г. Казань, Красносельская ул, д. 51), e-mail: nk_petrova@mail.ru

Information about the author

Husnutdinova Guzel Ramilevna – student of the Department of Information Technology and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (KGEU), tel.: +7-919-625-21-87, e-mail: guzelkhusnutdinowa@gmail.com

Petrova Natalia Konstantinovna – PhD in Physics and Mathematics, Associate professor, Associate professor of the department of information technology and intelligent systems, Kazan State Power Engineering University (420066, Republic of Tatarstan, Kazan, Krasnoselskaya st., bldg. 51), e-mail: nk_petrova@mail.ru

УДК 517.98

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПЕРЕЧНЯ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ, ПОДЛЕЖАЩИХ ТЕКУЩЕМУ РЕМОНТУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

О.Ю. Струкова¹, С.Ю. Струков¹

¹ ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация: Статья посвящена особенностям применения технологий искусственного интеллекта для решения задачи отбора из логистической структуры воздушных судов и средств обеспечения полетов деталей, текущий ремонт которых возможен с использованием аддитивных технологий

Ключевые слова: технологии искусственного интеллекта, аддитивные технологии

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF A LIST OF AIRCRAFT PARTS TO BE REPAIRED USING ADDITIVE TECHNOLOGIES

O.Y. Strukova¹, S.Y. Strukov¹

¹ MES of the Air Force "Military Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin" (Voronezh)

Abstract: The article is devoted to the specifics of using artificial intelligence technologies to solve the problem of selecting parts from the logistic structure of aircraft and flight support facilities, the maintenance of which is possible using additive technologies

Keywords: artificial intelligence technologies, additive technologies

В настоящее время технологии искусственного интеллекта широко используются в различных областях науки и техники, включая проектирование и производство авиационной техники.

Одной из задач, где технологии искусственного интеллекта могут оказаться

крайне эффективными [1], является формирование перечня деталей авиационной техники, которые могут быть восстановлены в условиях эксплуатирующих организаций с использованием аддитивных технологий, что соответствует современным взглядам на развитии ремонта авиационной техники

[2].

В общем случае текущий ремонт выполняется для обеспечения или восстановления работоспособности авиационной техники и состоит в замене и/или восстановлении отдельных легкодоступных ее составных частей [2, ст. 2.3.9]. Таким образом одним из показателей отбора деталей является легкодоступность, которая характеризуется временем, необходимым для выполнения демонтажа – монтажа деталей авиационной техники и количество привлекаемых специалистов инженерно-авиационной службы. Также для формирования перечня деталей необходимо использовать следующие показатели:

- назначение детали как элемента конструкции авиационной техники;
- условиях работы детали (характер нагружения);
- техническое состояние детали, оцененное в результате диагностирования [3].

Одной из технологий искусственного интеллекта, которая может быть использована для формирования перечня деталей, которые могут быть восстановлены с использованием аддитивных технологий, является машинное обучение. Машинное обучение позволяет создавать модели, которые могут анализировать большие объемы данных и определять закономерности в них. Затем эти данные можно использовать для обучения модели машинного обучения, которая будет определять, какие детали отвечают критериям выбора.

Другой технологией искусственного интеллекта, которая может быть полезна при формировании перечня деталей, является глубокое обучение. Глубокое обучение – это тип машинного обучения, который использует нейронные сети [4] для анализа данных. Нейронные сети могут быть

обучены на большом количестве данных о деталях авиационной техники для определения возможности их ремонта с использованием аддитивных технологий.

Для формирования перечня деталей также могут быть использованы другие технологии искусственного интеллекта, такие как обработка естественного языка (NLP) и компьютерное зрение. Например, NLP может использоваться для обработки запросов от специалистов инженерно-авиационной службы и других специалистов, связанных с эксплуатацией авиационной техники, для определения состояния поврежденных деталей и определения возможности их ремонта методом восстановления. В свою очередь компьютерное зрение может использоваться [5] для анализа изображений повреждений деталей воздушных судов и средств обеспечения полетов, полученных с помощью камер, установленных на беспилотных летательных аппаратах, для определения необходимости их ремонта методом восстановления или методом замены.

Использование технологий искусственного интеллекта при формировании перечня деталей, которые могут быть восстановлены с использованием аддитивных технологий, может помочь улучшить процесс создания ремонтной документации авиационной техники и повысить его эффективность. Однако, для того чтобы технологии искусственного интеллекта были эффективными, необходимо правильно собрать и обработать исходные данные о элементах конструкции авиационной техники, а также создать соответствующие модели машинного обучения. Также необходимо учитывать ограничения, накладываемые аддитивным производственно-ремонтным оборудованием, предполагаемым к использованию в эксплуатирующих организациях.

Таким образом, применение технологий искусственного интеллекта при формировании перечня деталей, подлежащих ремонту с использованием аддитивных технологий, имеет множество преимуществ. Оно позволяет сократить время на подготовку и проведение ремонтных работ на авиационной технике и повысить безопасность полетов.

Библиографический список

1. Трубашевский, Д. С. Аддитивные записки / Д. С. Трубашевский; – Воронеж: Умное производство, 2021. – 206 с.
2. Реализация целевых программ развития систем эксплуатации, ремонта и хранения вооружения и военной техники государственной авиации / А. Г. Крутилин // Военная мысль. – 2007. – № 5. – С. 30-38.
3. ГОСТ 18322-2016. Система технического обслуживания и ремонта техники.

Термины и определения. – Введ. 2017-09-01 М.: Изд-во стандартов, 2017. – 14 с.

4. Закономерности изменения напряженно-деформированного состояния и коэффициента интенсивности напряжения поврежденных лопаток компрессора газотурбинного двигателя / С. Ю. Струков [и др.] // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 1. – С. 27-32.

5. Фетисов В.С. Изучение искусственных нейросетей в среде пакета «Statistica Neural Networks» : Лабораторный практикум / В.С. Фетисов. –Уфа, 2011. – 74 с.

6. Кулалаев В.В. Оценка снижения эффективности оптических поисковых и следящих систем в условиях применения искусственных помех / Кулалаев В.В. // Авиационно-космическая техника и технология. – 2004. – №3(11). – С.59-64.

Информация об авторах

Струкова Ольга Юрьевна – начальник отделения ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394064, Россия, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а), e-mail: olga-rakhmanina@yandex.ru

Струков Сергей Юрьевич - кандидат технических наук, начальник управления научно-исследовательского ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394064, Россия, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а), e-mail: 9030251412@mail.ru

Information about the author

Olga Yurievna Strukova – head of the Department of the MESC of the Air Force "VVA named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin" (54a Starye Bolshevikov str., Voronezh, 394064, Russia), e-mail: olga-rakhmanina@yandex.ru

Strukov Sergey Yuryevich - candidate of Technical Sciences, Head of the Department of the MESC of the Air Force "VVA named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin" (54a Starye Bolshevikov str., Voronezh, 394064, Russia), e-mail: 9030251412@mail.ru

УДК 004.896

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СЕГМЕНТАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.В. Ермоленко¹

¹ *Воронежский государственный университет*

Аннотация: Сегментация медицинских изображений — одна из ключевых задач современной диагностики, где активное внедрение нейросетевых алгоритмов открывает новые возможности для точного анализа данных. Данная работа посвящена обзору и анализу методов сегментации медицинских изображений.

Ключевые слова: сверточные сети, сегментация изображений, архитектуры нейронных сетей.

MODERN METHODS OF MEDICAL IMAGE SEGMENTATION

S.V. Ermoolenko¹¹ Voronezh State University

Abstract: Medical image segmentation is one of the key tasks of modern diagnostics, where the active implementation of neural network algorithms opens new opportunities for accurate data analysis. This paper is devoted to the review and analysis of medical image segmentation methods.

Keywords: convolutional networks, image segmentation, neural network architectures.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время растет роль искусственного интеллекта в медицинской сфере. Наиболее стремительно происходит его внедрение в задачи компьютерного зрения и в особенности сегментаций изображений. Сегментация медицинских изображений представляет собой автоматизированное разделение снимков на области, соответствующие анатомическим структурам или патологиям, что критически важно для диагностики, планирования лечения и анализа данных. Современные методы глубокого обучения обеспечивают высокую точность и универсальность, позволяя эффективно выявлять опухоли и другие патологии в исследованиях.

Свою эффективность зарекомендовали сверточные нейронные сети (CNN), которые стали основой для медицинской визуализации в последнее время. Они способны за счет своей особенности работы с сеточными данными, автоматически извлекать признаки из изображения. Архитектуры вроде Fully Convolutional Networks (FCN) и их модификаций (например, DeepMedic) эффективно работают с крупными 3D-данными, учитывая пространственные взаимосвязи. Наиболее популярна нейросетевая архитектура U-Net с U-образной структурой, где присутствует входная часть (энкодер), сжимающее изображение, выходная (декодер), восстанавливающая его, и skip-connections,

объединяющий низкоуровневые и семантические признаки для точной локализации объектов. Её модификации, такие как U-Net с предобученными кодировщиками (ResNet, DenseNet), улучшают детализацию и скорость обработки. Эти и другие архитектуры CNN обеспечивают высокую точность в диагностике опухолей, анализе органов и других медицинских задачах. Одной из базовой современных нейросетевой архитектурой CNN, использующейся в сегментациях медицинских изображений является nnU-Net [8]. Принцип работы заключается в анализе предоставленных данных для создания их “отпечатка”, затем сеть автоматически создает несколько конфигураций U-Net:

- 2D U-Net;
- 3D U-Net, работающая с изображениями высокого разрешения;
- каскад 3D U-Net, где сначала 3D U-Net работает с изображениями низкого разрешения, а затем вторая 3D U-Net высокого разрешения уточняет прогнозы первой.

Однако стремительное развитие глубокого обучения в различных сферах деятельности и, в частности, в задачах с текстовыми данными создает необходимость модификации в работе с медицинскими изображениями. Поэтому для достижения более точных результатов в медицинской сегментации, современным исследователям необходимо изучать все больше моделей нейронных сетей и адаптировать их к

конкретным задачам.

CNN с МЕХАНИЗМОМ ВНИМАНИЯ

Благодаря стремительному росту популярности архитектур трансформеров в задачах обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP) актуализировалась проблема их адаптации к задачам компьютерного зрения, и в частности, к сегментации медицинских изображений. Основным элементом данных архитектур, обеспечивающий эффективное моделирование контекста, является механизм внимания (attention mechanism). Он в свою очередь позволяет моделям выборочно обращать внимание на различные части входных данных, присваивая разным элементам разную степень значимости. Механизмы внимания были впервые представлены в качестве плагина для CNN в задачах сегментации органов брюшной полости за счет интеграции в нейронную сеть U-Net [1].

Механизм внимания в задачах CV позволяет моделям фокусироваться на определенных объектах, игнорируя неактуальные области. Почти все из них можно представить в виде функции $f(g(x), x)$, в которой обрабатывается вектор x на основе внимания $g(x)$, что соответствует обработке значимых областей для получения информации [2]. Механизмы внимания используемые с CNN можно разделить на следующие виды.

1. Канальное внимание (channel attention) регулирует веса каждого канала, чтобы выделить наиболее значимые признаки, связанные с объектом интереса. Это достигается сначала за счет сжатия (Squeeze) с помощью операций глобального усреднения или максимизации (Global Average Pooling или Global Max Pooling) для каждой карты признаков. Затем возбуждение (Excitation), в котором полученные значения проходят через полносвязный слой, обучая сеть определять наиболее важные каналы. В конце масштабирование (Scaling), где каждый канал умножается на соответствующий ему вес. Так более значимые каналы получают больший вес, и нейронная сеть будет сосредоточена на них при дальнейшей свертке. Архитектура данного механизма представлена на рис. 1.

2. Пространственное внимание (spatial attention) ориентировано на выбор областей изображения внутри каждого канала. На первом этапе происходит агрегация информации по каналам с помощью max/avg pooling, выделяя, где в пространстве содержатся важные признаки и преобразуются в карту признаков. Далее полученная карта обрабатывается сверткой и функцией активации и на выходе получается маска внимания. На последнем этапе входной канал перемножается с полученной маской, фокусируясь на конкретных значимых местах. Архитектура изображена на рис. 2.

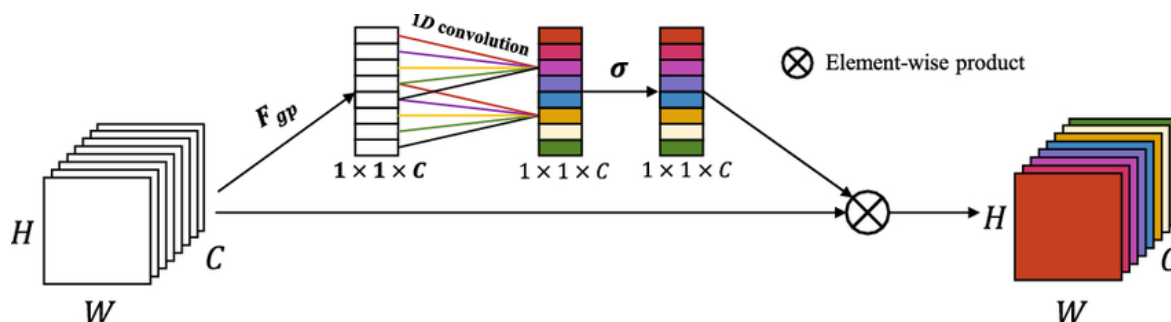


Рис. 1. Архитектура channel attention [12]

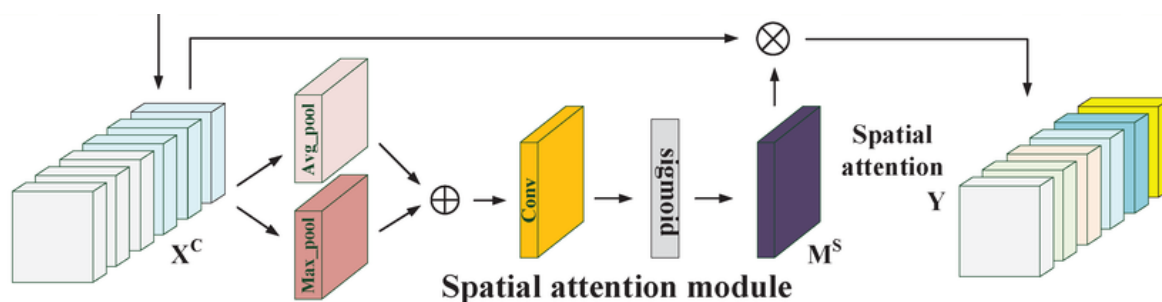


Рис. 2. Архитектура spatial attention [12]

3. Временное внимание (Temporal attention) рассматривается как динамический механизм выбора временных рамок, когда данные имеют временное измерение (видео).

Расположение плагина с механизмом внимания можно разделить на 3 категории:

- энкодер, для улучшения извлечения признаков;
- декодер, для более точной реконструкции изображения;
- пропускные соединения (Skip-connection), усиливает процесс восстановления полного пространства на выходе нейронной сети.

Чтобы объединить преимущества вышеупомянутых методов и применить различные виды внимания в выбранную архитектуру CNN используется гибрид.

В недавнем исследовании [3] была представлена сеть на основе U-Net, которая объединила модуль адаптивной свертки (AC), модуль многомасштабного обучения (MSL) и модуль Conv-Attention для улучшения способности выражения признаков и производительности сегментации. Модуль Conv-Attention сначала выполняет операцию свертки 1×1 на карте каналов низкоразмерного признака, чтобы получить признак X' . Затем выполняется операция сопоставления X' и X_i с помощью весовых

матриц W_q , W_k и W_v таким образом, что X' служит запросом, а пониженное дискретизированное представление X_i – ключом. Механизм softmax-внимания вычисляет матрицу, позволяя X' адаптивно корректировать контекстные признаки X_i , комбинируя локальные и глобальные зависимости. Conv-Attention оптимизирует выражение многомасштабных признаков и использование вычислительных ресурсов и улучшает распознавательную способность модели, сокращает количество параметров и значительно ускоряет вычисления. Авторы утверждают, что результаты их разработки превосходят такую популярную архитектуру CNN с механизмом внимания как Attention U-Net.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСФОРМЕРОВ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Сверточные сети достигли передовых результатов в большинстве задач компьютерного зрения и уже стали неотъемлемой частью медицинской визуализации. Однако долгосрочные зависимости внутри изображений, такие как нелокальная корреляция объектов, не улавливается в CNN из-за ограниченного рецептивного поля. Используя успешный опыт применения трансформеров в NLP в 2021 году, был представлен Vision Transformer (ViT) в задаче

классификации изображения [4]. ViT способен различать тонкую неоднородность рисунка и точно выделять сложные границы и края, что является важным аспектом для сегментации медицинских изображений.

Преимущественными особенностями трансформеров в задачах компьютерного зрения является реализованный механизм многоголовного самовнимания (Multi-Head Self-Attention, MHSA). Он заключается в применении нескольких механизмов самовнимания (Self-Attention) к одному и тому же входу (патчу изображения), позволяя лучше захватывать всю иерархию признаков. MHSA обрабатывает каждое пиксельное представление как токен и использует последовательность линейных преобразований для проектирования токенов в пространства запросов, ключей и значений. Итоговый результат является матрица, объединяющая выходы самовнимания всех голов внимания. Однако ключевым ограничением в медицинской визуализации является необходимость их обучения на больших данных (из-за отсутствия индуктивного смещения). Эффективное внимание (efficient attention) решают данную проблему, применяя методы низкоранговых проекций, уменьшающие количество токенов в ключах (key) и значениях (value).

В работе [5] была реализована сеть MedFormer для сегментации 3D медицинских изображений. Она имеет следующие архитектурные особенности.

– Введение сверточного индуктивного смещения (inductive bias). Оно позволяет учитывать локальную структуру данных в проекции внимания и в сети с прямой связью (feed-forward network). В качестве эффективной реализации свёртки

используется глубинно-разделимая свертка (depth-wise separable convolution).

– Эффективное внимание.

– Двухстороннее многоголовое внимание (В-МНА). Данный подход выполняет нелинейное снижение размерности, так как простые линейные преобразования (например, strided-свёрток) для низкоранговых проекций не учитывают глобальный контекст при высокой степени сжатия. В-МНА проецирует полную карту токенов изображения в компактную семантическую карту, сохраняющую глобальную семантику.

– Глобальное объединение многомасштабных семантических карт. Предложенный метод объединяет семантические карты разных масштабов через трансформерные блоки, преобразуя их в единую последовательность для глобального взаимодействия. В отличие от локального объединения, этот подход распространяет информацию между всеми токенами на каждом масштабе, создавая глобальное многомасштабное объединение.

Представленные ключевые компоненты MedFormer объединяются в единую модель, которая использует convolutional stem из остаточных сверточных блоков и В-МНА трансформерные блоки для создания иерархического представления, способного эффективно обрабатывать различные масштабы и форматы медицинских данных. Модель включает в себя механизмы поэтапного восстановления разрешения через апсемплинг и В-МНА блоки. Для улучшения обучения трансформерной части добавлена вспомогательная функция потерь (auxiliary loss) применяется к выходу последнего В-МНА блока в декодере. В упрощенном виде архитектура может выглядеть как на рис. 3.

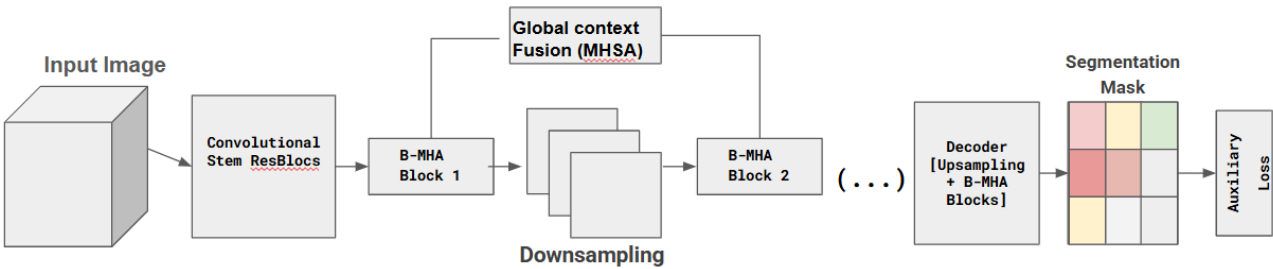


Рис. 3. Архитектура ViT

VLM-ТРАНСФОРМЕРЫ ДЛЯ
МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Визуальные языковые модели (VLM) являются интеграцией больших языковых моделей (Large Language Models, LLMs) в задачи с визуальными данными. Данные нейросетевые архитектуры способны связывать информацию разной модальности (например, в анализе медицинских изображений: текстовое описание диагноза и снимка). Используя знания из огромных примеров обучения, VLMs могут помочь в обнаружении мелких аномалий на снимках с низким разрешением, которые трудно наблюдать обнаружить. Также они могут быть полезными в диагностировании заболеваний и составлении отчетов, так как способны давать аргументированные ответы на основе представленной текстовой информации.

Результаты исследований показывают полезность VLMs для предварительного медицинского анализа изображений, однако данные архитектуры пока не превосходят использование сверточных нейронных сетей. Тем не менее визуальные языковые модели могут быть использованы как чат-ассистенты, предоставляя описание предварительного диагноза с отчетом до принятия решения специалиста.

В исследовании [6] были протестированы современные VLMs на популярных данных: BTД - МРТ с опухолями головного мозга для бинарной классификации, ALL-IDB2 - набор микроскопических изображений фокусируется на патологии крови, состоящий из нормальных или бластных клеток, CX-ray - КТ грудной клетки для анализа COVID-19. Результаты тестирования по метрике ассигасу представлены в табл. 1.

Таблица 1 Результаты тестирования VLMs

Модель	Архитектура	BTД	ALL-IDB2	CX-ray
BiomedCLIP	ViT-B/16	79.14	76.92	58.51
OpenCLIP	ViT-G/14	57.96	69.23	63.83
LLaVA	ViT-L/14 & LLaMA-2-7B	54.46	66.72	65.18
ChatGPT-4	GPT-4	51.61	84.85	61.82

Модель	Архитектура	BTD	ALL-IDB2	CX-ray
OpenFlamingo	ViT-L/14 & INCITE-3B	51.75	67.31	71.28

Результаты же сверточной нейронной сети ResNet-18 91.05, 94.23, 93.62 по датасетам соответственно. Стоит отметить высокую точность модели ChatGPT-4 на данных ALL-IDB2.

В недавней работе [7] был проанализирован еще один негативный аспект использования VLMs в сфере здравоохранения. Исследование показало, что данные модели могут выдавать плохие ответы из-за атак через инъекцию вредоносных промптов даже при скрытой модификации входных данных. Авторы предлагают усилить безопасность разработав новые способы защиты систем от всех форм враждебных атак.

САМООБУЧАЮЩИЕСЯ СЕТИ

Множество задач связанных с сегментированием медицинских изображений подразумевают работу с трехмерными данными (например, КТ и МРТ) или даже еще более высокоразмерными, что приводит к высоким затратам на их маркировку. Для нивелирования данной проблемы могут быть использованы алгоритмы, основанные на самообучении (Self-Supervised Learning, SSL). Они позволяют изучать общие представления из немаркированных данных и инициализируют веса для задач, связанных с сегментацией данных.

SSL методы можно классифицировать следующим образом.

1. Предиктивные SSL (Predictive SSL). В данном методе модель учится предсказывать искусственно созданные преобразования (поворот, сборка пазла). тем самым ошибаясь находит полезные

закономерности и признаки.

2. Генеративная (Generative) SSL. Нейронная сеть учится восстанавливать искаженные или скрытые части изображений с целью понять контекст данных и извлечь необходимые признаки.

3. Контрастное самообучение (Contrastive SSL). Модель самообучается путем сравнения экземпляров данных друг с другом, определяя, какие экземпляры похожи (положительные пары) и какие различны (отрицательные пары). Так, например, положительной парой может быть поворот или изменение яркости, а негативной - изображения разных областей интереса или пациентов.

4. Multi-SSL. Этот подход объединяет несколько методов самообучения в одной модели. Это позволяет извлекать более устойчивые и информативные признаки, избегая перекаса в сторону одной задачи. Так, например, в работе [9] был представлен фреймворк для самообучения, объединяющий все 3 типа обучения в единую модель. Он состоит из дискриминативное обучение (Discriminative Learning), основанное на контрастном SSL, восстановительное обучение (Restorative Learning), основанное на генеративном SSL, состязательное обучение (Adversarial Learning) - Predictive SSL. DiRA обучает модель параллельно решать три задачи, затем объединяет эти решения.

В исследовании [10] провели сравнение на задачах медицинской визуализации представленных методов выше. По его итогу авторы рекомендуют

предсказательные и контрастивные SSL для задач классификации, а генеративные наилучшим образом подойдут для задач сегментации.

Примером SSL может являться фреймворк DINO, который использует ViT в качестве основной архитектуры для учителя и ученика. Модель ученика обучается воспроизводить фрагменты входного изображения на различных аугментированных версиях. Модель учителя обновляет параметры от ученика посредством экспоненциального скользящего среднего (EMA), тем самым аккумулирует знания на протяжении всего обучения.

В 2023 году была представлена работа о Segment Anything Model (SAM) [11]. Данная архитектура SSL предназначена для сегментаций с помощью дополнительных запросов (подсказок). Она состоит из трех компонент:

– кодировщик изображений, является ViT и запускается для каждого изображения до получения подсказок;

– кодировщик подсказок, обрабатывает спарсенные подсказки (точки, рамки, текст) через позиционные кодировки и эмбединги;

– декодер масок, преобразует эмбединги изображения и подсказок в маски через модифицированный Transformer-декодер и динамическую голову предсказания.

Преимуществами данного SSL является его гибкость, так как поддерживает текстовые (кодируется с помощью модели CLIP), масочные и точечные подсказки от пользователя. Архитектура SSL представлена на рис. 4.

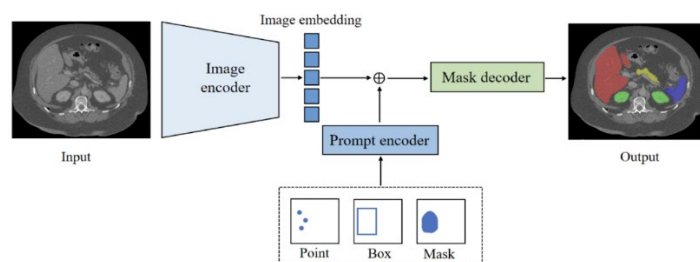


Рис. 4. Segment Anything Model [13]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были проанализированы основные современные методы сегментаций медицинских изображений. Был дан обзор таких современных архитектурных решений как CNN с механизмом внимания, визуальных трансформеров, мультимодальные трансформеры, самообучающиеся сети. мы продемонстрировали их преимущества, основные особенности и недостатки. Также были рассмотрены основные нейросетевые архитектуры в каждом

методе и предоставлена информация о их применении на основных медицинских бенчмарках. Стоит отметить стремительное внедрение механизмов внимания для задач медицинской сегментации изображений.

Благодаря развитию методов глубокого обучения, включая гибридные архитектуры (например, U-Net с механизмами внимания или трансформеры), происходит переход от ручного анализа к автоматическим решениям, способным выделять анатомические структуры и патологии с

высокой детализацией. Такие технологии не только повышают эффективность диагностики (например, обнаружение опухолей на ранних стадиях), но и создают основу для персонализированной медицины, сокращая время обработки данных и минимизируя субъективные ошибки. Интеграция этих подходов в клиническую практику способна кардинально улучшить качество медицинской помощи, обеспечивая врачей инструментами для работы с мультимедальными и 3D-данными.

Библиографический список

1. Wang Y. et al. Abdominal multi-organ segmentation with organ-attention networks and statistical fusion //Medical image analysis. – 2019. – Т. 55. – С. 88-102.
2. Guo M. H. et al. Attention mechanisms in computer vision: A survey //Computational visual media. – 2022. – Т. 8. – №. 3. – С. 331-368.
3. Pan P. et al. Multi-scale conv-attention U-Net for medical image segmentation //Scientific Reports. – 2025. – Т. 15. – №. 1. – С. 12041.
4. Dosovitskiy A. et al. An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale //arXiv preprint arXiv:2010.11929. – 2020.
5. Gao Y. et al. A Data-Scalable Transformer for Medical Image Segmentation: Architecture, Model Efficiency, and Benchmark.” arXiv //arXiv preprint arXiv:2203.00131. – 2022.
6. Van M. H., Verma P., Wu X. On large visual language models for medical imaging analysis: An empirical study //2024 IEEE/ACM Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies (CHASE). – IEEE, 2024. – С. 172-176.
7. Clusmann J. et al. Prompt injection attacks on vision language models in oncology //Nature Communications. – 2025. – Т. 16. – №. 1. – С. 1239.
8. Isensee F. et al. nnU-Net: a self-configuring method for deep learning-based biomedical image segmentation //Nature methods. – 2021. – Т. 18. – №. 2. – С. 203-211.
9. Haghighi F. et al. Self-supervised learning for medical image analysis: Discriminative, restorative, or adversarial? //Medical image analysis. – 2024. – Т. 94. – С. 103086.
10. Zhang C., Zheng H., Gu Y. Dive into the details of self-supervised learning for medical image analysis //Medical Image Analysis. – 2023. – Т. 89. – С. 102879.
11. Kirillov A. et al. Segment anything //Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision. – 2023. – С. 4015-4026.
12. Xie Y. et al. Attention mechanisms in medical image segmentation: A survey //arXiv preprint arXiv:2305.17937. – 2023.
13. URL:<https://github.com/facebookresearch/segment-anything> (дата обращения 12.04.2025).

Информация об авторах

Ермоленко Сергей Витальевич – аспирант, Воронежский государственный университет (394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1), тел. 8-960-108-71-90, e-mail: sergei.ermolenko318@gmail.com.

Information about the author

Ermolenko Sergey Vitalievich – postgraduate student, Voronezh State University (394018, Russia, Voronezh, University Square, 1), tel. 8-960-108-71-90, e-mail: sergei.ermolenko318@gmail.com.

УДК 004.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Н. В. Макаров¹, Е. А. Салтанаева¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: Статья посвящена применению разных архитектур нейронных сетей в интеллектуальных системах для распознавания образов, прогнозирования и принятия решений. Рассмотрены ключевые типы нейронных сетей, включая сверточные (CNN), рекуррентные (RNN), рекурсивные (RvNN), капсульные (CapsNet) сети, сиамские архитектуры и сети на основе радиальных базисных функций (RBF).

Ключевые слова: нейронные сети, интеллектуальные системы, CNN, RNN, CapsNet, RBF-сети.

USING NEURAL NETWORKS IN INTELLIGENT SYSTEMS

N. V. Makarov¹, E. A. Saltanaeva¹

¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: The article is devoted to the application of different neural network architectures in intelligent systems for pattern recognition, forecasting and decision making. The key types of neural networks are considered, including convolutional (CNN), recurrent (RNN), recursive (RvNN), capsule (CapsNet) networks, Siamese architectures and networks based on radial basis functions (RBF).

Keywords: neural networks, intelligent systems, CNN, RNN, CapsNet, RBF networks.

Сейчас нейросети все больше проникают во все сферы человеческой жизни [1]. В течение последних пяти лет интеллектуальные системы сильно улучшились, благодаря появлению множества новых архитектур нейронных сетей и методов их обучения [2]. Разнообразие архитектур нейронных сетей позволяет использовать их во множестве различных сфер [3].

Сверточные нейронные сети (CNN) являются одним из основных инструментов в машинном обучении. Они эффективно решают задачи распознавания образов, прогнозирования и принятия решений благодаря возможности автоматически извлекать иерархические признаки из данных с пространственной или временной структурой. CNN с высокой точностью распознает образы, последовательно выделяя простые паттерны (например, границы и текстуры) на начальных слоях и комбинируя их в более сложные признаки (такие как части

объектов или целые объекты) на глубоких слоях. CNN применяются не только для работы с изображениями, но и для прогнозирования на основе временных рядов, где данные преобразуются в спектрограммы или другие двумерные представления, позволяя нейронной сети находить закономерности в финансовых данных, сигналах с датчиков или погодных прогнозах. CNN также находят свое применение в области медицины для анализа медицинских изображений, таких как компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и рентгеновские снимки, что позволяет повысить точность диагностики, например, при выявлении заболеваний, таких как рак [4]. Кроме того, CNN применяются в робототехнике и автономных транспортных системах для распознавания объектов и создания карт окружающей среды.

Рекуррентные нейронные сети (RNN) являются мощным классом нейронных

сетей, специально разработанных для обработки последовательных данных, в которых важна не только текущая информация, но и контекст предыдущих элементов. Это делает их незаменимыми в задачах, требующих учета динамических паттернов и временных зависимостей. RNN в отличие от традиционных нейросетей обладают внутренней памятью благодаря рекуррентным связям, позволяющим передавать информацию между шагами последовательности. Все это позволяет эффективно применять RNN в прогнозировании временных рядов, например, в финансовых рынках, где они могут предсказывать изменение цен на основе предоставленных данных. RNN также используются в области распознавания и синтеза речи позволяя моделировать аудио-сигналы значительно улучшая точность распознавания и генерации речи [5].

Рекурсивные нейронные сети (RvNN, Recursive Neural Networks) являются специализированным классом нейронных сетей, предназначенных для обработки данных с древовидной или иерархической структурой. Это делает RvNN полезными для решения задач, в которых важны не только последовательные, но и вложенные зависимости между элементами. В отличие от рекуррентных сетей (RNN) RvNN работает не с линейными последовательностями, а с деревьями или графами, рекурсивно используя одну и ту же операцию к каждому узлу, начиная с листьев и двигаясь к корню, что позволяет эффективно моделировать сложные иерархические отношения. RvNN работают с иерархическими структурами данных, что делает их полезными в анализе синтаксических деревьев и обработке естественного языка. RvNN эффективно моделируют отношения между частями структуры, что важно для понимания сложных

предложений и контекстов [6].

Капсульные нейронные сети (CapsNet) разработаны для преодоления основных ограничений традиционных сверточных сетей, прежде всего связанных с потерей пространственной информации при агрегации признаков через операции пулинга. Основным нововведением CapsNet является наличие так называемых капсул - групп нейронов, кодирующих не только наличие признаков, но и их пространственное состояние (ориентацию, масштаб, текстуру) в виде векторов активности, позволяя сохранять и анализировать иерархические отношения между частями объектов. Ключевой механизм динамической маршрутизации между капсулами обеспечивает адаптивное взаимодействие между различными уровнями представления данных, где низкоуровневые капсулы (отвечающие за части объектов) согласованно комбинируются в высокоуровневые (представляющие целые объекты), что принципиально отличает этот подход от жесткой фиксации признаков в сверточных нейронных сетях (CNN) и позволяет добиться значительно большей устойчивости к аффинным преобразованиям, таким как масштабирование, повороты и деформации. Это позволяет точнее распознавать объекты в изображениях, особенно при изменении их масштаба или положения. Капсульные сети также демонстрируют высокую устойчивость к шуму и искажениям в данных [7].

Сиамские нейронные сети представляют собой специализированную архитектуру глубокого обучения, основанную на использовании двух или более идентичных подсетей с общими весами, которые обрабатывают входные данные параллельно и сравнивают полученные векторные

представления через функцию расстояния. Это делает сиамские сети особенно эффективными для задач сравнения и анализа сходства между объектами, таких как сравнение подписей, верификация лиц или поиск семантически близких текстовых документов [8]. Основной особенностью сиамских сетей является их способность обучаться на основе относительного сходства объектов используя специальные функции потерь, такие как триплетная (triplet loss) или контрастивная (contrastive loss), которые минимизируют расстояние между похожими объектами и максимизируют его между различными, что позволяет достичь высокой точности даже при малом количестве обучающих данных, так как эта модель учится не классифицировать объекты по абсолютным признакам, а оценивать степень их сходства.

Радиальные базисные функции (RBF) являются мощным математическим аппаратом, основанным на использовании симметричных радиально-убывающих функций, значение которых зависит только от расстояния до центра (опорной точки), что делает их особенно эффективными для моделирования сложных нелинейных зависимостей в данных. RBF находит широкое применение в машинном обучении для решения задач аппроксимации, классификации и интерполяции. RBF-сети основываются на принципе разложения входного пространства на локальные области влияния, где каждая базисная функция активируется только в окрестности своего центра, что позволяет достичь высокой точности аппроксимации при относительно простой вычислительной структуре, особенно в сравнении с многослойными перцептронами. RBF особенно эффективны при работе с локализованными данными и

находят применение в финансовом управлении, моделировании и прогнозировании [9].

Таким образом, нейронные сети, благодаря разнообразию своих архитектур, играют ключевую роль в интеллектуальных системах, эффективно решая задачи в области компьютерного зрения, обработки естественного языка, прогнозирования, автоматизации и многих других. Выбор оптимальной модели зависит от специфики задачи, объема данных и требований к производительности, а постоянное развитие методов обучения и вычислительных технологий расширяет сферы их применения. В перспективе дальнейшее улучшение нейросетевых алгоритмов, повышение их интерпретируемости и энергоэффективности открывает новые возможности для создания более сложных, адаптивных и доступных интеллектуальных систем, способствуя технологическому прогрессу в различных областях человеческой деятельности.

Библиографический список

1. Зарипова, Р. С. Распознавание текстов с использованием нейронных сетей / Р. С. Зарипова, А. Е. Кривоногова // NovaUm.Ru. – 2018. – № 11. – С. 38-40. – EDN YQFCAK.
2. Натальсон, А. В. Экономическая эффективность внедрения нейронных сетей в информационные технологии / А. В. Натальсон, Е. А. Салтанаева // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 6(167). – С. 1380-1383. – DOI 10.34925/EIP.2024.167.6.286. – EDN JMYCMU.
3. Алексеев, И. П. Перспективы применения капсульных нейронных сетей в распознавании объектов на изображениях / И. П. Алексеев, Т. В. Лаптева // КИП и автоматика: обслуживание и ремонт. – 2022. – №

1. – С. 50-53. – EDN BEVXOS.

4. Сверточные нейронные сети для решения задач компьютерного зрения. / А.В. Сайфутдинов // Universum: технические науки. – 2023. – №10 – С.42-44

5. Применение рекурсивных рекуррентных нейронных сетей/ Е. Е. Андросова // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2016. - №19. - С. 107-114.

6. Кириченко, А. Интеллектуальность

нейросетевых конструкций. Обзор литературы. –ЛитРес, 2022.

7. Охота на электроовец. Большая книга искусственного интеллекта / С.С. Марков. – ДМК, 2024.

8. Нейронные сети и глубокое обучение: учебник / Ч.Ч. Аггарвал. – Лань, 2022.

9. Искусственные нейронные сети / Е.Ю. Бутырский, В.В. Цехановский, Н.А. Жукова, В.Б. Мельников, И.А. Куликов. – КноРус, 2023.

Информация об авторах

Макаров Никита Владиславович – студент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: nik89625536163@gmail.com

Салтанаева Елена Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: elena_maister@mail.ru

Information about the author

Nikita V. Makarov – student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: nik89625536163@gmail.com

Elena A. Saltanaeva – candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies of Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: elena_maister@mail.ru

УДК 004.896

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШИХ ДАННЫХ: ПРЕДВЗЯТОСТЬ, ДИСКРИМИНАЦИЯ, ПРОЗРАЧНОСТЬ

Н.А. Березников¹, Т.В. Лаптева¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В работе рассматриваются этические проблемы дискриминации, предвзятости, прозрачности, которые возникают при использовании больших данных. Даны основные понятия, приведены примеры возникновения этических проблем. Так же рассмотрены пути их минимизации и сделаны выводы о дальнейшем развитии применения больших данных.

Ключевые слова: большие данные, дискриминация, предвзятость, прозрачность данных, искусственный интеллект, машинное обучение.

ETHICAL ISSUES ASSOCIATED WITH THE USE OF BIG DATA: BIAS, DISCRIMINATION, TRANSPARENCY

N.A. Bereznikov¹, T.V. Lapteva¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The paper examines the ethical issues of discrimination, bias, and transparency that arise when using big data. The basic concepts are given, and examples of ethical problems are given. Ways to minimize them are also considered and conclusions are drawn about the further development of the use of big data.

Keywords: big data, discrimination, bias, data transparency, artificial intelligence, machine learning.

По данным статистических агентств с 90-х годов общее количество информации растет экспоненциально. Исследователи предполагали, что будет происходить удвоение объема информации каждые 1,5 года. По данным агентства Statista такой прирост поддерживался до 2017 года и с 2018 года наблюдается прирост на 23% в среднем. Исключение составляет 2020 год, известный пандемией КОВИД. По прогнозам исследователей, ожидается, что 120 зеттабайт, сгенерированных в 2023 году, увеличатся более чем на 150 % в 2025 году и достигнут 181 зеттабайт.

В исследованиях, связанных с развивающейся областью искусственного интеллекта, данные SCOPUS показывают, что темпы роста публикаций, связанных с ИИ, сильно выросли, на первые позиции вышли Китай, Индия, обогнав по росту числа исследований в этой области США, Великобританию и Германию. В последнее время наблюдается заметный рост числа публикаций, связанных с ИИ, из Саудовской Аравии. с 2022 года основными вкладчиками в глобальные исследования ИИ являются Китай, Индия, Иран, Индонезия, Малайзия, Турция, Саудовская Аравия, Бангладеш и Россия. Если раньше ученые проводили исследования на базе ограниченного количества данных, которые могли получить только путем самостоятельного исследования, по лично выбранным методикам и отобранной репрезентативной группе, то благодаря современным технологиям стали доступны данные со всего мира, которые постоянно обновляются.

В 2008 году ученый Клиффорд Линч предложил название Big Data для описания огромного множества данных, которые невозможно обработать известными традиционными методами [1]. Данные в своей

простейшей форме относятся к набору цифр, фактов и статистических данных, которые можно использовать для справки или анализа, и обычно организованы в структурированные форматы, такие как таблицы и базы данных.

Большие данные представляют собой исключение в том, как информация собирается, обрабатывается и анализируется. Большие данные охватывают огромные объемы информации, собранной из множества источников, значительно различающихся по структуре, формату и надежности [2].

Отличие больших данных от обычных данных проявляется в нескольких характеристиках: объем; скорость, с которой данные собираются, обрабатываются и анализируются; разнообразие и достоверность [3]. Разнообразие отражает разнообразие форматов данных, которые варьируются от структурированных наборов данных, таких как базы данных, до неструктурированных форматов, таких как текст, изображения и видео. Достоверность касается точности и достоверности данных, что имеет решающее значение для обеспечения надежного и содержательного анализа. Существует некоторая вероятность смешивания неточных и необработанных данных.

Обработка больших данных проводится на основе технологий глубокого машинного обучения, различных вариаций облачных вычислений с переносом части вычислений ближе или дальше по отношению к вычислительным устройствам исследователей, масштабных высокораспределенных вычислений, Интернета вещей, аналитики больших данных. Широко используются инструменты, соответствующие парадигмам NoSQL, Cassandra, Hadoop, Storm, Spark, Hive и OpenRefine [3].

Несмотря на свое название, большие данные (big data) не являются абсолютom, они действительны только в конкретный момент определенной сферы [4, с. 40]. Большие данные во многом определяют продвижение современных бизнес-стратегий благодаря анализу закономерностей и тенденций в огромных объемах данных. Они улучшают процессы принятия решений. Компании анализируют информацию из социальных сетей, отзывов клиентов, отраслевых отчетов. Большие данные предоставляют информацию о тенденциях рынка, потребностях клиентов и проблемах на рынке. Таким образом, анализ больших данных является решающим фактором для организаций и предприятий, предлагая ключевые преимущества в принятии решений, клиентском опыте, разработке продуктов и управлении рисками. Однако, несмотря на широкий спектр преимуществ, текущий сбор и применение больших данных не всегда осуществляются с учетом этических норм и ограничений, что может привести к нарушениям прав человека, дискриминации и снижению доверия общества к технологиям.

Ключевые этические проблемы включают нарушения конфиденциальности, связанные со сбором и использованием персональных данных, необходимость точности и прозрачности при обработке и анализе данных, проблемы, связанные с доступностью данных и владением ими, а также предвзятость и несправедливость в принятии алгоритмических решений. Учет этих факторов имеет определяющее значение в научных исследованиях и процессах принятия решений, защищает права личности и гарантирует, что аналитика больших данных применяется справедливо и этично. В настоящее время различают ряд типов

раскрытия данных. Раскрытие личной информации, которая нарушает юридические нормы, это то, о чем мы думаем сразу. Раскрытие атрибутов приводит у публикации ряда сведений о личности, до этого неизвестных, это могут быть сведения о состоянии здоровья личности, его предпочтений. Следующим типом является выводимое раскрытие, заключающееся в получении конфиденциальной информации не напрямую, а вследствие анализа имеющейся информации. Выделяют также и раскрытие информации о группе населения, если конфиденциальной информацией считается информация о связи группы населения и определенной характеристики, например, заработная плата определенного типа работников.

Вопросы этики в области больших данных, искусственного интеллекта и других информационных технологий тесно связаны друг с другом. Замедление прогресса в области нормативного регулирования в сфере защиты данных может сильно замедлить развитие искусственного интеллекта и сделать это направление уязвимым для злоумышленных действий, нарушений прав человека или дискриминации [5, с. 329].

Часто анонимный набор данных не содержит очевидных идентификаторов, таких как имя, домашний адрес или номер телефона. Однако, для привязки данных к человеку может быть использована внешняя информация, если эти данные достаточно уникальны [6].

Рассмотрим это на примере: получив данные по большому количеству лайков к конкретному видео среди женщин среднего возраста, по результатам обработки данных будет сделан вывод, что информация на данном видео больше нравится женщинам

среднего возраста. Но здесь выявляется этическая проблема предвзятости, так как не всему населению планеты было показано это видео, существует вероятность того, что данные некоторых наций, возрастов были больше представлены в выборке, кроме того, существует вероятность предвзятого отношения работы самой программы или ИИ и вероятность предвзятого отношения аналитика, который анализирует результаты.

Этическая проблема дискриминации близка к проблеме предвзятости, с той разницей, что перед началом анализа данные могут быть отсеяны те или иные группы данных, в случае если машинный алгоритм посчитает их менее значимыми для обработки. Так в случаях, когда анализируются сотрудники, а ориентиром выбраны сотрудники с наилучшими результатами в работе, среди которых все оказались мужчинами французами, остальные претенденты, которые не являются мужчинами французами будут отсеяны в независимости от собственных результатов [7, с. 58]. Известны ряд исследований, показавших, что использование ИИ в аналитике больших данных всегда включают статистическую дискриминацию. До сих пор исследователям приходится вручную проводить разметку данных, выбор целевых переменных, меток всегда субъективен. Из-за использования зарекомендовавших себя обучающих наборов данных исследователи используют устаревшие по времени наборы, которые имеют смещение выборки благодаря отсутствию сведений об определенных группах общества. Влияние на смещение выборки оказывает цифровое неравенство, исключая сведения о группах лиц, о ком информация не собрана ввиду недоступности цифровых сервисов из-за низкого дохода,

возрастного фактора, цифровых навыков и т.п.

В связи с тем, что работа с большими данными нова, отсутствуют разработанные стандарты для определения качества и эффективности той или иной программы обработки. Пассивный метод сбора данных, как основа их получения, проблема конфиденциальности данных и ограниченность доступа к системам машинного обучения выявили этическую проблему прозрачности данных.

Алгоритмы машинного обучения, ИИ имеют неизведанные человечеством возможности, они неустанно совершенствуются, но важно помнить о том, что они созданы человеком и обучаются по тем методикам, которые предлагает человек, что приводит к переносу личных предпочтений в процесс обучения. Кроме того, ИИ может самообучаться сам, но остаются неизвестными для человека этапы и сам процесс его самообучения.

В 2024 году ученым удалось провести запись разговора двух искусственных интеллектов, которые после обоюдного подтверждения того, что диалог ведет ИИ перешли на режим Gibberlink, для человека это воспринимается как разного тона и длительности короткие звуковые сигналы, он позволяет ускорить процесс, но одновременно сделать абсолютно непонятным его для человека. Современные нейросети, особенно генеративные модели вроде GPT и аналогов, стали настолько сложными, что даже их создатели не могут точно объяснить, почему они принимают те или иные решения. Развитие ИИ идёт экспоненциально, и люди просто не успевают за этим темпом. Это несет как колоссальные возможности, так и большие проблемы в этической области. Отсутствие баланса между

разумным использованием информации и защитой прав личности, предоставившей информацию о себе, приводит к этическим проблемам.

Сегодня найдены методы, каждый из которых купирует вышеописанные проблемы в каждом конкретном случае, так для решения проблемы прозрачности при обработке больших данных рекомендуют, например, разрабатывать четкие политики и процедуры, проводить регулярные проверки, документировать алгоритмы и модели, давать пояснения к решениям системы. Для решения проблемы дискриминации необходимы надежные механизмы регулирования и защиты данных. В этом направлении движутся различные государства, регламентируя принципы сбора, хранения и обработки личных данных [8, с. 35].

Для решения перечисленных проблем исследователям необходимо ясно понимать их источники и оценивать потенциальные источники данных на предмет нарушения этических норм. В настоящее время аналитику больших данных необходимо соблюдать ряд профилактических правил, позволяющих соблюсти этические нормы при работе с данными:

- при проведении исследований необходимо оценивать последствия использования тех или иных наборов данных, учитывая смещение выборки, выводимое раскрытие сведений;

- соблюдать принципы сохранения конфиденциальности личных данных, используя современные средства защиты информации;

- процесс согласия на получение персональных данных должен предусматривать понятные и четкие процедуры;

- соблюдать требования государств в

области защиты персональных данных, развивать область этической экспертизы проектов анализа больших данных, вовлекать в деятельность юридических специалистов, практикующих в рассматриваемой области;

- проводить оценку используемых методов анализа данных, а также сферы и процедуры использования получаемых результатов.

С развитием информационных технологий использование анализа больших данных станет более доступным для малых и средних предприятий, увеличится скорость обработки, так же увеличится безопасность применения больших данных. Искусственный интеллект будет иметь все большее значение в работе с большими данными, а Интернет вещей и больших данных позволит масштабировать применение полученных результатов на практике [9].

Профилактические правила позволяют минимизировать проблемы предвзятости, дискриминации и прозрачности в каждом конкретном случае, но не искоренят их полностью, поскольку во всех случаях принятие решения о соблюдении правил проводится конкретным исследователем. Результаты использования продвинутых технологий для анализа больших данных дают колоссальный эффект в самых разных отраслях, повышая эффективность процессов, увеличивая прибыль и снижая издержки. Это представляет сильный соблазн в быстром получении рекомендаций на основе анализа больших данных пусть даже с использованием методов, нарушающих этические требования использования информации.

В то же время, интенсивное развитие технологий и методов оперирования и анализа больших данных требует постоянного пересмотра существующих этических

правил, подробного анализа новых технологий в свете этических требований. Необходимо постоянная систематизация как возникающих этических проблем использования данных, так и соответствующей модификации разрабатываемых технологий и программных продуктов.

Библиографический список

1. История больших данных (Big Data) - часть 1. URL: <https://www.computerra.ru/234239/istoriya-bolshih-dannyh-big-data-chast-1/> (дата обращения: 22.04.2025)

2. Abdalla, H.B. A brief survey on big data: technologies, terminologies and data-intensive applications. *J Big Data* 9, 107 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40537-022-00659-3>

3. Gomathy, C.K. (2023). A Survey on Big Data Analytics: Challenges, Open Research Issues and Tools. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)*, 06(12). doi: <https://doi.org/10.55041/IJSREM16959>.

4. Абашкин В.Л., Абдрахманова Г.И., Вишневецкий К.О., Гохберг Л.М. и др. Цифровая экономика: 2025: краткий стат. сборник. М.: Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ; 2025. - 120 с

5. Коваль Е.А. Датаоптимизм,

датапессимизм и датареализм: образы моральных рисков в образах будущего // Материалы XVI Международной конференции «Теоретическая и прикладная этика: Традиции и перспективы -2024: Парадоксальность морали и моральные парадоксы: проблемы и решения». / отв. ред. В.Ю. Перов. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2024. С. 328-330

6. De Montjoye, Y.A., Hidalgo, C.A., Verleysen, M., Blondel, V.D. (2013) 'Unique in the Crowd: The privacy bounds of human mobility', *Scientific Reports*, 3(1376), 1. Available at: <https://www.nature.com/articles/srep01376#citeas> [Accessed: 21st August 2024].

7. Этика : учебник для вузов / под общей редакцией А. А. Гусейнова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 460 с.

8. Льюис Мамфорд. Миф машины. Техника и развитие человечества / Пер. с англ.: Т. Азаркович, Б. Скуратов. — М., 2024. — 416с

9. Ключевые направления развития рынка больших данных. URL: <https://storage.yandexcloud.net/eventico-dataforum23/dc/9698d6601862b7391ffb81ee99eda0.pdf> (дата обращения: 22.04.2025)

Информация об авторах

Березников Никита Альбертович – студент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: bereznikov1997@inbox.ru

Лаптева Татьяна Владимировна – доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: tanlapteva@yandex.ru

Information about the author

Nikita A. Bereznikov – student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: bereznikov1997@inbox.ru

Tatyana V. Lapteva – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: tanlapteva@yandex.ru

УДК 004.032.26

ВЫЯВЛЕНИЕ НЕЛЕГАЛЬНОЙ ТОРГОВЛИ В ДАРКНЕТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.А. Петрова¹, Р.М. Хуснутдинов¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматривается применение алгоритмов машинного обучения для выявления фактов нелегальной торговли в даркнете. Описаны особенности сбора и обработки текстовых данных с даркнет-площадок, а также методы классификации торговых объявлений на легальные и нелегальные. Основное внимание уделено анализу эффективности различных алгоритмов, включая логистическую регрессию, случайный лес и нейронные сети. Представлены результаты экспериментов, демонстрирующие возможность использования машинного обучения как инструмента для автоматизированного мониторинга даркнета в целях обеспечения кибербезопасности.

Ключевые слова: даркнет, машинное обучение, нелегальная торговля, классификация текста, кибербезопасность.

DETECTION OF ILLEGAL TRADE IN THE DARKNET USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS

A.A. Petrova¹, R.M. Khusnutdinov¹

¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: This article examines the application of machine learning algorithms for detecting instances of illegal trade in the darknet. The specifics of collecting and processing textual data from darknet platforms are described, as well as methods for classifying trade listings as legal or illegal. The main focus is on analyzing the effectiveness of various algorithms, including logistic regression, random forest, and neural networks. Experimental results are presented, demonstrating the potential of machine learning as a tool for automated darknet monitoring aimed at enhancing cybersecurity.

Keywords: darknet, machine learning, illegal trade, text classification, cybersecurity.

Даркнет представляет собой скрытую часть интернета, доступ к которой осуществляется через специальные сети, такие как Tor или I2P. Эти сети обеспечивают высокий уровень анонимности пользователей, что делает даркнет благоприятной средой для размещения нелегального контента и ведения противоправной деятельности. На многочисленных торговых площадках даркнета ведётся продажа наркотических веществ, оружия, фальшивых документов, вредоносного программного обеспечения и других запрещённых товаров, и услуг.

Мониторинг и выявление незаконной активности в даркнете представляют значительную сложность для

правоохранительных органов из-за распределённости, защищённости и постоянной изменчивости даркнет-ресурсов. В этой связи возрастает интерес к применению технологий искусственного интеллекта, в частности алгоритмов машинного обучения (ML), для автоматического анализа информации, размещённой на теневых маркетплейсах [1]. Такие подходы позволяют классифицировать торговые предложения по признакам легальности, выявлять потенциально опасные объявления и автоматизировать процесс анализа большого объёма текстовых данных.

Целью настоящей работы является разработка и апробация подхода к

выявлению фактов нелегальной торговли в даркнете с использованием алгоритмов машинного обучения. В статье рассматриваются этапы сбора и предобработки данных, построения модели классификации и анализа полученных результатов. Полученные экспериментальные данные демонстрируют перспективность предложенного метода для использования в системах кибербезопасности и аналитических платформах.

Для проведения исследования был осуществлён сбор текстовых данных с даркнет-площадок, функционирующих в сети Tor. В качестве источников использовались зеркала известных маркетплейсов, включая Versus Market, ToRReZ и Dark0de Reborn. Данные включали заголовки и описания товарных объявлений, а также соответствующие категории, указанные самими продавцами. Для парсинга использовались инструменты автоматической навигации (например, Selenium и Tor-браузер с headless-настройкой), что позволило собрать более 10 000 объявлений.

В целях обеспечения достоверной оценки, полученные данные были вручную аннотированы экспертами. Каждое объявление классифицировалось как легальное или нелегальное. Легальными считались, например, продажи цифровых услуг (SEO, реклама), тогда как предложения о продаже наркотиков, оружия, фальшивых документов и вредоносного ПО относились к нелегальным.

На этапе подготовки данных для моделей машинного обучения была проведена комплексная предобработка текстов. Все тексты приводились к нижнему регистру, очищались от HTML-разметки, URL-ссылок и специальных символов. Стоп-слова удалялись, а сами тексты подвергались лемматизации: для русскоязычных

документов применялась библиотека `rumorphy2`, а для англоязычных — `nltk`[2]. После этого осуществлялось построение матрицы признаков с использованием TF-IDF-преобразования. В случае использования языковых моделей, таких как BERT, дополнительно применялась токенизация с использованием соответствующих предобученных токенизаторов.

Для решения задачи бинарной классификации нелегального контента в даркнете были исследованы различные алгоритмы. В качестве базовой линейной модели использовалась логистическая регрессия. Также была протестирована модель случайного леса, зарекомендовавшая себя как устойчивая к разреженным признаковым пространствам. В числе протестированных оказалась и нейросетевая модель `MLPClassifier`, реализованная в виде многослойного перцептрона с двумя скрытыми слоями [3]. Особое внимание было уделено языковой модели BERT, дообученной на датасете даркнет-текстов и обладающей способностью учитывать контекст слов в обеих направлениях. Все модели обучались на 80% выборки, оставшиеся 20% использовались для валидации. Для устранения дисбаланса классов применялась методика синтетического увеличения выборки с помощью SMOTE [4].

Качество работы моделей оценивалось по ряду метрик. Основной из них выступала ассигасу, отражающая общую точность классификации. Для более глубокого анализа эффективности обнаружения нелегального контента использовались метрики `precision` и `recall`. Чтобы учитывать как полноту, так и точность классификации, применялась F1-мера, представляющая собой их гармоническое среднее. В качестве обобщённой меры качества моделей также

использовалась площадь под ROC-кривой (ROC-AUC). Сравнительный анализ

моделей представлен в виде графика и таблицы (см. рис. 1 и табл. 1).

Таблица 1 Сравнение моделей по основным метрикам

№	Модель	Accuracy	Precision	Recall	F1-мера	ROC-AUC
1	LogReg	0.85	0.83	0.80	0.81	0.88
2	Random Forest	0.91	0.90	0.89	0.89	0.92
3	MLPClassifier	0.89	0.88	0.87	0.87	0.91
4	BERT	0.94	0.95	0.93	0.94	0.96

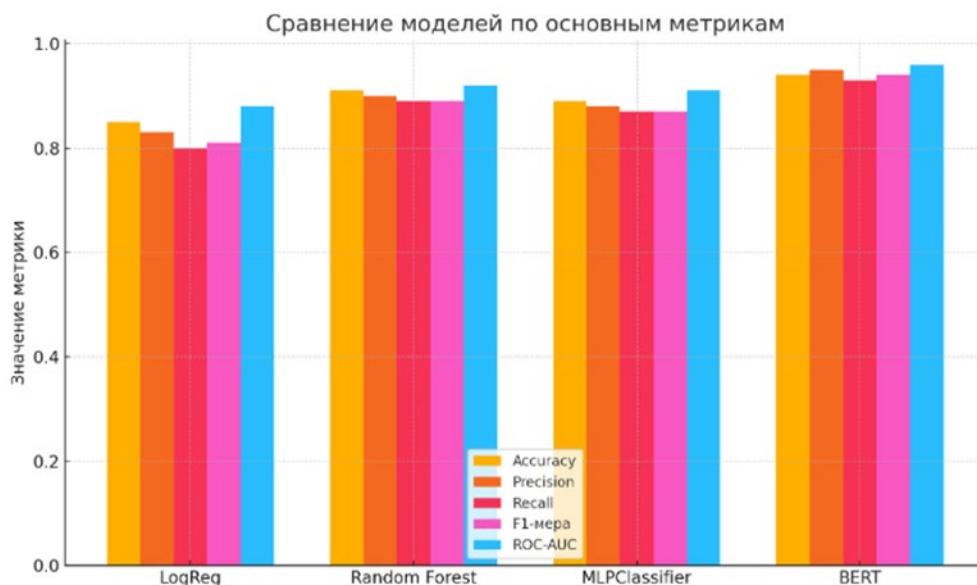


Рис. 1. Сравнение моделей по основным метрикам

Для повышения релевантности предсказаний при анализе специфических текстов из даркнета была использована стратегия дообучения предобученной языковой модели BERT (bert-base-uncased) на специализированном датасете [5]. Основной задачей дообучения являлось адаптировать модель к лексике, грамматике и тематике, характерным для скрытых торговых площадок и форумов.

Датасет для дообучения был собран из текстов, извлечённых с даркнет-ресурсов. Он включал как англоязычные, так и русскоязычные данные, содержащие

объявления о продаже запрещённых товаров, обсуждения транзакций, инструкции по уклонению от контроля и другую специфическую лексику. Все тексты были предварительно очищены и анонимизированы, чтобы исключить персональные данные и метаданные, нарушающие этические стандарты.

Дообучение выполнялось в два этапа:

– На первом этапе была применена задача Masked Language Modeling (MLM), в которой часть токенов случайным образом заменялась на специальные маски, а модель обучалась предсказывать исходные токены.

Этот процесс позволил модели лучше понять статистику и контекст специфической терминологии даркнета.

– Второй этап заключался в тонкой настройке модели на задачу бинарной классификации: каждому тексту присваивалась метка (нелегальный / легальный), и модель обучалась распознавать эти категории. Для этого была добавлена классификационная "голова" (linear classifier) к последнему слою BERT и проведено обучение на размеченной выборке.

Обучение проводилось с использованием фреймворка HuggingFace Transformers. Использовался оптимизатор AdamW с параметрами по умолчанию, а обучение велось в течение 3–5 эпох с батчами по 16 примеров. Валидация проводилась после каждой эпохи, и наилучшая модель сохранялась по значению F1-метрики.

Адаптация BERT к доменной специфике даркнета позволила значительно улучшить качество предсказаний по сравнению с использованием исходной версии модели. Особенно заметен прирост recall, что критично при выявлении нелегального контента.

Таким образом, в рамках данного исследования был реализован подход к выявлению нелегальной торговли в даркнете на основе алгоритмов машинного обучения. Проведённая предобработка текстов с последующим обучением моделей показала, что применение современных языковых представлений, таких как BERT, позволяет эффективно различать легальный и нелегальный контент. Дообучение BERT-модели на датасете специализированных даркнет-данных значительно повысило точность классификации по сравнению с классическими алгоритмами.

Показано, что использование методов

векторизации текста и сбалансирования классов способствует улучшению качества детектирования, особенно в задачах с выраженным дисбалансом данных. Полученные результаты демонстрируют перспективность применения искусственного интеллекта и глубокого обучения в задачах кибербезопасности и мониторинга даркнета. В дальнейшем планируется расширить типизацию обнаруженного контента и интегрировать модели в автоматизированные системы мониторинга даркнет-ресурсов.

Библиографический список

1. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system // *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 785–794.
2. Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding // *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*, pp. 4171–4186.
3. Chertov, O., & Tavrov, D. (2019). Darknet as a Cybercrime Market Platform: An Overview // *Security and Privacy*, 2(4), e78.
4. Кудрявцев Д. А., Орлов И. С. Автоматизация анализа даркнета на основе машинного обучения // *Вестник цифровой безопасности*. 2022, № 4, с. 12–18.
5. Лемешев А. И. Анализ даркнета и его угроз для национальной безопасности // *Информационная безопасность*. 2021, № 3, с. 23–29.
6. Skirta, M., & Yankovskaya, A. (2022). Detection of Illegal Activities in the Darknet Using NLP Techniques // *Journal of Cybersecurity Research*, 5(1), pp. 15–28.
7. SMOTE: Synthetic Minority Over-

sampling Technique [Электронный ресурс] – [2021]. – Режим доступа: https://imbalanced-learn.org/stable/references/generated/imblearn.over_sampling.SMOTE.html

8. Официальная документация BERT [Электронный ресурс] – [2023]. – Режим доступа: https://huggingface.co/docs/transformers/model_doc/bert

9. Подготовка текстов к машинному

обучению: очистка, лемматизация и векторизация [Электронный ресурс] – [2020]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/501268/>

10. Goldberg, Y. (2017). Neural Network Methods for Natural Language Processing // Synthesis Lectures on Human Language Technologies, 10(1), 1–309.

Информация об авторах

Петрова Анна Андреевна – студент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» по направлению «Технологии разработки программного обеспечения», ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская д.51), e-mail: 25.p.a.anna@gmail.com

Хуснутдинов Рамиль Миннегаязович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: khnm@mail.ru

Information about the author

Anna Andreevna Petrova – Student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, specializing in Software Development Technologies, Kazan State Power Engineering University (422060, Russia, Kazan, Krasnoselskaya St., 51), e-mail: 25.p.a.anna@gmail.com

Ramil M. Khusnutdinoff – candidate of physical and mathematical sciences, associate Professor of the Department of information technologies and intelligent systems, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: khnm@mail.ru

УДК 004.8

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ОТ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ К ИСКУССТВЕННОМУ ОБЩЕМУ ИНТЕЛЛЕКТУ (AGI)

И.Р. Асадуллин¹, А.В. Натальсон¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье представлен обзор развития интеллектуальных систем от экспертных систем до искусственного общего интеллекта (AGI). Рассмотрены этапы эволюции: появление экспертных систем в 1970-1980-х, рост машинного обучения и глубоких нейросетей в 1990-2000-х, а также современные концепции AGI. Проанализированы достижения, технологические вызовы и перспективы универсальных интеллектуальных агентов.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, экспертные системы, машинное обучение, глубокое обучение, искусственный общий интеллект, AGI.

INTELLIGENT SYSTEMS: FROM EXPERT SYSTEMS TO ARTIFICIAL GENERAL INTELLIGENCE (AGI)

I.R. Asadullin¹, A.V. Natalson¹

¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: This article provides a historical and prospective overview of intelligent systems development – from the first expert systems of the 1970 – 1980s to current approaches toward Artificial General Intelligence (AGI). Key milestones include rule-based expert systems, the advent of machine learning and deep neural networks, and the rise of AGI research programs. Achievements, challenges, and future directions toward creating truly universal AI agents are discussed.

Keywords: intelligent systems, expert systems, machine learning, deep learning, artificial general intelligence, AGI.

Интеллектуальные системы представляют собой совокупность программных и аппаратных средств, способных выполнять задачи, требующие человеческого интеллектуального участия: анализировать данные, строить прогнозы и принимать решения. Путь от первых экспертных систем до современных AGI-концепций проложен через десятилетия исследований в области искусственного интеллекта, машинного обучения и вычислительных наук. Сформировавшись на основе теоретических работ 1970–1980-х годов, эти системы показали практическую ценность уже на ранних этапах внедрения: автоматизация диагностики в медицине и химической аналитики существенно ускорила научные исследования [1]. Сегодня, используя наработки той эпохи, российские разработчики активно интегрируют экспертные ядра в гибридные решения для поддержки принятия решений в промышленности и госуправлении [2].

В начале 1990–2000-х произошёл заметный переход к статистическим методам и обучающимся системам, позволившим автоматически извлекать закономерности из больших объёмов данных. Алгоритмы k-ближайших соседей, деревья решений и метод опорных векторов успешно применялись в финансовом анализе и прогнозировании спроса, а наивный байес — в классификации текстов и спам-фильтрации. Благодаря внедрению таких методов отечественные компании стали получать конкурентные преимущества за счёт быстрого прототипирования и оптимизации бизнес-процессов [3]. Появление открытых библиотек и фреймворков упростило доступ к передовым алгоритмам, сократив время внедрения ИИ-решений на 30–40 % по сравнению с традиционной разработкой [3].

С середины 2000-х и особенно в 2010-

е годы главным драйвером развития стало глубокое обучение — нейронные сети с множеством скрытых слоёв, способные обрабатывать сотни миллионов параметров. Архитектуры сверточных сетей преобразили компьютерное зрение, что нашло отражение в проектах по мониторингу экологического состояния и автоматическому учёту сельскохозяйственных культур [4]. Рекуррентные сети и трансформеры позволили создать отечественные системы машинного перевода и голосового помощника, сопоставимые по качеству с зарубежными аналогами [5]. Вместе с тем растёт интерес к снижению углеродного следа при обучении крупных моделей: российские исследователи предлагают методы динамической прунинга и квантования весов без заметной потери точности [8].

Развивая направление гибридных систем, отечественные учёные успешно комбинируют символические правила и статистические модели. Это особенно актуально в задачах медицинской диагностики, где требуется одновременно прозрачное объяснение решения и высокая точность классификации патологий [6]. Пилотные проекты по анализу данных медицинских томографов уже показывают прирост точности детекции до 15 % по сравнению с чисто нейросетевыми методами [6]. В энергетике гибридные интеллектуальные платформы используются для предиктивного обслуживания сложного оборудования, что позволяет сократить простои до 25 % и увеличить время безотказной работы [4].

Современное направление Artificial General Intelligence (AGI) нацелено на создание универсального интеллекта, способного самостоятельно освоить новые области и решать широкий спектр задач. В отечественной научной литературе к

ключевым работам относятся обзор Панфилова Н.А. и соавт. «Искусственный общий интеллект: состояние и перспективы» и труд Демидова А.В. «Когнитивные архитектуры и их применение», где описываются мультизадачные агенты и модели с долговременной внешней памятью [5, 6]. В рамках сотрудничества вузов и промышленных партнёров уже выполняются проекты по созданию прототипов таких агентов — от интеллектуальных помощников учёным до автономных роботов-исследователей.

Развитие интеллектуальных систем сопровождается серьёзными технологическими и этическими вызовами. Проблема «чёрного ящика» глубоких моделей остаётся актуальной: создание инструментов для визуализации внутренних представлений нейросетей позволяет повысить доверие пользователей и упростить аудит решений [7]. Ограниченная способность к переносу знаний между разнородными задачами стимулирует изучение методов метаобучения и zero-shot генерализации, которые уже демонстрируют успехи в задачах классификации новых классов без дополнительного обучения [7]. Высокая энергоёмкость обучения крупных сетей обуславливает необходимость развития нейроморфных и квантовых ускорителей, а также интеграции распределённых вычислений в рамках единой платформы [8].

Не менее важны нормативно-правовые и этические аспекты. Российская академическая среда активно формирует рекомендации по безопасности и ответственности AGI-агентов, а проекты федеральных стандартов закладывают основы правового регулирования ИИ [9]. Рекомендации РАН по этике разработки и применения ИИ включают положения о прозрачности

алгоритмов, защите персональных данных и механизмах контроля за автономными системами [10].

В ближайшие 5–10 лет ожидается появление самообучающихся агентов с долговременной памятью и способностью к сложному планированию, активная интеграция нейроморфных процессоров и мультиагентных платформ. Междисциплинарный синтез знаний из нейробиологии, вычислительной техники и этики создаст основу для по-настоящему универсального интеллекта, способного коренным образом изменить науку, промышленность и общественную жизнь.

Библиографический список

1. Джарратано Дж., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Дж. Джарратано, Г. Райли. — М.: Вильямс, 2006.
2. Таунсенд К., Фохт Д. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ / К. Таунсенд, Д. Фохт. — М.: Финансы и статистика, 1990.
3. Пирогов Ю.В. Машинное обучение: теория и практика / Ю.В. Пирогов. — СПб.: Питер, 2015.
4. Полякова М.А. Гибридные интеллектуальные системы: методы и приложения / М.А. Полякова. — Екатеринбург: УрФУ, 2019.
5. Панфилов Н.А., Смирнов И.Г. Искусственный общий интеллект: состояние и перспективы / Н.А. Панфилов, И.Г. Смирнов. — М.: Наука, 2020.
6. Демидов А.В. Когнитивные архитектуры и их применение / А.В. Демидов. — Новосибирск: НГУ, 2018.
7. Коровин С.В. Проблемы интерпретируемости глубоких нейронных сетей / С.В.

Коровин // Вопросы искусственного интеллекта. – 2021. – № 3.

8. Сидоров П.П. Энергоэффективность при обучении масштабных ИИ-моделей / П.П. Сидоров // Вестник МФТИ. – 2022. – Т. 14, № 4.

9. Иванова Е.Н. Нормативно-правовое

регулирование ИИ в России / Е.Н. Иванова. – М.: Юрайт, 2021.

10. Рекомендации РАН. Этика разработки и применения искусственного интеллекта / Российская академия наук. – М.: РАН, 2023.

Информация об авторах

Асадуллин Ислам Ровшанович – студент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), тел.: 8-939-387-0840, e-mail: islam.asadullin@mail.ru

Натальсон Александр Валерьевич – старший преподаватель кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), email: alexnatalson@gmail.com

Information about the author

Asadullin Islam Rovshanovich – student, Kazan State Power Engineering University (420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya St., 51), tel.: 8-939-387-0840, e-mail: islam.asadullin@mail.ru

Natalson Alexander Valerievich – senior lecturer of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya St., 51), email: alexnatalson@gmail.com

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

УДК 004

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Н.Р. Шевко¹, Э.Р. Яруллина¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматривается роль информационных технологий в процессе управления социальными объектами. Представлены основные виды цифровых решений, применяемых в социальной сфере

Ключевые слова: информационные технологии, социальные объекты, управление, информация, цифровизация

INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE MANAGEMENT OF SOCIAL FACILITIES

N.R. Shevko¹, E.R. Yarullina¹

¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: The article examines the role of information technologies in the management of social facilities. The main types of digital solutions used in the social sphere are presented

Keywords: information technologies, social facilities, management, information, digitalization

Уже в 50–70-х годах XX века стало ясно, что человечество вступает в новую эпоху, основу которой заложило стремительное развитие технологий, особенно информационных, в рамках научно-технической революции. Появление и распространение компьютерных технологий привело к глобальной информатизации, охватывающей все сферы жизни — науку, культуру, образование, производство, управление и пр.

Современное управление социальными системами невозможно без использования информации [1]. Управление — это процесс подготовки, принятия и реализации решений, основанный на данных о текущем состоянии управляемого объекта, окружающей среды и степени выполнения предыдущих решений. Информация при

этом рассматривается как передача сообщений, способная изменить состояние получающей стороны. Управление — это неотъемлемая часть любой организации. Важнейшими функциями управления являются планирование, прогнозирование, учет, анализ, производство, контроль. В процессе управления необходимо постоянно получать информацию о текущем состоянии системы и степени достижения поставленных целей. Это позволяет своевременно корректировать действия и обеспечивать реализацию управленческих решений.

Каждой системе управления экономическим объектом соответствует своя информационная система, называемая экономической информационной системой. Информационные технологии — это совокупность программных, организационных

решений, которые направлены на создание, сбор, хранение, передачу и использование информации с целью повышения эффективности работы социальных объектов - важных для каждого человека учреждений. Эти технологии позволяют сделать рабочие процессы легче, так как они:

- обеспечивают информационную поддержку принятия управленческих решений;
- осуществляют подключение к единому пространству, в том числе экономическому и образовательному;
- уменьшают трудоемкость расчетов;
- являются носителями современных методов решения экономических задач;
- способствуют согласованию экономических процессов с международными стандартами.

В условиях высокого развития цифровых технологий повышаются требования к эффективности и качеству управления социальными объектами - школами, детскими садами, медицинскими учреждениями и жилищно-коммунальными службами. Эти учреждения ежедневно взаимодействуют с тысячами граждан и играют очень важную роль в обеспечении устойчивости и комфорта жизни в обществе.

В социальной сфере используются разнообразные информационные технологии, направленные на цифровизацию процессов, повышение качества обслуживания и более эффективное управление ресурсами. Среди них можно выделить наиболее важные.

- Системы электронного документооборота (СЭД) [2]. Эти решения позволяют переводить бумажные процессы в цифровую форму: приём заявлений, формирование отчетов, обмен информацией между подразделениями. Примеры — системы «ДЕЛО», «1С:Документооборот».

– Облачные платформы. Облачные технологии позволяют организациям хранить и обрабатывать данные удалённо, обеспечивая быстрый доступ и совместную работу. Это особенно важно для школ и больниц в отдалённых регионах.

– Системы для управления взаимодействием с гражданами. Порталы вроде «Госуслуги», региональные сайты здравоохранения и образования позволяют записаться к врачу, подать заявление в детский сад или оплатить услуги ЖКХ онлайн.

– ERP и CRM-системы. В учреждениях ЖКХ и крупных медицинских или образовательных центрах внедряются ERP-системы (например, «1С:Управление предприятием») для комплексного управления финансами, кадрами, закупками. CRM-системы помогают управлять обращениями граждан и отслеживать качество обслуживания.

– Интернет вещей (IoT). В сфере ЖКХ активно развиваются технологии IoT: «умные» счётчики воды, тепла и электроэнергии передают данные напрямую в систему, позволяя точно учитывать потребление и вовремя обнаруживать неисправности.

– Мобильные приложения. Широкое распространение получили мобильные приложения для записи к врачу, контроля за успеваемостью ребёнка, передачи показаний счётчиков или получения уведомлений о коммунальных услугах.

Информационное пространство направлено на предоставление информационных услуг, способствующих устойчивому и эффективному взаимодействию при решении различных задач. Его пользователями могут быть органы власти, социальные организации и другие структуры. Примеры использования включают обмен данными между учреждениями,

коммуникацию между сотрудниками, поиск необходимой информации и взаимодействие с различными службами, такими как пенсионный фонд или налоговая инспекция.

В социальном управлении информационные технологии выполняют ряд функций, они обеспечивают:

- сбор и накопление фактических и статистических данных о социальных процессах и взаимоотношениях, а также об эффективности мер социальной поддержки для нуждающихся групп населения;

- хранение информации в удобной форме, обеспечивающей быстрый поиск, восстановление и предоставление данных при необходимости;

- анализ текущих статистических показателей с учетом изменений в нормативных подходах к социальному воспроизводству населения;

- обеспечение взаимодействия между отраслевыми, федеральными и региональными структурами в сфере социального управления.

Информационные технологии играют важную роль в социальном управлении, повышая качество работы и ускоряя решение социальных задач. Автоматизированные процессы сбора, хранения, обработки и распространения информации с помощью современных ИТ-средств делают социальную информацию более точной, доступной и актуальной, что способствует принятию эффективных управленческих решений.

В социальной сфере ИТ-технологии активно используются в образовании: они способствуют его развитию, помогают в оценке студентов и персонала, создают платформы с обучающими материалами. Перспективным направлением является создание единого портала по сбору данных о

трудоустройстве выпускников, доступного широкому кругу пользователей, в том числе вузам, студентам и абитуриентам.

Цифровизация здравоохранения повышает качество медицинского обслуживания, ускоряет работу персонала и значительно снижает затраты. Кроме того, современные технологии упрощают доступ населения к медицинским услугам, способствуя улучшению здоровья и формированию полноценного гражданского общества.

Информационные технологии значительно изменили подход к организации социальной защиты и деятельности государственных служб. Цифровые инструменты позволяют более точно учитывать потребности различных категорий граждан и автоматизировать процессы предоставления льгот, субсидий и других форм социальной поддержки. Одним из важных достижений стало внедрение интегрированных информационных систем, объединяющих данные о получателях социальной помощи. Это даёт органам власти возможность быстро и эффективно принимать решения на основе актуальной информации. Также усилилось взаимодействие между различными структурами, такими как Пенсионный фонд РФ, налоговая служба, учреждениями здравоохранения и образования. Благодаря использованию защищённых каналов обмена данными значительно повысился уровень оказания услуг населению, согласованности и эффективности их работы.

Перспективы развития ИТ в управлении социальными объектами связаны с углублённой цифровизацией и переходом к интеллектуальным технологиям. Использование искусственного интеллекта и анализа больших данных позволит моделировать социальные процессы, прогнозировать возможные риски и разрабатывать

индивидуальные меры поддержки незащищенных и малообеспеченных слоев населения. Создание единой цифровой среды, в которую будут включены данные из всех ключевых отраслей социальной сферы — от здравоохранения до образования и занятости — обеспечит более полное понимание текущей социальной ситуации и повысит качество управленческих решений.

Также активно развивается концепция «умного» управления, основанная на использовании Интернета вещей, мобильных приложений и автоматизированных систем, что позволяет отслеживать и управлять социальными процессами в режиме реального времени.

Среди актуальных задач - обеспечение информационной безопасности и расширение доступа к цифровым сервисам для всех категорий граждан, включая маломобильные группы. В этом контексте в целях недопущения утечки конфиденциальной информации и надежной финансовой защиты особое значение приобретает повышение уровня цифровой грамотности населения и своевременное совершенствование нормативной базы в сфере ИТ.

Подводя итоги, необходимо отметить, что целью управления в сфере социального обслуживания является обеспечение эффективной работы организации,

ориентированную на помощь клиентам. Специалисты по социальной работе не только составляют программы и управляют ресурсами и персоналом, но и активно работают с информацией. Хотя квалификация сотрудников и наличие ресурсов остаются важными, улучшить деятельность можно также за счёт грамотного использования информационных технологий.

Компьютерные информационные системы и программные решения дают организациям дополнительные возможности для повышения эффективности работы.

Управляющие информационные системы, основанные на компьютерных технологиях, всё чаще становятся важным инструментом в работе организаций социальной сферы. С их помощью можно не только разрабатывать и реализовывать программы, но и принимать более обоснованные и своевременные решения.

Библиографический список

1. Шевко Н.Р. Неэкономика: неоресурсы информационного общества / Шевко Н.Р. - Вестник Московского университета МВД России. 2010. № 12. С. 39-41.
2. Дело (ЭОС) [Электронный ресурс] // Официальный сайт TAdviser – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php> (Дата обращения: 02.05.2025).

Информация об авторах

Шевко Наиля Рашидовна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры Информационные технологии и интеллектуальные системы, Казанский государственный энергетический университет (420066 г. Казань ул. Красносельская, 51), e-mail: mos_shev@mail.ru

Яруллина Энже Риазовна – студент Института цифровых технологий и экономики Казанского государственного энергетического университета (420066 г. Казань ул. Красносельская, 51), e-mail: enzhe.yarullina00@mail.ru

Information about the author

Nailya R. Shevko – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Energy University, (420066, 51 Krasnoselskaya St., Kazan), e-mail: mos_shev@mail.ru

Enzhe R. Yarullina – student at the Institute of Digital Technologies and Economics of Kazan State Power Engineering University (420066, 51 Krasnoselskaya St., Kazan), e-mail: enzhe.yarullina00@mail.ru

УДК 004

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Н.Р. Шевко¹, В.С. Коростиева¹¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные проблемы обеспечения информационной безопасности в строительной отрасли. Анализируются основные угрозы кибербезопасности и актуальные методы борьбы, характерные для строительных компаний

Ключевые слова: кибербезопасность, информационная безопасность, строительная отрасль, цифровые технологии, защита данных, кибератаки, системы безопасности

CYBERSECURITY IN CONSTRUCTION

N.R. Shevko¹, V.S. Korostieva¹¹ Kazan State Power Engineering University

Abstract: The article discusses the current problems of information security in the construction industry. The main threats to cybersecurity and current methods of combating specific to construction companies are analyzed

Keywords: cybersecurity, information security, construction industry, digital technologies, data protection, cyber-attacks, security systems

Современное строительство активно внедряет цифровые технологии [1], например, использование облачных платформ и виртуальных моделей. Эти технологии увеличивают точность, сокращают сроки строительства, помогают упорядочить затраты. Однако, вместе со всеобъемлющей цифровизацией увеличивается и уязвимость информационной инфраструктуры.

Объекты строительства становятся целями для кибератак, что требует особого подхода к обеспечению их информационной безопасности. Исследования последних лет демонстрируют, что основными проблемами обеспечения кибербезопасности в строительстве являются [2]:

- отсутствие единых стандартов безопасности;
- низкий уровень осведомлённости персонала о киберугрозах;
- слабая защищённость IoT-устройств и контроллеров, применяемых на строительных площадках;

– уязвимость BIM-сред к несанкционированному доступу, особенно при удалённой совместной работе;

– нехватка профессионалов по информационной безопасности в строительных компаниях.

Рост количества киберугроз, влияющих на основные компоненты цифровой инфраструктуры строительной отрасли, наглядно представлена на рисунке. Наиболее уязвимыми оказались IoT-устройства, количество инцидентов с которыми выросло более чем в 3 раза за 5 лет. Второе место занимают BIM-среды, что связано с активной цифровизацией моделирования в строительстве. Значительный рост также наблюдается в области SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition — система диспетчерского управления и сбора данных), особенно в объектах инженерной инфраструктуры.

Угрозы, связанные с цепочками поставок, показывают постоянный рост,

подтверждая необходимость комплексной защиты.

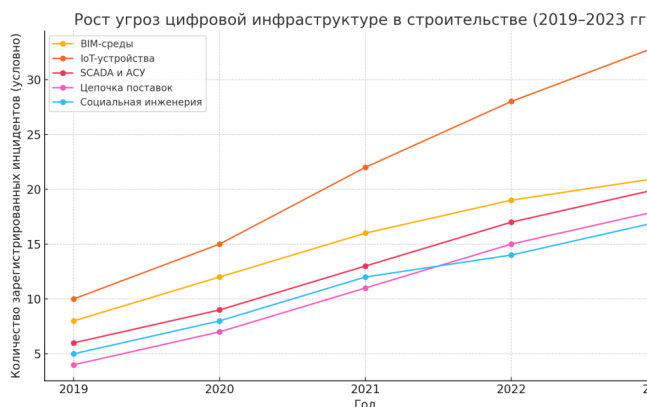


Рис. 1. Динамика роста угроз цифровой инфраструктуре в строительстве за период 2019–2023 гг

Качественное обеспечение киберзащиты в строительной отрасли требует внедрения целого комплекса технических, организационных и правовых мер. Эти меры должны учитывать все факторы, в том числе цифровое изменение, распределённость объектов и использование разнообразных информационных систем. К числу лучших технических решений можно отнести сегментацию сетей, которая предполагает разделение корпоративной, производственной и IoT-инфраструктуры на логические зоны. Важной мерой является кодирование данных, которое обеспечивает защиту конфиденциальной информации, включая BIM-модели, проектную документацию и телеметрию. Особую роль играет управление уязвимостями, которые включают в себя постоянное обновление программного обеспечения, проведение аудитов информационной безопасности и тестов на наличие уязвимостей в системе защиты информации. Также не стоит забывать о внедрении многофакторной аутентификации (MFA) для всех участников цифрового контура проекта. Мониторинг

событий безопасности, реализуемый с помощью SIEM-систем, является немаловажным элементом. Он обеспечивает сбор, анализ и корреляцию событий информационной безопасности с возможностью быстрого реагирования на происшествия.

Одну из важных ролей в обеспечении киберустойчивости строительной сферы играют организационные меры. В первую очередь, это разработка политики информационной безопасности с учётом особенностей строительной деятельности. Полезными будет профобучение персонала, например, регулярные тренинги по фишингу, безопасной работе с ИТ-системами и соблюдению режима защиты данных. Следующей задачей является контроль цифровых активов и распоряжение их жизненным циклом. Помимо этого, требуется разработать чёткий регламент взаимодействия с подрядчиками и поставщиками, включая обязательные требования по кибербезопасности в договорных отношениях. Только комплексный подход может обеспечить эффективную защиту цифровой строительной инфраструктуры от современных киберугроз.

Одним из примеров использования комплексного подхода к кибербезопасности в строительстве стал проект создания и внедрения инфраструктуры Иннополиса — первого российского «умного города», реализуемого в Республике Татарстан [3].

В рамках проекта применялись BIM-технологии для проектирования и распределения инженерных систем зданий; IoT-устройства для постоянного мониторинга состояния объектов (датчики температуры, движения, освещённости, уровня загрязнения и др.); системы SCADA и автоматизации в инженерных сооружениях (водоснабжение, вентиляция, электроснабжение) и

виртуальные модели для наглядного примера эксплуатации зданий.

На раннем этапе использования объектов выявлялись потенциальные риски, в том числе возможность удалённого доступа к IoT-сетям через незащищённые интерфейсы; уязвимости в облачных сервисах BIM-платформ, приводящих к утечке проектной документации, а также отсутствие централизованной системы отслеживания событий ИБ.

После выявленных угроз были реализованы следующие меры:

- внедрение сегментации сетей (разделение IoT, SCADA и IT-инфраструктуры);
- организация локальной SIEM-системы для централизованного отслеживания происшествий;
- информирование персонала и подрядчиков в области кибербезопасности;
- применение стандартов ISO/IEC 27001 и ISO 19650 при построении ИТ-инфраструктуры;
- внедрение принципов Zero Trust — все подключения к информационным системам требуют многоступенчатой аутентификации.

За счёт своевременного аудита и адаптации политики безопасности удалось свести к минимуму риски на стадии запуска объектов. Подход, реализованный в Иннополисе, рассматривается как показательный пример использования кибербезопасности в строительстве умной городской среды.

В условиях цифровизации строительной области особую актуальность приобретают комплексные меры по обеспечению кибербезопасности, которые направлены на защиту данных цифровых моделей (BIM), автоматизированных систем (SCADA) и облачных платформ. Самой

результативной мерой является многофакторная аутентификация (MFA), при которой для подтверждения личности используются дополнительные методы (одноразовые коды, мобильные приложения или токены). Все это сильно снижает риски несанкционированного доступа к проектной документации и цифровым системам.

Еще одно направление обеспечения кибербезопасности - контроль уязвимостей, который включает в себя постоянное изучение инфраструктуры и своевременное применение обновлений программного обеспечения, что повышает уровень защиты от известных атак и эксплойтов. Человеческий фактор часто становится наиболее уязвимым звеном, поэтому обучение персонала играет большую роль. Проведение тренингов и инструктажей способствует формированию культуры информационной кибербезопасности среди сотрудников и подрядчиков. Дополнительную устойчивость системам придаёт реализация механизмов резервного копирования данных и защиты от программ-вымогателей, в том числе за счёт автоматизированного копирования данных и использования изолированных хранилищ, что обеспечивает отсутствие утечки информации даже в случае успешной кибератаки, а также минимальные потери и оперативное восстановление системы при различных сбоях.

Таким образом, в наши дни строительная отрасль активно внедряет цифровые технологии, включая информационные модели зданий (BIM), IoT-устройства, SCADA-системы и облачные платформы. Все это увеличивает рост эффективности и прозрачности процессов, но одновременно повышает уязвимость инфраструктуры к киберугрозам. Анализ актуальных угроз и инцидентов показывает, что отрасль

сталкивается с рисками утечки данных, нарушениями технологических процессов, фишинг-атаками, атаками программ-вымогателей и несанкционированного доступа. Чтобы обеспечить устойчивое и безопасное развитие цифровой строительной среды необходимо использовать многоуровневые меры кибербезопасности. Стоит уделять больше внимания защите BIM-моделей и цифровых двойников, а также наблюдению за цепочкой поставок и безопасной интеграцией подрядчиков.

Стремительно развивающимся направлением исследований является разработка специализированных стандартов и методологий по информационной безопасности, которые адаптированы к строительной области. Требуется внимания в том числе и анализ эффективности существующих технологий защиты, и разработка моделей оценки киберрисков на всех этапах строительного объекта. Улучшение уровня

кибербезопасности в строительстве должно рассматриваться как неотъемлемая часть цифровой трансформации и устойчивого развития отрасли.

Библиографический список

1. Шевко Н.Р. Применение IT-технологий в строительстве: сегодня и завтра / Шевко Н.Р. - Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 11. С. 317-321.
2. Информационная безопасность (тренды) [Электронный ресурс] // Официальный сайт TAdviser – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php> (Дата обращения: 03.05.2025).
3. Центр кибербезопасности Университета Иннополиса [Электронный ресурс] // Официальный сайт Иннополиса – Режим доступа: <https://innopolis.university/center-cybersecurity> (Дата обращения: 04.05.2025).

Информация об авторах

Шевко Наиля Рашидовна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры Информационные технологии и интеллектуальные системы, Казанский государственный энергетический университет (420066 г. Казань ул. Красносельская, 51), e-mail: mos_shev@mail.ru

Коростиева Владислава Сергеевна - студент Института цифровых технологий и экономики кафедры философия и медиакоммуникации, Казанский государственный энергетический университет (420066 г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: vkorostieva@yandex.ru

Information about the author

Nailya R. Shevko - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Energy University, (420066, 51 Krasnoselskaya St., Kazan), e-mail: mos_shev@mail.ru

Vladislava S. Korostieva - student at the Institute of Digital Technologies and Economics, Department of Philosophy and Media Communication, Kazan State Power Engineering University (420066, 51 Krasnoselskaya St., Kazan), e-mail: vkorostieva@yandex.ru

УДК 004.8

ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ЭКСТРУЗИИ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТОДОМ FDM С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В.В. Лучников¹, Н.А. Абатуров¹

¹ *Пермский национальный исследовательский политехнический университет*

Аннотация: Статья посвящена использованию компьютерного зрения на основе сверточных нейронных сетей для автоматизированного обнаружения дефектов экструзии при аддитивном производстве методом FDM.

Предложенный подход включает создание специализированного датасета, обучение моделей YOLOv5s, YOLOv5m и YOLOv8m.

Ключевые слова: аддитивное производство, сверточные нейронные сети, детектирование дефектов, система мониторинга, YOLO

DETECTION OF EXTRUSION DEFECTS IN ADDITIVE MANUFACTURING BY FDM METHOD USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

V.V. Luchnikov¹, N.A. Abaturov¹

¹ Perm National Research Polytechnic University

Abstract: The paper is devoted to the use of computer vision based on convolutional neural networks for automated detection of extrusion defects in additive manufacturing by FDM. The proposed approach includes creation of a specialised dataset, training of YOLOv5s, YOLOv5m and YOLOv8m models.

Keywords: additive manufacturing, convolutional neural networks, defect detection, monitoring system, YOLO

Аддитивное производство, особенно печать методом FDM (Fused Deposition Modeling) [1], активно развивается как способ изготовления сложных деталей в промышленности. Однако в процессе печати могут возникать дефекты, такие как переэкструзия и недоэкструзия, которые существенно влияют на прочность и точность изделия. Традиционные методы контроля качества, основанные на использовании датчиков и оптического сканирования, имеют ряд ограничений — высокую стоимость и сложность внедрения. Более эффективным решением является применение систем компьютерного зрения, построенных на основе сверточных нейронных сетей (CNN).

Цель работы заключается в переобучении моделей компьютерного зрения для автоматизированного обнаружения дефектов экструзии в процессе аддитивного производства методом FDM. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- Создание специализированного датасета для обучения моделей.
- Обучение и сравнение моделей глубокого обучения на основе архитектур

YOLOv5s [2], YOLOv5m и YOLOv8m.

Видеозапись процесса печати осуществлялась с помощью камеры, установленной на расстоянии 10–11 см от экструдера под углом 45°. Это позволило получить устойчивое изображение зоны экструзии без значительного влияния на сам процесс. Видеопоток был преобразован в отдельные кадры с частотой 10 кадров/секунду, что дало возможность сохранить динамику процесса без чрезмерного увеличения объема данных.

Для моделей YOLOv5m и YOLOv8m использовались данные из открытого источника — платформы Roboflow [3], содержащие 16 000 размеченных изображений с тремя типами дефектов: zits (капли пластика на поверхности), stringing (нитевидные образования между частями модели) и spaghetti (серьезные нарушения печати, при которых пластик наматывается в хаотичную форму).

Для обучения модели YOLOv5s была создана собственная обучающая выборка. Для создания выборки использовалось следующее оборудование: 3D-принтер tronxy ху2, материал PLA белого цвета (пластик), веб-камера с максимальным разрешением

1600x1200. После фиксации процесса аддитивного производства каждый кадр был аннотирован с помощью инструмента labelImg [4] в формате PASCAL VOC. Выделено два класса: "over_extrusion" и "under_extrusion". Также проводилась фильтрация некачественных кадров среди объемного набора данных, чтобы повысить надёжность обучающей выборки.

Обучение моделей проводилось на GPU NVIDIA Tesla A100. Для увеличения объёма данных применялись методы аугментации [5], включая повороты, отражения и изменения яркости. Модели YOLOv5s, YOLOv5m и YOLOv8m были обучены на различных наборах данных, включая специализированный датасет для переекструзии и недоэкструзии, а также открытый датасет "3D Printing Defects".

Обученные модели показали высокую степень точности в задачах как классификации, так и детектирования дефектов. Модель YOLOv5s продемонстрировала лучшие метрики на более простой задаче классификации двух дефектов – переекструзии и недоэкструзии. При использовании стороннего датасета из открытых источников [3], содержащего более сложные и разнообразные дефекты аддитивного производства, модель YOLOv5m достигла наилучших результатов. (см. таблицу 1).

Таблица 1 Метрики качества обученных моделей

Мо- дель	Precis ion	Recal l	map_ 0.5	map_0.5: 0.95
YOLO v5s	0.985 86	0.98 586	0.985 86	0.98586
YOLO v5m	0.855 36	0.76 745	0.795 05	0.48612
YOLO v8m	0.615 44	0.54 650	0.602 58	0.35333

В результате проведённого

исследования была разработана комплексная система контроля качества в аддитивном производстве, основанная на технологии компьютерного зрения и современных архитектурах нейронных сетей. Предложенная методика позволяет автоматически обнаруживать дефекты экструзии, что открывает возможность для снижения процента брака и повышения эффективности производства.

Научная новизна работы заключается в:

- Разработке специализированного датасета для анализа динамических процессов экструзии.
- Адаптации архитектур CNN под специфику задачи.

Практическая значимость состоит в возможности автоматизации контроля качества в реальном времени, что особенно важно при масштабировании аддитивного производства. Полученные результаты могут быть использованы при создании автоматизированной системы контроля качества в аддитивном производстве и последующем внедрении в коммерческие проекты.

Библиографический список

1. Ng W. L., Goh G. L., Goh G. D., Ten J. S. J., Yeong W. Y. Progress and Opportunities for Machine Learning in Materials and Processes of Additive Manufacturing // Advanced Materials. – 2024. – [Электронный ресурс].
2. Wang J., Zhang Y., Chen L., Li X. An improved YOLOv5 for object detection in visible and thermal infrared images based on contrastive learning // Frontiers in Physics. — 2023. — Vol. 11. — Article 1193245. — DOI: 10.3389/fphy.2023.1193245. — URL: <https://www.frontiersin.org/journals/physics/articles/10.3389/fphy.2023.1193245/full> (дата обращения: 24.04.2025).

3. HCMUT. 3D printing defects Dataset [Электронный ресурс] // Roboflow Universe. – 2023. – Режим доступа: <https://universe.roboflow.com/hcmut-yxyhm/3d-printing-defects> (дата обращения: 06.05.2025).

4. Автоматическая разметка обучающих выборок в компьютерном зрении с использованием методов машинного обучения // Russian Digital Libraries Journal. —

2024. — Т. 27, № 5. — С. 719–730. — URL: <https://rdl-journal.ru/article/view/864> (дата обращения: 24.04.2025).

5. Feng Y., Yang Y., Wang X., Qiu X., Dai Z., Zhao W. A Survey on Data Augmentation in Large Model Era // arXiv preprint arXiv:2401.15422. — 2024. — URL: <https://arxiv.org/html/2401.15422v2> (дата обращения: 24.04.2025).

Информация об авторах

Лучников Валерий Васильевич – студент бакалавриата 4 курса направления информационные системы и технологии (09.03.02), факультет прикладной математики и механики. Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29), e-mail: luchnikovvalera@yandex.ru

Абатуров Никита Андреевич – студент бакалавриата 4 курса направления информационные системы и технологии (09.03.02), факультет прикладной математики и механики. Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29), e-mail: ural-opt13@mail.ru

Information about the author

Luchnikov Valery Vasilievich – 4th year Bachelor's student of the direction of information systems and technologies (09.03.02), Faculty of Applied Mathematics and Mechanics. Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm region, Perm, Komsomolsky prospect, 29), e-mail: luchnikovvalera@yandex.ru.

Abaturov Nikita Andreyevich – 4th year Bachelor's student of the direction of information systems and technologies (09.03.02), Faculty of Applied Mathematics and Mechanics. Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm region, Perm, Komsomolsky prospect, 29), e-mail: ural-opt13@mail.ru

УДК 004.896

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Р.Р. Сагидуллин¹, Е.А. Салтанаева¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: Статья рассматривает применение интеллектуальных систем в промышленном секторе, акцентируя внимание на автоматизации и оптимизации производственных процессов, и предиктивном обслуживании оборудования.

Ключевые слова: интеллектуальные системы (ИС), искусственный интеллект (ИИ), автоматизация производства, оптимизация процессов, предиктивное обслуживание.

INTELLIGENT SYSTEMS IN INDUSTRY

R.R. Sagidullin¹, E.A. Saltanaeva¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article examines the application of intelligent systems in the industrial sector, focusing on automation and optimization of production processes, and predictive maintenance of equipment.

Keywords: intelligent systems (IS), artificial intelligence (AI), production automation, process optimization, predictive maintenance.

В наше время, когда конкуренция в промышленности с каждым годом усиливается, предприятия стремятся повысить

производительность, снизить издержки и улучшить качество производимой продукции. Ключевым инструментом достижения

этих целей является внедрение интеллектуальных систем.

Интеллектуальные системы, основанные на искусственном интеллекте (ИИ), позволяют автоматизировать и оптимизировать производственные процессы, прогнозировать поломки оборудования, что, в свою очередь, значительно повышает эффективность ведения бизнеса и конкурентоспособность предприятия на рынке [1]. Благодаря возможности анализа данных в режиме реального времени эти системы гибко реагируют на изменения и оптимизируют процессы производства [2]. Принятие решений происходит автоматически на основе алгоритмов, которые учитывают как накопленный опыт, так и актуальные тенденции. Интеллектуальное управление используется во многих отраслях промышленности, начиная от производства машин и автомобилей и заканчивая сельским хозяйством и логистикой [3]. Но внедрение интеллектуальных систем - непростая задача, требующая не только времени и денег, но и обучения персонала к новым условиям работы [4].

Искусственный интеллект применяется на многих этапах производства, начиная от планирования и заканчивая контролем качества произведенной продукции. ИИ используется в производстве в следующем виде:

– Внедрение машинного обучения даёт возможность производственным системам самообучаться, анализируя поступающие данные. Это позволяет, например, предсказывать поломки оборудования, улучшать производственные процессы и повышать качество продукции.

– Компьютерное зрение радикально меняет методы визуального контроля на производстве. Благодаря нейросетям, способным распознавать объекты и дефекты,

автоматизируется проверка качества продукции и обеспечивается более точный мониторинг безопасности.

– Технологии обработки естественного языка помогают анализировать техническую документацию и создавать более удобные интерфейсы для взаимодействия операторов с оборудованием. В результате, голосовое управление производственными машинами становится всё более распространённым.

– Экспертные системы и цифровые двойники позволяют создавать виртуальные модели производственных систем. Это даёт возможность проводить эксперименты и оптимизировать процессы без риска для реального производства.

– Роботизация производства становится всё более интеллектуальной. Коллаборативные роботы, использующие машинное обучение, безопасно работают рядом с людьми, а автономные мобильные роботы, благодаря продвинутым алгоритмам, эффективно перемещают материалы по цеху [5].

Важнейшей частью оптимизации производства является автоматизация. Многообразие ИИ-инструментов в производстве, от машинного обучения до роботизированных систем, создает мощную технологическую базу для кардинальных изменений в промышленности. Но максимальная отдача от этих технологий достигается только при их объединении в единую систему автоматизированного управления. Именно автоматизация выступает связующим звеном, превращая отдельные ИИ-решения в слаженно работающий производственный процесс. Внедрение ИС в производственные циклы предоставляет предприятиям целый ряд значительных преимуществ:

– Повышение производительности: ИС позволяют оптимизировать

производственные процессы, сократить время простоя оборудования и повысить эффективность использования ресурсов, что приводит к увеличению объемов производства.

– Снижение издержек: оптимизация использования ресурсов и автоматизация процессов позволяют снизить затраты на материалы, энергию, обслуживание и ремонт.

– Улучшение качества продукции: ИС позволяют контролировать качество продукции на каждом этапе производственного цикла, выявлять дефекты и предотвращать их появление, что приводит к повышению качества конечного продукта.

– Оптимизация планирования и логистики: ИС позволяют оптимизировать планирование производства и логистические процессы, прогнозировать спрос на продукцию, что приводит к сокращению времени выполнения заказов и повышению удовлетворенности клиентов [6].

– Прогнозирование отказов оборудования и планирование технического обслуживания: алгоритмы анализируют данные с датчиков и выявляют аномалии до их проявления в виде поломки. Это сокращает затраты на 15-25% и повышает производительность оборудования.

– Улучшение принятия решений: ИС предоставляют руководителям предприятий доступ к актуальной и достоверной информации, что позволяет им принимать обоснованные решения на основе данных [7].

– Создание новых продуктов и услуг: инновационные технологии позволяют получить предприятию конкурентное преимущество на рынке и увеличить прибыль за счет предложения уникальных и высокотехнологичных продуктов, не имеющих аналогов.

– Трансформация организационной структуры: внедрение ИИ усиливает роль IT-отделов и отделов аналитики, а также создает цифровые рабочие места. Сотрудники проходят переквалификацию, осваивая работу с ИС, что способствует повышению производительности труда и улучшению координации между отделами [8].

Вместе с тем, стоит отметить, что одним из ключевых направлений, где искусственный интеллект показывает впечатляющие результаты является предиктивное обслуживание. Эта технология является прорывом в области обслуживания оборудования на предприятии.

Предиктивное обслуживание представляет собой стратегию, основанную на непрерывном мониторинге параметров оборудования в штатном режиме эксплуатации. Целью является прогнозирование остаточного ресурса (Remaining Useful Life, RUL) компонентов. В отличие от реактивного и превентивного подходов, предиктивное обслуживание использует прогностические модели для предсказания отказов конкретных узлов. Это позволяет минимизировать время простоя оборудования и оптимизировать планирование технического обслуживания. В контексте промышленных предприятий, где стоимость простоев производства крайне высока, предиктивное обслуживание позволяет избежать ненужных перерывов в работе. Системы диагностики на базе искусственного интеллекта позволяют выявлять условия, предшествующие отказам, и принимать превентивные меры. Модели машинного обучения используются для прогнозирования RUL, что позволяет предотвращать критические отказы до их возникновения.

Предиктивное обслуживание не только предсказывает остаточный ресурс оборудования, но и оптимизирует

техобслуживание. Заблаговременный заказ запчастей и планирование работ в периоды простоя позволяют сократить расходы и повысить производительность. В будущем, предиктивное обслуживание может стать ключевым элементом самонастраивающихся производственных систем, адаптирующихся к изменениям и предотвращающих аварии [9].

Интеллектуальные системы радикально меняют промышленность,

однако внедрение цифровых технологий не обходится без проблем и вызовов, требующих тщательного анализа и подхода. Внедрение интеллектуальных систем представляет собой сложную задачу для предприятий, обусловленную, в частности, следующими факторами:

– Высокая стоимость первоначальных инвестиций: внедрение новых технологий требуют значительного количества средств, на которые предприятие закупает оборудование, разрабатывает или покупает специализированное программное обеспечение (ПО). Помимо этого, имеет место быть длительная окупаемость проектов.

– Сложность интеграции в существующие промышленные системы: устаревшее ПО и оборудование в промышленных системах создают серьезные препятствия для внедрения и использования современных ИИ-решений.

– Обеспечение кибербезопасности: внедрение ИС увеличивает риск становления мишенью для кибератак, что в свою очередь требует от предприятия создание эффективной системы защиты.

– Организационные барьеры: проявляется в консервативных и скептических взглядах на внедрение новых технологий, а именно сопротивление изменениям в отлаженных процессах и отсутствие доверия к ИИ. Вместе с тем, присутствуют опасения

персонала в связи с сокращением рабочих мест, связанных с автоматизацией производства и оптимизацией рутинных задач.

– Юридические аспекты внедрения: нормативно-правовая база, регулирующая промышленную автоматизацию и использование искусственного интеллекта, находится в стадии становления, что порождает риски и неясности для бизнеса.

– Например, существуют неопределенности в области ответственности при авариях с участием ИИ, авторства и патентования ИИ-решений [10].

Несмотря на трудности, связанные с внедрением в производство, интеллектуальные системы приносят ощутимую пользу многим компаниям. Достигнутые результаты доказывают, что ИИ, при грамотном использовании, может значительно улучшить и модернизировать производство.

Так, например, в BMW система компьютерного зрения на основе нейросетей автоматически выявляет микроскопические дефекты кузова, обеспечивая беспрецедентный уровень контроля качества. Siemens внедрила систему предиктивного обслуживания на основе ИИ, что привело к сокращению незапланированных простоев и снижению затрат на техническое обслуживание. General Electric применяет цифровых двойников, управляемых ИИ, для оптимизации производства авиационных двигателей, добившись повышения качества и сокращения сроков изготовления [5].

Подводя итог, следует отметить, что к 2030 году ИИ станет неотъемлемой частью промышленности, обеспечивая оптимизацию производства и снижение издержек за счет предиктивной аналитики и цифровых двойников. Автономная робототехника и транспорт, работающие без участия человека, получают широкое распространение.

Ожидается прогресс в развитии универсального ИИ. В конечном счете, ИИ станет ключевым фактором повышения эффективности и конкурентоспособности промышленных предприятий [12].

Библиографический список

1. Дадашова, А. С. Интеллектуальные системы и их вклад в управление информацией: от теории к практике / А. С. Дадашова, Р. С. Зарипова, Д. О. Ноздреватых // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 12. – С. 236-238. – EDN QESZUQ.

2. Использование RFID-технологии для удаленного отслеживания процесса производства продукции / Р. Р. Зиннуров, А. К. Розенцвайг, А. Г. Исавнин [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2021. – № 1. – С. 35-40. – DOI 10.17513/mjpf.13170. – EDN VPGIRK.

3. Семичева, О. С. Развитие интеллектуальных транспортных систем в современных условиях / О. С. Семичева, Р. И. Эшлиоглу, И. М. Логинова // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2-2. – С. 84-90. – EDN XTGVNH.

4. Азадов Г., Азадов Б., Байджанова Г. Интеллектуальные системы управления в производстве: применение и перспективы // Вестник науки. 2024. №10 (79).

5. Официальный сайт ООО

«Вебтим.про». Искусственный интеллект в производстве.

6. Куценко, С. М. Обзор элементов интеллектуальной транспортной системы / С. М. Куценко // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2-2. – С. 58-62. – EDN SVGTSY.

7. Гарипов А. А., Гарипов Д. А., Стариков В. В. Использование искусственного интеллекта в системах автоматизации: возможности и перспективы // Вестник науки. 2024. №2 (71).

8. Мамметгулыева Дж, Маммедов А., Мухаммедова А., Мыратгулиев С. Экономические аспекты внедрения технологий искусственного интеллекта в производственные процессы // Символ науки. 2024. №4-1-1.

9. Куцев Р. Пять примеров успешного использования ИИ на производстве // Набр. 2023.

10. ICS Consulting. Внедрение решений в области искусственного интеллекта в промышленности // 2025.

11. Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации. Опыт применения ИИ в промышленности в 2023 году // 2023.

12. SBS Consulting. Искусственный интеллект: тренды развития до 2030 года // 2024.

Информация об авторах

Сагидуллин Роберт Рафаилевич – студент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), тел.: 8-960-046-5296, e-mail: sagrobert111@gmail.com

Салтанаева Елена Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), email: elena_maister@mail.ru

Information about the author

Sagidullin Robert Rafailevich - student, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), ph.: 8-960-046-5296, e-mail: sagrobert111@gmail.com

Saltanaeva Elena Andreevna - candidate of technical sciences, associate Professor of the Department of information technologies and intelligent systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), email: elena_maister@mail.ru

УДК 004.032.26

ИНТЕГРАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ SSDLITE В МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Д.И. Гимадеев ¹, Р.М. Хуснутдинов ¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В статье рассматривается разработка Android-приложения для детекции объектов в реальном времени на мобильных устройствах. Приложение использует модель SSDlite на базе MobileNetV1, интегрированную через TensorFlow Lite и CameraX API. Приведены архитектура решения, оценка производительности и рекомендации по оптимизации.

Ключевые слова: компьютерное зрение, мобильные приложения, TensorFlow Lite, CameraX, SSDlite, edge-инференс.

INTEGRATION OF THE SSDLITE NEURAL NETWORK MODEL INTO A MOBILE APPLICATION FOR COMPUTER VISION TASKS

D.I. Gimadeev ¹, R.M. Khusnutdinoff ¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article discusses the development of an Android application for real-time object detection on mobile devices. The application uses the MobileNetV1-based SSDlite model integrated through TensorFlow Lite and the CameraX API. The architecture of the solution, performance evaluation, and optimization recommendations are provided.

Keywords: computer vision, mobile application, TensorFlow Lite, CameraX, SSDlite, edge inference

Современные мобильные устройства – смартфоны, планшеты, AR-очки – становятся всё более мощными, приближаясь по возможностям к настольным вычислительным платформам. Одним из направлений, активно внедряемых в мобильную среду, является локальная (edge) детекция объектов в реальном времени. Такая функциональность оказывается особенно востребованной в системах автономной навигации, мобильных помощниках для людей с нарушениями зрения, логистических приложениях и пользовательских интерфейсах с элементами дополненной реальности.

В отличие от облачных решений, edge-обработка позволяет выполнять все вычисления непосредственно на устройстве, обеспечивая низкую задержку, независимость от сетевого соединения и сохранность персональных данных. Однако

реализация подобных систем сталкивается с целым рядом технических ограничений, включая скромные ресурсы CPU, GPU и NPU, ограничения по энергопотреблению, а также разнообразие аппаратных конфигураций Android-устройств.

Для выполнения задач компьютерного зрения в этих условиях наиболее эффективными оказываются лёгкие однопроходные архитектуры, такие как SSDlite[1]. Совместно с MobileNetV1 [2] в качестве базовой сети она обеспечивает разумный компромисс между точностью и скоростью. Такой выбор обусловлен следующими факторами: простота развёртывания на Android, наличие квантованных моделей, поддержка TensorFlow Lite и высокоуровневых API (CameraX, ImageAnalysis [3]).

Ключевым преимуществом SSDlite является способность обрабатывать

признаки на нескольких уровнях, что повышает устойчивость к масштабному искажению и позволяет распознавать как крупные, так и мелкие объекты. Использование MobileNet в качестве feature extractor дополнительно снижает количество параметров, обеспечивая быструю обработку и минимальное падение частоты кадров. Практические испытания показали, что модель SSDlite + MobileNetV1 достигает времени инференса менее 40 мс на устройствах среднего уровня (Galaxy S9) и менее 20 мс на флагманах с NNAPI (Galaxy S23), что позволяет уверенно работать в режиме реального времени.

Архитектура edge-приложения строится как последовательность независимых, но синхронизированных модулей: захват изображения через CameraX, предобработка, инференс через TensorFlow Lite [4], постобработка результатов и их визуализация в интерфейсе. Взаимодействие между компонентами организовано без промежуточной сериализации, что минимизирует накладные расходы.

– Работа приложения организована по следующему пайплайну:

– Получение изображения через CameraX с использованием ImageAnalysis с форматом YUV_420_888;

– Предобработка кадра: преобразование YUV → RGB, ресайз изображения до 300×300 и нормализация;

– Формирование входного тензора и передача его в Interpreter модели;

– Инференс с использованием TFLite с возможностью выбора back-end (NNAPI, GPU, CPU);

– Обработка выходных тензоров: извлечение координат объектов, меток классов и confidence;

– Визуализация результата с помощью Jetpack Compose и пользовательского Canvas.

Такой подход исключает необходимость записи изображений на диск, выполняет обработку в фоновом потоке и позволяет достичь скорости до 30 fps на современных устройствах.

TensorFlow Lite [4] представляет собой облегчённую версию фреймворка TensorFlow [5], адаптированную для выполнения инференса на устройствах с ограниченными ресурсами. Он поддерживает запуск моделей в форматах float32 и int8, а также обеспечивает совместимость с делегатами аппаратного ускорения: NNAPI, GPU, XNNPack и другими.

В рамках данной разработки использовалась предварительно квантованная модель SSDlite MobileNetV1 в формате int8, имеющая размер 5.1 МБ. Модель сохраняется в формате FlatBuffer (.tflite), что позволяет загружать её напрямую в память без этапа десериализации, обеспечивая при этом компактность, поддержку оптимизаций на уровне графа и возможность подключения делегатов.

Входной тензор модели имеет форму [1, 300, 300, 3] и тип uint8, что соответствует требованиям quantized-инференса. Выходные тензоры содержат:

– координаты ограничивающих рамок ([1,10,4]);

– классы объектов ([1,10]);

– confidence-оценки ([1,10]);

– количество срабатываний ([1]).

Инференс осуществляется через вызов метода Interpreter.runForMultipleInputsOutputs(...) с использованием заранее выделенных буферов. Переход от float32 к int8 позволил

сократить время инференса на Samsung Galaxy S9 с 105 мс до 42 мс, при сохранении метрики mAP на уровне ~0.72 (по COCO при $\text{IoU} \geq 0.5$ и $\text{confidence threshold} = 0.4$).

Для отображения результатов инференса применён инструмент Jetpack Compose — декларативный UI-фреймворк, обеспечивающий высокую отзывчивость и гибкость интерфейса. Каждому кадру, обработанному моделью, соответствует список объектов (RecognitionResult), содержащих координаты рамки в нормализованной форме, имя класса и значение confidence.

Визуализация осуществляется с помощью компонента OverlayComposable,

который масштабирует координаты в соответствии с фактическим разрешением экрана и выполняет отрисовку через Canvas-функции drawRect и drawText. Асинхронность работы обеспечивается подпиской на StateFlow, благодаря чему исключается блокировка UI-потока и достигается плавность отображения результатов в реальном времени.

Функциональность приложения была протестирована на нескольких Android-устройствах с различной аппаратной конфигурацией. В таблице приведены усреднённые показатели производительности:

Таблица 1 Показатели производительности на разных устройствах

Устройство	CPU/GPU	TFLite Delegate	Время инференса (мс)	PS	Комментарий
Samsung Galaxy S9	Snapdragon 845	CPU	105	~9 fps	Базовая производительность
Samsung Galaxy S9	Snapdragon 845	NNAPI (int8)	42	~21 fps	Улучшено за счёт квантования
Samsung Galaxy A51	Exynos 9611	CPU	85	~11 fps	Без NNAPI, но стабильная
Samsung Galaxy S23	Snapdragon 8 Gen 2	NNAPI	18	45+ fps	Высокопроизводительный режим

На всех устройствах наблюдалась стабильная отрисовка результатов без артефактов. Проблемы с перегревом или утечками памяти не зафиксированы при $\text{fps} < 30$.

Несмотря на продемонстрированную эффективность, текущая реализация системы имеет ряд ограничений, характерных для edge-архитектур в мобильной среде:

– Ограниченная масштабируемость модели. Использование SSDlite с MobileNetV1

позволяет достичь приемлемой скорости, но точность по сравнению с более современными архитектурами (например, EfficientDet-lite, YOLO-NAS) остаётся ниже на 5–10 процентных пунктов по метрике mAP.

– Чувствительность к освещённости и фону. Из-за ограниченной глубины признаков, MobileNetV1 менее устойчив к объектам на фоне сложной текстуры или при слабом освещении. Это может привести к

увеличению числа ложных срабатываний (False Positives).

– Фиксированный входной размер. Модель принимает входные изображения 300×300 , что требует ресайза каждого кадра, потенциально теряя часть деталей (особенно для мелких объектов).

– Отсутствие поддержки трекинга. Модель не поддерживает отслеживание объектов между кадрами, из-за чего возможны скачки в идентификаторах при детекции движущихся объектов.

– Ручное обновление модели. В текущей реализации модель статична и встроена в assets. Возможности удалённого обновления через интернет или автоматической загрузки новых версий не предусмотрено.

– Нет адаптации к ориентации экрана. CameraX не всегда корректно обрабатывает вращение экрана на разных устройствах (особенно в landscape-режиме), что требует дополнительной трансформации координат.

Для оценки качества модели использовались стандартные метрики: средняя точность (mAP), точность (precision) и полнота (recall), а также визуальный анализ предсказаний. Результаты представлены в таблице 2:

Таблица 2 Результаты тестирования приложения

Метрика	Значение
mAP@0.5	0.72
Precision (IoU ≥ 0.5)	0.84
Recall	0.68

Также была составлена таблица ошибок:

Таблица 3 Таблица ошибок

Тип ошибки	Примеры объектов	Комментарии
False Positive	пересветы, отражения, текстуры	особенно в сложных фонах
False Negative	мелкие объекты (телефоны, руки)	плохо детектируются на расстоянии
Ложная классификация	велосипед как "мотоцикл" или рюкзак как "чемодан"	классы близки по визуальному признаку

Для минимизации ошибок планируется реализация:

– прогрессивной фильтрации по confidence;

– порогов NMS (Non-Max Suppression) на уровне 0.45;

– дополнительного "теплого" картирования ошибок на датасете.

Развитие мобильных вычислительных платформ и улучшение доступных фреймворков открывает перспективы для улучшения текущей системы. В качестве наиболее приоритетных выделяются следующие:

– Модернизация архитектуры: переход к EfficientNet-Lite [6] или MobileNetV2 [7] может обеспечить улучшение точности без существенной потери производительности.

– Динамическая загрузка моделей: внедрение механизма обновления или выбора модели на лету позволит адаптировать систему под различные сценарии без перепакетирования приложения.

– Поддержка трекинга объектов: интеграция алгоритмов SORT или Deep SORT позволит отслеживать перемещения и сохранять идентичность объектов между кадрами.

– Расширение пользовательского

взаимодействия: подключение голосового интерфейса и уведомлений о типах объектов улучшит доступность системы для слабовидящих пользователей.

– Выход за рамки object detection: интеграция модулей сегментации (semantic/instance segmentation) позволит использовать систему для задач разметки, инспекции, анализа сцен и AR [8].

Система также может быть доработана до уровня решения для индустриального применения: мобильные инспекции, визуальный контроль, складская аналитика, AR-подсказки в навигации. Кроме того, рассматриваются альтернативы на основе YOLO [9], применяемые, например, в автопилотах [10], а также переход к архитектурам сегментации или многозадачным нейросетевым структурам.

Библиографический список

1. Liu W., Anguelov D., Erhan D., Szegegy C., Reed S., Fu C.Y., Berg A.C. SSD: Single Shot Multibox Detector // European Conference on Computer Vision (ECCV). — 2016. — P. 21–37.

2. Howard A.G. et al. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications // arXiv preprint arXiv:1704.04861. — 2017.

3. CameraX Overview. — URL: <https://developer.android.com/training/camera> x (дата обращения: 14.05.2025).

4. TensorFlow Lite Documentation. — URL: <https://www.tensorflow.org/lite> (дата обращения: 14.05.2025).

5. Abadi M., Barham P., Chen J., et al. TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning // OSDI. — 2016. — P. 265–283.

6. Tan M., Le Q.V. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for CNNs // International Conference on Machine Learning. — 2019. — P. 6105–6114.

7. Sandler M., Howard A., Zhu M., Zhmoginov A., Chen L.-C. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks // Proceedings of the IEEE CVPR. — 2018. — P. 4510–4520.

8. OpenCV Documentation. — URL: <https://docs.opencv.org/> (дата обращения: 14.05.2025).

9. Ultralytics. YOLOv12 Models Documentation // Ultralytics.com. — 2024. — URL: <https://docs.ultralytics.com/models/yolov12/> (дата обращения: 16.05.2025).

10. Bojarski M., et al. End to End Learning for Self-Driving Cars // arXiv preprint arXiv:1604.07316. — 2016.

Информация об авторах

Гимадеев Дамир Ильдусович – студент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» по направлению «Технологии разработки программного обеспечения», ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г.Казань, ул.Красносельская, д.51), e-mail: damir180999@gmail.com

Хуснутдинов Рамиль Миннегазович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» в ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет» (422060, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д.51), e-mail: khrm@mail.ru

Information about the author

Gimadeev Damir Ildusovich – student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems in the field of Software Development Technologies, Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: damir180999@gmail.com

Khusnutdinoff Ramil Minnegayazovich – Ph. D. in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems at Kazan State Power Engineering University (Krasnoselskaya str., 51, Kazan, 422060, Russia), e-mail: khrm@mail.ru

УДК 004.896

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ
МИКРОКЛИМАТОМ В УМНОМ ДОМЕ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С АСТМОЙ НА
ОСНОВЕ ДАННЫХ С ДАТЧИКОВ ИОТ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ****Д.С. Козлова¹, Т.В. Лаптева¹**¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: Рассмотрен прототип системы управления микроклиматом в домах, оборудованных, согласно технологии, «умный дом», для поддержания индивидуального климата для болеющих астмой. Предусматривается мониторинг данных с имеющегося медицинского и прочего оборудования, интегрированного в единую систему. Настройка системы под индивидуальные требования проводится средствами машинного обучения.

Ключевые слова: умный дом, IoT, машинное обучение, управление микроклиматом

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CLIMATE CONTROL SYSTEM IN A
SMART HOME FOR PEOPLE WITH ASTHMA BASED ON IOT SENSOR DATA
AND MACHINE LEARNING****D.S. Kozlova¹, T.V. Lapteva¹**¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: A prototype of a climate control system in homes equipped according to “smart home” technology to maintain an individualized climate for asthma sufferers is considered. Data from existing medical and other equipment integrated into a unified system are monitored. Machine learning tools are used to customize the system to individual requirements.

Keywords: smart home, IoT, machine learning, climate control.

Астма – это хроническое воспалительное заболевание дыхательных путей, которое проявляется в виде эпизодического свистящего дыхания, стеснения горла, кашель, одышка, быстрое ухудшение состояния – эти симптомы являются приступом астмы, которое может привести к летальному исходу. Другое серьезное необратимое последствие, это хроническая обструктивная болезнь легких. В [1] показана статическая связь между качеством воздуха в помещении и приступом астмы.

Очевидно, что для людей с астмой качество воздуха в помещении имеет первостепенное значение, и современные технологии «умного дома» и интернет вещей (IoT) позволяют создать интеллектуальные системы, способные автоматически регулировать микроклимат, минимизируя

факторы, провоцирующие приступы. В данной статье рассмотрим разработку системы автоматизированного управления микроклиматом (САУМ) для людей с астмой, использующей данные с датчиков и методы машинного обучения для поддержания оптимального качества воздуха.

Главная проблема людей болеющей астмой состоит в неожиданных приступах из-за провоцирующих параметров воздуха, таких как концентрация аллергенов (пыльца, пыль, шерсть животных), уровень влажности, температура, CO₂, VOC, табачный дым и другие загрязнения [2]. Традиционные системы не способны эффективно мониторить и контролировать все эти параметры одновременно и своевременно реагировать на их изменения. Стандартные системы вентиляции и кондиционирования не

адаптируются к индивидуальным потребностям и реакциям конкретного астматика, ведь то, что комфортно для одного человека, может быть триггером для другого.

Быстрое изменение в качестве воздуха требует такой же скорости реагирования, но традиционные системы не способны к оперативному реагированию, чтобы предотвратить приступ астмы. Существующие системы разработаны на регистрирование существующих проблем, а не на предотвращение их. Возможность прогнозирования ухудшения качества воздуха и стремительного предупреждения астматика, является критическим аспектом. Также, существующие системы имеют локальное влияние и не интегрированы в единую общедомовую систему [3]. И один из самых главных минусов, это отсутствие связи с медицинскими устройствами, ведь мониторинг состояния здоровья способен очень важен, он поможет своевременно среагировать на проблему и избежать серьезных последствий.

Решение перечисленных проблем позволит существенно улучшить качество жизни людей с астмой и снизить частоту и тяжесть приступов.

Разрабатываемая САУМ должна выполнять следующие функции:

1. Сбор данных с датчиков, регистрирующих
 - концентрации примесей, включенных в перечень анализируемых, в воздухе помещения пользователя;
 - температуры и влажности в помещении пользователя.
2. Передача данных с датчиков в единую базу данных
3. Анализ состояния помещения на соответствие заданным критериям оценки.
4. Прогноз состояния помещения

согласно имеющимся данным и доступным прогнозам появления вредных для пользователя примесей в атмосфере.

5. Выработка управлений для устройств поддержки климата на основе значений критериев состояния помещения.

Очевидно, что САУМ будет накапливать и анализировать данные, во много характеризующие личные предпочтения и особенности пользователя. Для защиты такой информации можно предложить использовать технологию блокчейн [4].

Рассмотрим далее компоненты САУМ. Очевидно, что для ее эффективной работы она должна состоять из двух основных частей – аппаратной, отвечающей за сбор, передачу и хранение информации, а также интеллектуальной – отвечающей за обработку поступающих данных, оценку состояния климата в помещении, а также климатический прогноз с учетом атмосферных изменений.

Рассматривая аппаратную часть, обратим внимание на климатические станции и датчики IoT, взаимодействующие, по необходимости с климатическими станциями, а также объединенные в единую сеть внутри помещения.

Существующие климатические станции, хотя и предоставляют информацию о температуре, влажности и иногда об уровне CO₂, как правило, не интегрируются с системами управления микроклиматом, не учитывают индивидуальные особенности астматиков и не способны к проактивному прогнозированию ухудшений. Разрабатываемая САУМ, в отличие от них, будет использовать передовые методы машинного обучения для прогнозирования изменения параметров воздуха на основе анализа исторических данных и информации о внешних факторах, таких как погода, время года,

сильные ветры, увеличивающие концентрацию пыли в воздухе, цветение растений и т.д. Благодаря этому САУМ может прогнозировать опасные ситуации и предпринимать действия по их предотвращению. Например, в случае прогноза начала появления пыльцы растений система сможет подключить мойку воздуха.

Сеть датчиков IoT получает данные о характеристиках окружающей среды, а затем передает информацию в цифровом формате в единое хранилище на сервере или в облаке данных. IoT датчики имеют собственный или подключены к общему модулю беспроводной связи, поддерживающему распространенные протоколы Bluetooth, NFC, RF или Wi-Fi. Это позволяет проводить непрерывный и точный мониторинг параметров микроклимата в помещении для получения данных, необходимых для анализа и автоматической регулировки микроклимата. Выделим в наборе датчиков датчики температуры, влажности, взвесей, углекислого газа, летучих органических соединений. Отметим также необходимость поддержки универсальных протоколов, распространенных на территории России, для повышения заменимости датчиков.

В качестве датчиков температуры и влажности можно рекомендовать:

- датчик Aqara WSDCGQ11LM, один из популярных и компактных датчиков с умными функциями, считается самым продвинутым в своей категории, обладает компактным размером, имеет низкое энергопотребление, поддерживает протокол связи Zigbee [5];

- датчик Яндекс YNDX-00523 относится к более дорогим, но самый популярный умный датчик на сегодняшний день. Интегрируется с голосовым ассистентом

Алиса, имеет возможность создания сценариев автоматизации [6].

Датчики взвесей предназначены для измерения концентрации твердых частиц различного размера в воздухе. Они подразделяются на категории: PM2.5 – особо опасные мелкие частицы (диаметром менее 2.5 микрон), проникающие глубоко в легкие и способные вызывать серьезные заболевания; PM10 – более крупные частицы (диаметром менее 10 микрон). Рекомендуемые датчики включают:

- датчик SDS011, относящийся к самым популярным и доступным. Датчик интегрируется с различными платформами: Arduino, Robonomics Sensors Network, LuftDaten, ESPHome, IQHA Weather Station, модулем Wi-Fi ESP8266 [7].

- цифровые универсальные датчики группы PM2.5.PMS5003/PMS7003, более точные и надежные. Управляются через подключение по интерфейсу UART и совместимы с различными микроконтроллерами, включая Arduino [8].

Датчики углекислого газа проводят измерение концентрации углекислого газа, которая является индикатором качества вентиляции в помещении. Повышенный уровень CO₂ может вызывать усталость, сонливость и ухудшение самочувствия. Для рассматриваемой сети датчиков интерес представляют:

- датчик MH-Z19B, популярный и относительно недорогой работает на основе инфракрасного излучения. Интегрируется с голосовым ассистентом Алиса, управляется по трем интерфейсам: аналоговому, ШИМ и UART [9].

- многофункциональный измеритель углекислого газа 3 в 1 WSS-FB-CO2-U-MS, интегрируется с голосовым ассистентом Алиса через систему умного дома,

управляется приложением Moes Home с помощью протоколов Wi-Fi [10].

Датчики летучих органических соединений предназначены для измерения концентрации летучих органических соединений (VOC), выделяющихся из различных объектов, которые находятся в жилище пользователя и могут быть вредны для здоровья. Сюда можно отнести мебель, краски, чистящие средства. В рассматриваемую сеть можно подключать датчики:

- система Aqara TVOC AAQS-S01 – измеряет содержание ЛОС в воздухе, имеет 3 встроенных датчика для точных измерений. Интегрируется с системой умного дома, управляется через приложение Aqara Home с поддержкой протокола Zigbee 3.0 [11].

- датчик LifeControl MCLH-08, интегрирующийся с различными системами умного дома на основе протокола Zigbee2MQTT, управляется Центром умного дома Life Control [12].

Исполнительные устройства САУМ включают вентиляционное оборудование с НЕРА-фильтрами, кондиционеры, увлажнители и очистители воздуха. Управление может осуществляться как в автоматическом режиме на основе прогнозов модели, так и через ручной интерфейс, позволяющий пользователю настраивать параметры под индивидуальные потребности.

Эффективность управления и его прогнозирования разрабатываемой системы напрямую зависит от ее возможности предсказывать проблемные ситуации и вырабатывать управляющие рекомендации на основе собранной информации. При этом желательна индивидуальная настройка системы под особенности и предпочтения пользователя системы. Реализация указанных особенностей возможна при наличии интеллектуальной составляющей, для

формирования которой целесообразно использовать модель машинного обучения.

Различные новые технологии здравоохранения, такие как трансляционная биология, медицинская визуализация, биосенсорика, обработка медицинских устройств, системы слуховых аппаратов, стали предметом глубокого обучения [13].

Поскольку предлагаемая САУМ должна использовать числовые данные, то для построения ее интеллектуальной компоненты необходимо использовать соответствующие модели машинного обучения. В настоящее время для прогноза на основе числовых трендов используются следующие модели: модель временных рядов ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) учитывает автокорреляцию данных, подходит для прогнозирования параметров воздуха с учетом сезонных и временных колебаний; рекуррентные нейронные сети типа LSTM (Long Short-Term Memory) показывают более высокое качество прогноза, но требуют больше данных для обучения, сложнее в обучении [14].

В то же время для анализа текущего состояния помещения удобно использовать классификацию состояний. Решение задач классификации проводят на основе моделей: деревья решений, представляющие простой и интерпретируемый алгоритм для классификации, например, состояний микроклимата на основе пороговых значений параметров воздуха; SVM (Support Vector Machine), реализующая мощный алгоритм для классификации, который может строить нелинейные разделяющие поверхности между классами; нейронные сети могут использоваться для более сложной классификации состояний микроклимата с учетом множества параметров и их взаимосвязей [14].

Прототип САУМ предусматривает два механизма адаптации под индивидуальные особенности пользователя: динамическую адаптацию интеллектуальной модели и автоматическую настройку порогов срабатывания на основе анализа истории симптомов и реакций пользователя.

На основании описания САУМ можно сформировать следующие оценки эффективности работы компонентов системы. Расчетная задержка между обнаружением угрозы и активацией очистителя воздуха не должна превышать 60 секунд при условии исправности всех компонентов. Прогнозируемая эффективность САУМ по очистке воздуха строится на использовании рекомендуемых ВОЗ пороговых значений для ключевых параметров воздуха. В частности, для концентрации PM_{2.5} установлен предельный уровень 25 мкг/м³. Основное ограничение работы САУМ связано с зависимостью точности работы от качества используемых датчиков, так как погрешность бюджетных сенсоров может достигать 10-15%.

Перспективные направления развития системы включают несколько ключевых аспектов. Со стороны аппаратной компоненты важным направлением развития является интеграция с медицинскими IoT-устройствами, такими как умные ингаляторы и пульсоксиметры, что позволит создать комплексную систему мониторинга состояния здоровья. Для повышения качества предсказания интеллектуальной компонентой перспективным представляется использование генеративно-состязательных сетей для динамического создания наборов синтетических данных, необходимых для адаптации моделей машинного обучения. Отдельное внимание следует уделить разработке механизмов

автоматической калибровки датчиков для повышения точности измерений.

Представленный прототип САУМ представляет собой решение, обладающее значительным потенциалом для практического применения. Ключевыми преимуществами САУМ являются модульная архитектура, позволяющая легко расширять функциональность системы, адаптивные алгоритмы машинного обучения, обеспечивающие персонализацию под конкретного пользователя, и масштабируемость, открывающая возможности для применения как в жилых помещениях, так и в медицинских учреждениях.

Для успешных реализации и внедрения системы требуется проведение дополнительных исследований, направленных на оценку устойчивости алгоритмов в реальных условиях эксплуатации. Особое внимание следует уделить надежности протоколов безопасности для защиты персональных данных, что является критически важным аспектом для систем, работающих с медицинской информацией. Дальнейшее развитие проекта предполагает тесное взаимодействие с медицинскими специалистами для оптимизации алгоритмов с учетом клинических особенностей течения астмы.

Библиографический список

1. Hwang S.H., Seo S., Yoo Y., Kim K.Y., Choung J.T., Park W.M. Indoor air quality of daycare centers in Seoul, South Korea // *Building Environ.* - 2017. - Vol. 124. - P. 186-193.
2. Tibble H., Tsanas A., Horne E., et al. Predicting asthma attacks in primary care: protocol for developing a machine learning-based prediction model // *BMJ Open.* - 2019. - Vol. 9, № 3. - Art. e028375. - DOI: 10.1136/bmjopen-2018-028375.

3. Chakraborty A., Gupta R.D., Kabir M.Z., Dhar S. Development of an IoT-enabled cost-effective asthma patient monitoring system: Integrating health and indoor environment data with statistical analysis and data visualization // Internet of Things. - 2023. - Vol. 24. - Art. 100942. - DOI: 10.1016/j.iot.2023.100942.

4. Федотова В.В., Емельянов Б.Г., Типнер Л.М. Понятие блокчейн и возможности его использования // European science. - 2018. - Т. 33, № 1. - С. 40-48.

5. Датчик температуры и влажности Xiaomi Aqara Temperature [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robot4home.ru/aqara-datchik-temperature-i-vlazhnosti.html> (дата обращения: 30.04.2025).

6. Датчик Яндекс YNDX-00523 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://market.yandex.ru/product--yndx-00523/1819006718> (дата обращения: 06.05.2025).

7. Датчик SDS011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://market.yandex.ru/product--datchik-pm-sds011-vysokotochnyi-lazer-pm2-5-datchik-kachestva-vozdukha-s-tsifrovym-vykhodom/937312060> (дата обращения: 06.05.2025).

8. Датчики PM2.5.PMS5003/PMS7003

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://market.yandex.ru/product--lazernyi-datchik-pyli-pm2-5/628214813> (дата обращения: 06.05.2025).

9. Датчик MH-Z19B [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://market.yandex.ru/product--datchik-uglekislogo-gaza-co2-mh-z19b/44970565> (дата обращения: 06.05.2025).

10. Датчик WSS-FB-CO2-U-MS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://domiq.ru/product/moes-wss-fb-co2-u-ms/> (дата обращения: 06.05.2025).

11. Датчик Aqara TVOC AAQS-S01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wildberries.ru/catalog/161233246/detail.aspx> (дата обращения: 06.05.2025).

12. Датчик LifeControl MCLH-08 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avshop.ru/catalog/853114/> (дата обращения: 06.05.2025).

13. Harerimana G., Jang B., Kim J.W., Park H.K. Health big data analytics: A technology survey // IEEE Access. - 2018. - Vol. 6. - P. 65661-65678.

14. Лю Ю. (Хэйдэн), Мирджалили В., Рашка С. Машинное обучение с PyTorch и Scikit-Learn. – Астана: Фолиант. – 2024. – 688 с

Информация об авторах

Козлова Дана Сергеевна – студент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: dana.kozlova2005@gmail.com

Лаптева Татьяна Владимировна – доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: tanlapteva@yandex.ru

Information about the author

Kozlova Dana Sergeevna – student of the Department of Information Technology and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: dana.kozlova2005@gmail.com

Lapteva Tatiana Vladimirovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: tanlapteva@yandex.ru

УДК 004.896:658.511.3

СКВОЗНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ: ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СБОЕВ

Ч.И. Зарипова¹, С.М. Куценко¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: Статья посвящена применению предиктивной аналитики для прогнозирования и предотвращения производственных сбоев. Рассмотрены ключевые этапы: сбор данных, анализ и моделирование. Показаны преимущества интеграции аналитических моделей в производственные системы.

Ключевые слова: предиктивная аналитика, управление рисками, производственные сбои, сквозные технологии, прогнозирование, данные, моделирование.

END-TO-END TECHNOLOGIES IN RISK MANAGEMENT: APPLICATION OF PREDICTIVE ANALYTICS FOR MINIMIZING PRODUCTION FAILURES

Ch.I. Zaripova¹, S.M. Kutsenko¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article focuses on the application of predictive analytics for forecasting and preventing production failures. Key stages are examined: data collection, analysis, and modeling. The advantages of integrating analytical models into production systems are demonstrated.

Keywords: predictive analytics, risk management, production failures, end-to-end technologies, forecasting, data, modeling.

Современные производственные предприятия предрасположены огромному количеству рисков, которые могут быть связаны с состоянием оборудования, человеческим фактором реализацией внешних экономических и политических условий. Классические схемы управления рисками, основывающиеся на анализе прошлого опыта, часто недостаточно эффективны для быстрого принятия решений об ограждении процесса производства от различных угроз. В рамках развития создаваемой системы предиктивной аналитики такая специфическая архитектура искомой системы становится перекрестной, так как позволяет не только предсказать возможные аварии, но и разработать меры по их минимизации [1].

Предиктивная аналитика – это процесс интеллектуальной обработки данных, целью которого является создание точных прогнозов, основанных на прошлом опыте

и статистическом моделировании. Ее применение в управлении рисками позволяет перейти от реактивного подхода к проактивному, что особенно важно для производственных предприятий, где простои оборудования могут привести к значительным финансовым потерям.

Рассмотрим основные принципы и практические аспекты использования предиктивной аналитики для минимизации простоев производства.

Основой предиктивной аналитики является надежный сбор данных, которые имеют отношение к исследуемой проблеме. В производственных предприятиях для этого используются разнообразные источники информации. Среди них – датчики оборудования, системы мониторинга, CRM-системы, характеристики сырья и внешние факторы, включая экономическую и политическую обстановку. Например,

датчики, фиксирующие температуру и вибрацию, могут предоставлять ценную информацию о состоянии машин, что помогает рано выявлять возможные неисправности. Важным моментом в процессе сбора данных является их разнообразие. Чем больше источников используется, тем более точными будут прогнозы. К примеру, компания, работающая с конвейерными линиями, может анализировать не только технические характеристики оборудования, но и такие факторы, как погода. Известно, что повышение температуры наружного воздуха раньше вызывало поломки машин. Интеграция данных из различных систем, таких как ERP, MES и SCADA, позволяет создать единую платформу для анализа и прогнозирования, что значительно усиливает возможность предсказания проблем и оптимизации производственных процессов.

На этапе исследовательского анализа собранные данные подвергаются тщательной обработке для выявления скрытых закономерностей и аномалий. Используются методы статистического анализа, машинного обучения и визуализации данных [2]. Например, аналитик может увидеть, что некоторые из них (температура, давление и др.) чаще всего вызывают сбой. Это позволяет выявить критические точки, которые требуют особого внимания.

Исследовательский анализ также включает классификацию данных по различным критериям, таким как тип оборудования, время года, смена работников и другие факторы, а именно какие условия способствуют возникновению рисков. Например, анализ может показать, что наибольшее количество поломок происходит в ночную смену, что может быть связано с усталостью персонала или недостаточным контролем.

Заключительным этапом является построение предиктивных моделей, которые позволяют прогнозировать потенциальные сбои и разрабатывать меры по их предотвращению. Для этого используются различные статистические и математические методы, такие как регрессионный анализ, нейронные сети и деревья решений [2]. Например, модель может предсказать вероятность поломки оборудования в ближайшие 30 дней на основе исторических данных и текущих параметров работы.

Важным аспектом моделирования является учет множества факторов, влияющих на прогноз, и распределение их удельного веса. Для прогнозирования сбоев в работе конвейерной линии могут учитываться не только технические параметры, но и внешние условия, такие как температура воздуха и влажность. Это позволяет создавать более точные и адаптивные модели.

Применение предиктивной аналитики открывает значительные возможности для совершенствования производственных циклов [4]. Предприятие, использующее конвейерную линию, может анализировать данные о температуре оборудования и прогноз погоды, чтобы заранее планировать техническое обслуживание и избегать простоев. Это не только снижает риски поломок, но и повышает общую эффективность производства. Другим примером является прогнозирование срока службы оборудования. На основе данных о предыдущих поломках и условиях эксплуатации предиктивная модель может определить, когда именно следует заменить или отремонтировать критически важные узлы. Это позволяет минимизировать незапланированные простои и сократить затраты на ремонт [5].

Помимо этого, предиктивная

аналитика может применяться для выявления рисков, связанных с кадрами. Так, анализ данных касательно сотрудников позволяет прогнозировать текучесть кадров, и принимать меры по ее снижению. Если по моделированию следует, то сотрудники в срок меньше двух лет покидают компанию потому, что не получают удовольствия от выполнения задач, компания может внедрить программы мотивации и обучения. Также предиктивные методы помогают выявлять потенциально недобросовестных работников или клиентов. К примеру, анализ данных касательно клиентов показывает, что клиенты категории, как правило, молодежь в возрасте 18-21 год, отличившиеся высоким процентом просроченных платежей, и следовательно, сотрудничество с ними требует особых подходов [6].

Предиктивная аналитика – инструмент для управления рисками на производственных предприятиях. Ее применение позволяет перейти от реактивного подхода к проактивному. А сбор данных, исследовательский анализ и моделирование обеспечивают точность прогнозов и возможность разработки превентивных мер.

Сейчас, интеграция предиктивных моделей создает единую платформу для управления рисками, что особенно важно в условиях цифровой трансформации промышленности. Дальнейшее развитие предиктивной аналитики, включая использование искусственного интеллекта и больших

данных, открывает новые перспективы для минимизации рисков и оптимизации производственных процессов.

Библиографический список

1. Губарев В.В. Предиктивная аналитика в промышленности: методы и практика внедрения / В.В. Губарев, А.А. Коваленко // Информационные технологии в промышленности. – 2022. – № 3(45). – С. 12-25.
2. Романова Ю.Д., Семенов В.Л. Прогнозирование отказов оборудования с использованием машинного обучения / Ю.Д. Романова, В.Л. Семенов // Автоматизация и ИТ в энергетике – 2023. – № 1(38). – С. 34-42.
3. Белов Л.М., Петрова Е.С. Интеграция SCADA и MES-систем для предиктивного управления рисками / Л.М. Белов, Е.С. Петрова // Проблемы управления – 2021. – № 4. – С. 67-79.
4. Минпромторг РФ. Методические рекомендации по внедрению систем предиктивного обслуживания – 2022.
5. Кузнецов, А.В. Большие данные в производстве: от сбора до прогнозирования / А.В. Кузнецов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020.
6. Широков О.Н. Анализ человеческого фактора через предиктивные модели / О.Н. Широков // Управление персоналом – 2022. – № 5. – С. 45-53.

Информация об авторах

Зарипова Чулпан Ильназовна – студент ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: chulpan3004@mail.ru

Куценко Светлана Мунавировна – доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: s.koutsenko@mail.ru

Information about the author

Chulpan I. Zaripova – student Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia), e-mail: chulpan3004@mail.ru

Svetlana M. Kutsenko – Associate Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kazan State Power Engineering University (420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya str., 51), e-mail: s.koutsenko@mail.ru

УДК 004

АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

Д.И. Ильина¹¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматривается проблема эффективного использования ресурсов и способы её решения с помощью анализа данных. В ней показаны методы и подходы, которые могут быть применены для прогнозирования потребления различных видов ресурсов: электроэнергии, воды, газа и других. В работе анализируются существующие модели и алгоритмы, а также обсуждаются их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: анализ данных, прогнозирование, потребление ресурсов, оптимизация, искусственный интеллект.

DATA ANALYSIS FOR FORECASTING RESOURCE CONSUMPTION

D.I. Ilina¹¹ Kazan State Energy University

Abstract: The article discusses the problem of efficient use of resources and ways to solve it using data analysis. It shows methods and approaches that can be applied to predict the consumption of various types of resources: electricity, water, gas and others. The paper analyzes existing models and algorithms, as well as discusses their advantages and disadvantages.

Keywords: data analysis, forecasting, resource consumption, optimization, artificial intelligence.

В современном мире, где ресурсы становятся всё более ограниченными, а экологические проблемы приобретают глобальный характер, эффективное управление ресурсами превращается в критически важную задачу для устойчивого развития экономики и сохранения окружающей среды. Особую актуальность этот вопрос приобретает в условиях роста населения планеты, увеличения промышленного производства и климатических изменений, которые в совокупности создают беспрецедентную нагрузку на природные ресурсы. В этом контексте анализ данных и прогнозирование потребления ресурсов становятся мощными инструментами, позволяющими перейти от реактивного к проактивному управлению, когда решения принимаются не по факту возникновения проблем, а на основе точных прогнозов и моделирования различных сценариев развития событий.

Особенно значимую роль прогнозирование ресурсопотребления играет в ключевых отраслях экономики, таких как энергетика, водоснабжение, транспортная инфраструктура и промышленное производство. В энергетическом секторе, например, точные прогнозы потребления электроэнергии позволяют оптимизировать работу генерирующих мощностей, минимизируя использование дорогостоящих и экологически вредных пиковых источников энергии [1]. В водном хозяйстве прогнозирование помогает рационально распределять водные ресурсы, особенно в условиях засухи или других климатических аномалий. Транспортные системы, использующие данные о пассажиропотоке и грузоперевозках, могут существенно повысить свою эффективность, сократив простои и непроизводительные расходы. В промышленности же прогнозные модели позволяют точно

планировать закупки сырья и материалов, оптимизировать производственные циклы и минимизировать отходы.

Методологическая база для прогнозирования потребления ресурсов включает в себя широкий спектр аналитических подходов и технологических решений. Регрессионный анализ, являясь классическим статистическим методом, позволяет выявлять количественные зависимости между уровнем потребления ресурсов и влияющими факторами. В простейшем случае линейной регрессии строится модель, где потребление ресурса выступает зависимой переменной, а такие параметры, как время года, температурные показатели, экономическая активность или демографические данные - независимыми переменными. Однако реальные процессы часто требуют применения более сложных нелинейных регрессионных моделей, учитывающих взаимное влияние факторов и пороговые эффекты. Например, зависимость энергопотребления от температуры воздуха обычно имеет U-образную форму с повышением расхода энергии как при экстремально низких, так и при очень высоких температурах [2].

Современные технологии машинного обучения открывают новые возможности для прогнозирования ресурсопотребления, преодолевая ограничения традиционных статистических методов. Алгоритмы на основе деревьев решений, такие как Random Forest и Gradient Boosting, особенно эффективны при работе с нелинейными зависимостями и категориальными данными. Глубокое обучение и нейронные сети демонстрируют выдающиеся результаты в анализе временных рядов, выявляя сложные паттерны и долгосрочные тенденции. Рекуррентные нейронные сети (RNN) и их модификации типа LSTM (Long Short-Term

Memory) успешно применяются для прогнозирования нагрузок в энергосистемах, учитывая как циклические колебания (суточные, недельные, сезонные), так и влияние внешних факторов [3]. При этом современные подходы позволяют комбинировать различные методы, создавая ансамблевые модели, где сильные стороны отдельных алгоритмов взаимно дополняют друг друга.

Искусственный интеллект в этом контексте выходит за рамки просто инструмента анализа, становясь ключевым элементом систем управления ресурсами. Продвинутое AI-системы способны не только обрабатывать структурированные данные, но и анализировать неструктурированную информацию - текстовые сообщения, изображения со спутников, показания датчиков IoT-устройств. Это позволяет учитывать в прогнозных моделях такие трудноформализуемые факторы, как социальная активность, миграционные потоки или даже политическая ситуация. Кроме того, системы на основе искусственного интеллекта могут автоматически адаптировать свои модели в реальном времени, оперативно реагируя на изменения внешних условий и постоянно улучшая точность прогнозов за счёт механизмов обратной связи.

Однако внедрение систем прогнозирования ресурсопотребления сопряжено с рядом существенных вызовов и ограничений. Проблема качества данных стоит особенно остро - неполнота, несогласованность и ошибки в исходной информации могут свести на нет эффективность даже самых совершенных аналитических моделей. Особенно это касается развивающихся стран и устаревших инфраструктур, где системы сбора данных часто фрагментированы или отсутствуют вовсе. Другой

серьёзной проблемой является изменчивость внешних условий - технологические прорывы, изменения в законодательстве, геополитические кризисы или пандемии могут кардинально изменить модели потребления ресурсов, требуя постоянной корректировки прогнозных моделей [4]. Кроме того, сложность современных методов анализа данных требует значительных вычислительных ресурсов и квалифицированных кадров, что создаёт барьеры для их широкого внедрения, особенно в небольших организациях и развивающихся странах.

Несмотря на эти вызовы, потенциал аналитики данных в управлении ресурсами трудно переоценить. Реализация комплексных систем прогнозирования позволяет не только оптимизировать текущие операции, но и осуществлять долгосрочное стратегическое планирование, моделируя различные сценарии развития. Например, энергетические компании могут оценивать последствия перехода на возобновляемые источники энергии, города - планировать развитие инфраструктуры с учётом прогнозируемого роста населения, а промышленные предприятия - оптимизировать свои цепочки поставок в условиях изменяющегося климата. При этом интеграция прогнозных моделей с системами автоматизированного управления создаёт основу для truly "умного" распределения ресурсов, когда решения принимаются и реализуются практически в реальном времени с минимальным человеческим вмешательством.

Таким образом, анализ данных и прогнозирование потребления ресурсов представляют собой не просто технический инструмент, а стратегический актив для организаций и целых отраслей. По мере совершенствования методов сбора данных,

развития вычислительных мощностей и алгоритмов искусственного интеллекта, точность и надёжность прогнозов будут только возрастать, открывая новые возможности для рационального использования ограниченных ресурсов нашей планеты [5]. Однако успешная реализация этого потенциала требует комплексного подхода, сочетающего технологические инновации с организационными изменениями, инвестициями в инфраструктуру и подготовку кадров, а также формированием соответствующей нормативно-правовой базы. Только такой всесторонний подход позволит превратить данные в реальные знания, а знания - в эффективные решения для устойчивого развития.

Энергетическая компания, занимающаяся производством и распределением электроэнергии, может значительно повысить эффективность своей работы за счёт комплексного анализа данных. В её распоряжении оказываются огромные массивы информации: показания интеллектуальных счётчиков, фиксирующих потребление энергии в реальном времени; метеорологические данные о температуре, влажности и других погодных условиях; календарные сведения о выходных и праздничных днях; экономическая статистика по регионам; а также информация о планируемых массовых мероприятиях. Все эти разнородные данные необходимо собирать, очищать и систематизировать перед анализом. Для прогнозирования нагрузки на энергосеть компания может применять различные методы анализа данных. Регрессионный анализ позволяет выявить зависимость между потреблением электроэнергии и ключевыми факторами: температурой окружающей среды (причём как экстремально высокие, так и низкие температуры

увеличивают потребление), временем суток (с характерными утренними и вечерними пиками), днём недели (с заметным снижением нагрузки в выходные) и календарными событиями. Более сложные прогнозы строятся с помощью методов машинного обучения - алгоритмы случайного леса и градиентного бустинга учитывают нелинейные взаимосвязи между параметрами, а рекуррентные нейронные сети особенно эффективны для анализа временных рядов.

На практике это выглядит следующим образом: анализируя исторические данные, система обнаруживает, что повышение температуры до $+30^{\circ}\text{C}$ увеличивает потребление на 15% из-за активной работы кондиционеров, а проведение крупного спортивного мероприятия добавляет ещё 10% нагрузки в определённом районе города. Одновременно в выходные дни наблюдается снижение потребления на 20% в деловых кварталах. Эти инсайты позволяют компании заранее подготовиться к изменениям нагрузки - увеличить генерацию на тепловых электростанциях, задействовать резервные мощности или перераспределить энергию между районами. Особенно важна кластеризация потребителей: домашние хозяйства, промышленные предприятия и торговые центры имеют совершенно разные профили потребления, что необходимо учитывать при планировании. Дополнительную эффективность даёт внедрение динамического ценообразования, стимулирующего потребителей снижать нагрузку в пиковые периоды.

Реальный пример применения такой системы: при прогнозировании аномальной жары на фоне проведения городского фестиваля аналитическая модель предсказывает совокупный рост потребления на 35%. Это позволяет энергетикам заранее

увеличить выработку, подготовить резервные мощности и оптимизировать распределение энергии, избежав перегрузок сети. В результате компания не только обеспечивает бесперебойное энергоснабжение, но и существенно сокращает издержки за счёт рационального использования ресурсов. Подобные решения на стыке аналитики данных и машинного обучения находят применение не только в энергетике, но и в логистике, ритейле, телекоммуникациях и других отраслях, где важно точное прогнозирование и оптимизация ресурсов. Ключевое преимущество такого подхода - переход от реактивного управления к предиктивному, когда решения принимаются на основе прогнозов, а не по факту возникновения проблем.

Библиографический список

1. А.Р. Егорова, Г.Н. Зиннатуллина, Р.С. Зарипова. Прогнозирование токсичности химических веществ с использованием нейронных сетей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 5. С. 252-254.
2. И.К. Будникова, А.А. Багманова. Прогнозирование режимов теплопотребления в ЖКХ // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. Материалы VIII Национальной научно-практической конференции. Казань, 2023. С. 923-926.
3. И.С. Столяров, Р.С. Зарипова. Цифровые технологии в ТЭК и ЖКХ: современные вызовы и перспективы // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IX Национальной научно-практической конференции, посвященной 55-летию

КГЭУ. Казань, 2024. С. 402-404.

4. Вакуленко Д.А. Применение искусственного интеллекта в анализе данных для прогнозирования экономических тенденций // Интеллектуальная энергетика. Сборник трудов I Всероссийской научно-практической конференции. Томск, 2023. С.

220-222.

5. Гайдукова К.М. Модель временных рядов для анализа и прогнозирования данных в автоматизированных системах принятия решений // Флагман науки. 2024. № 4 (15). С. 276-279.

Информация об авторах

Ильина Диана Ильсуровна – студент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: ilinadiana99@mail.com

Information about the author

Ilina Diana Ilsurovna – student, Kazan State Energy University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Tatarstan), e-mail: ilinadiana99@mail.com

УДК 519.81

СОСТАВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА РАССТАНОВКИ ДОРОЖНЫХ КАМЕР ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ФИКСАЦИЙ ДОРОЖНЫХ НАРУШЕНИЙ

В.П. Дима¹, С.В. Чикунов¹

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий

Аннотация: Статья посвящена реализации задачи составления оптимального плана расстановки устройств фото- и видеофиксации.

Ключевые слова: план расстановки, устройства фото- и видеофиксации, мониторинг, дискретная максимизация покрытия.

DEVELOPING AN OPTIMAL PLACEMENT PLAN FOR PHOTO-VIDEO SURVEILLANCE DEVICES TO IMPROVE THE QUALITY OF TRAFFIC VIOLATION DETECTION

V.P. Dima¹, S.V. Chikunov¹

¹ Voronezh state University of engineering Technologies

Abstract: The article focuses on solving the problem of creating an optimal placement plan for photo and video surveillance devices to enhance the quality of traffic violation detection.

Keywords: placement plan, photo-video surveillance device, monitoring, maximum coverage problem.

Безопасность на дорогах – одна из проблем, которая со временем становится всё более и более актуальной. При быстром ритме жизни необходимо следить за соблюдением безопасности на дорогах, что достигается путём мониторинга дорожного трафика и его анализа на нарушения.

В данной статье мы рассмотрим направление, которое занимается комплексами фото- и видеофиксации (ФВФ) и программным обеспечением для их мониторинга. Данное программное обеспечение используется для мониторинга состояния устройств, проверки их

работоспособности, проведения удалённого обслуживания, а также для ведения отчётной документации по ним. Например, с помощью данного программного обеспечения пользователь может создавать планы для расстановки устройств ФВФ.

Расстановка устройств фото- и видеофиксации происходит неравномерно. В основном это происходит из-за разного состояния самих комплексов, которые могут выходить из строя при длительной эксплуатации. Так же это происходит из-за географических особенностей расположения мест для установки устройств ФВФ, например, отсутствия стабильного покрытия сотовой связи.

В настоящее время в компании отсутствует необходимое программное обеспечение, с помощью которого сотрудники отдела, ответственные за расстановку оборудования, могли бы делать свою работу намного быстрее и эффективнее. Оператор фирмы подрядчика составляет планы расстановки оборудования вручную, тратя на это огромное количество времени. Заполнение таких планов вручную так же может повлечь за собой ошибки, например, установку оборудования на неподходящем для этого участке. Все это приводит к ухудшению качества фиксации нарушений на дорогах.

Необходимо оптимизировать процесс составления планов расстановки устройств ФВФ, рассчитать оптимальную схему расстановки с целью улучшения плотности фиксации транспортных средств и их нарушений. Для решения данной задачи нужно разработать информационную систему, которая поможет составить оптимальный план расстановки устройств и позволит контролировать с помощью ответственных сотрудников процесс расстановки

устройств ФВФ.

Сотруднику отдела, ответственному за расстановку устройств ФВФ, необходимо будет заполнить или выбрать из уже заполненных ранее мест установки одобренные, в которые будет производиться установка оборудования с необходимыми характеристиками, а система должна предложить оптимальный план по имеющимся в базе данных статистике нарушений, координатам и требованиям мест установки и высчитать оптимальный план установки устройств ФВФ, чтобы покрыть всю необходимую фиксируемую зону. Далее ответственный за заполнение и утверждение сотрудник, учитывая необходимую информацию и опираясь на полученный оптимизированный план, вносит корректировки и утверждает план расстановки устройств ФВФ. На рисунке 1 представлена диаграмма декомпозиции функциональной модели, разрабатываемой ИС (AS-IS).

Существуют несколько математических методов для решения поставленной задачи: полный перебор, метод ветвей и границ, метод дискретной максимизации покрытия и другие [1, 2, 3]. Изучив принципы основных методов оптимизации, был выбран метод дискретной максимизации покрытия. Он является наиболее подходящим в текущей ситуации, так как быстро адаптируется к различному количеству вводных условий. Один из его методов – жадный алгоритм, основанный на стратегии, которая на каждом шаге выбирает точку установки, дающую наибольший прирост покрытия нарушений. Такой подход гарантирует близкое к оптимальному решение при низких вычислительных затратах. Поэтому он стал приоритетным алгоритмом для оптимизации покрытия устройствами ФВФ дорог, так как перечень

мест меняется редко.

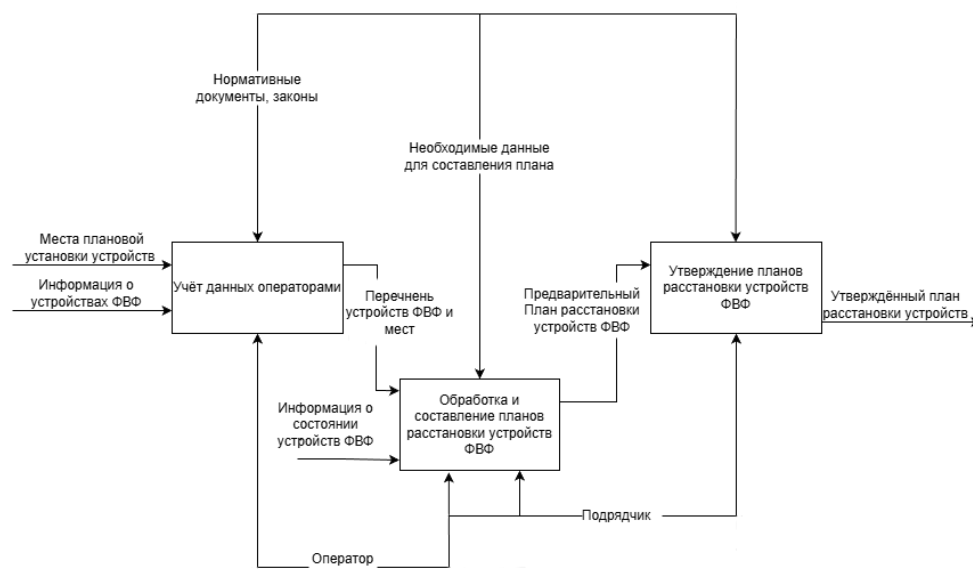


Рис. 1. Диаграмма декомпозиции 1-го уровня (AS-IS)

Входными данными в задаче являются количество работоспособных устройств ФВФ, количество подтверждённых мест расстановки, а также виды нарушений, которые они фиксируют. Выходными данными является оптимальный план расстановки устройств ФВФ.

В самом начале решения задачи производится определение количества подтверждённых мест установки оборудования. С помощью информации, записанной ранее в программное обеспечение для мониторинга, рассчитывается количество мест установки и количество работоспособных устройств. Далее, выбирается статистика по показателям фиксации прибора за предыдущие периоды. Решение поставленной задачи производится с помощью метода жадной стратегии метода дискретной максимизации покрытия.

В данном алгоритме используются следующие значения для описания характеристик модели:

1. Начальная формализация задачи:

$$\max \sum_{j=1}^m w_j * y_j \quad (1)$$

при оптимальном наборе точек $S \subseteq L$, где $|S| \leq k$, максимизирующий суммарное покрытие нарушений.

2. Ограничения:

$$\begin{aligned} y_j &\leq \sum_{i:l_i} x_i, \quad \forall j = 1, \dots, m \\ \sum_{i=1}^n x_i &\leq k \\ x_j, y_j &\in \{0,1\} \end{aligned} \quad (2)$$

где k – количество устройств, $x_i = 1$, если устройство установлено в точке l_i , иначе 0, $y_i = 1$, если нарушение j покрыто хотя бы одной камерой, иначе 0.

3. Жадный алгоритм – инициализация:

$$S = \emptyset \quad (3)$$

4. Жадный алгоритм – выбор точки, которая добавляет максимальное количество новых нарушений в зону покрытия. После чего процесс повторяется, пока не будет выбрано k точек

$$\Delta_i = \sum_{i:l_i} w_j * (1 - y_j) \quad (4)$$

Для большего понимания на рис. 2 представлена блок-схема алгоритма, в котором создается оптимальный план.

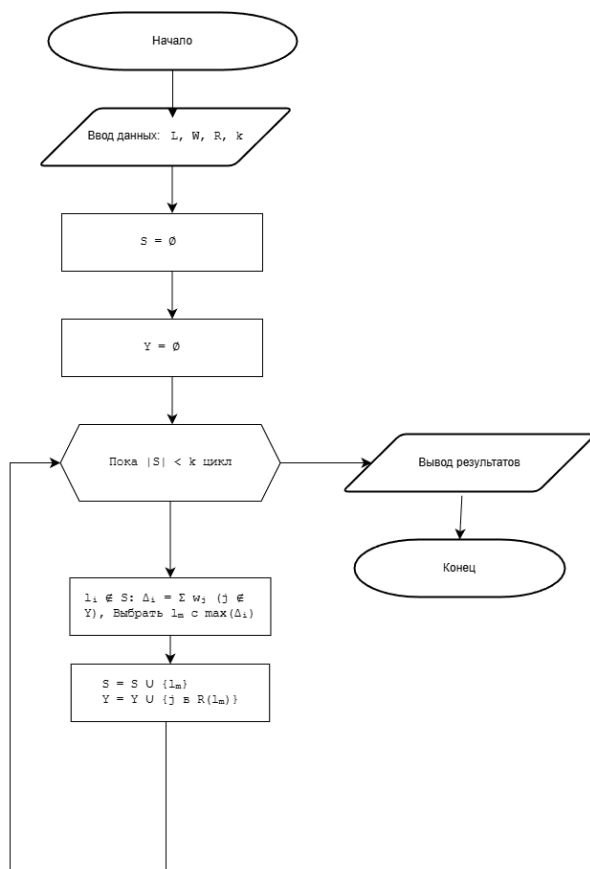


Рис. 2. Блок-схема алгоритма оптимизации расстановки устройств ФВФ

Для реализации задачи составления оптимального плана расстановки устройств ФВФ предлагается программа, написанная на языке программирования 1С, с возможностью интеграции с уже имеющимся программным обеспечением для мониторинга [4]. Это позволит напрямую передавать нужную информацию в нужные документы и отчёты.

Для реализации программного решения задачи создаём внешнюю обработку. Это позволит нам протестировать правильность решения задачи, не внедряя новый код в уже имеющееся программное обеспечение полностью. Рассмотрим её работу подробнее. Во время запуска обработки, она запрашивает нужные данные у основного программного обеспечения для мониторинга. Затем идёт проверка, какие из устройств ФВФ доступны для расстановки с их последующим выводом на экран (рис. 3).

Устройство	Место расположения	Координаты
Автобус M812УУ		
Автобус M 798 УУ		
Автобус M 773 УУ		
Автобус M 666 CX		
Автобус M 666 CY		
Автобус M 666 CC		
Автобус M 555 ТК		
Автобус M 444 СТ		
Автобус M 242 ТУ		
Автобус X 364 ЕЕ		

Рис. 3. Доступные устройства ФВФ

Далее, для сравнения, по данному устройству ищется информация о их предыдущих местах установки. Если таковой не имеется – устройство выводится с пустыми полями, которые заполнятся алгоритмом. Затем пользователь корректирует данные, если это требуется [5].

Далее, обработка начинает просчёт оптимального плана расстановки ФВФ с помощью метода дискретной максимизации покрытия (рис. 4). Это происходит автоматически, никаких действий от пользователя не требуется. После чего обработанная информация передаётся далее.

```

функция ОптимальноеРазмещение (МассивТочек, КоличествоУстройств, Радиус)
    СортироватьМассив (МассивТочек, "Интенсивность", НаправлениеСортировки.Убыв);
    ВыбранныеТочки = Новый Массив;

    Для i = 0 По МассивТочек.Количество() - 1 Цикл
        Если ВыбранныеТочки.Количество() >= КоличествоУстройств Тогда
            Прервать;
        КонецЕсли;

        ТекущаяТочка = МассивТочек[i];
        МожноДобавить = Истина;

        Для каждого ТочкаИзВыбранных Из ВыбранныеТочки Цикл
            Расстояние = РассчитатьРасстояние(
                ТекущаяТочка.Широта,
                ТекущаяТочка.Долгота,
                ТочкаИзВыбранных.Широта,
                ТочкаИзВыбранных.Долгота
            );

            Если Расстояние < Радиус Тогда
                МожноДобавить = Ложь;
                Прервать;
            КонецЕсли;
        КонецЦикла;

        Если МожноДобавить Тогда
            ВыбранныеТочки.Добавить (ТекущаяТочка);
        КонецЕсли;
    КонецЦикла;

    Возврат ВыбранныеТочки;
Конецфункции

```

Рис. 4. Реализация алгоритма на языке 1С

Конечный этап обработки будет иметь два режима работы – визуальное отображение плотности нарушений при помощи тепловой карты (рис. 5), где с помощью спектра цветов, от жёлтого до красного, наглядно будет отображена

интенсивность фиксаций устройствами ФВФ для дальнейшей расстановки устройств оператором вручную и автоматическое заполнение нового плана расстановки с его последующим открытием для редактирования вручную (рис. 6).

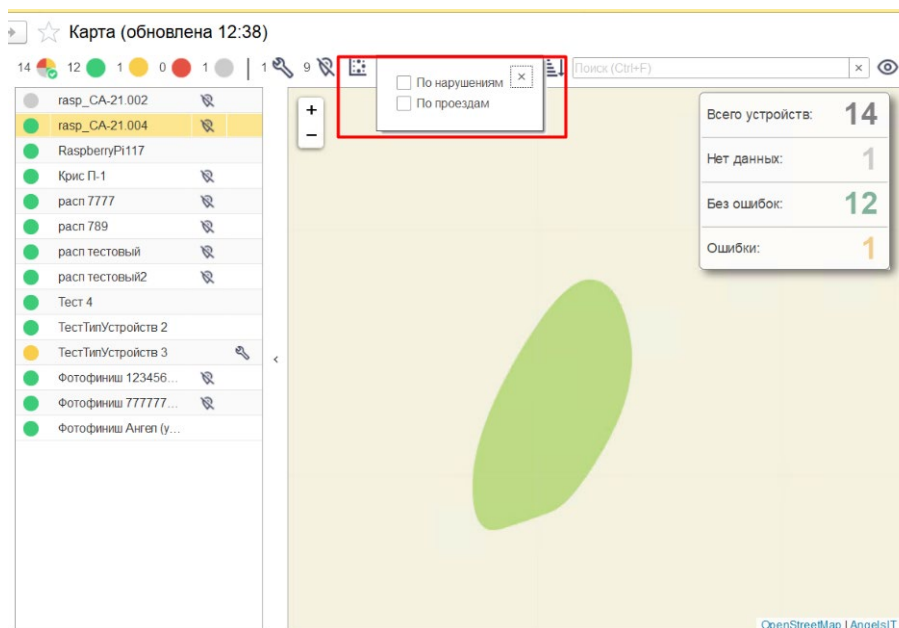


Рис. 5. Тепловая карта по фиксациям

← → ☆ План установки передвижных устройств № 3 от 05.12.24 15:14

Привести к виду: Записать Провести Распечатать график: Заказать наряд: Печать

Номер: 000000003 Наименование: _____

Период действия плана: 01.02.2025 - 28.02.2025

График, установка комплексов Резервные места Дополнения Должностные лица

Добавить Изменить выделенные

Устройство	Дата	Оператор	Место установки	Координаты	Скоростной реж.		Время установки		Время применения комплекса, ч
					ЛТС	ГТС	С	По	
Автобус Н 399 НУ	01.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	02.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	03.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	04.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	05.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	06.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	07.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	08.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	09.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	10.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	11.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	12.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	13.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0
Автобус Н 399 НУ	14.02.2025	Головина Елена Павловна	Новое2	N71.788286, E34.34784	90	70	06:00	17:00	10.0

Рис. 6. Автоматически заполненный план установки

С помощью разработанной обработки ответственный за планирование размещения комплексов ФВФ может просчитать более оптимальный план расстановки, внести в него корректировки и утвердить.

Таким образом, предлагаемая программа поможет избежать ошибок при составлении планов расстановки устройств ФВФ, поможет улучшить работу операторов фирмы подрядчика, а также улучшит плотность фиксации.

Библиографический список

1. Липский, В. Комбинаторика для программистов / В. Липский. – М. : Мир, 1988. – 213 с.
2. Тюхтина, А. А. Методы дискретной оптимизации / А. А. Тюхтина. – Нижний Новгород, 2014. – С. 15-23.

Информация об авторах

Дима Валентин Павлович – магистрант кафедры информационных технологий, моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий (394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19), e-mail: valentin-dima2014@yandex.ru

Чикунев Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий (394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19), e-mail: chiksv@rambler.ru

3. Бугаев, Ю. В. Задача о назначениях при управлении проектами / Ю. В. Бугаев, Л. А. Коробова, С. В. Чикунев, Н. Ю. Юдина // Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 15-23. – DOI 10.12737/2219-0767-2023-16-4-15-23. – EDN HTKZOU

4. [Электронный ресурс]. Обработки для 1C - <https://drip-center.ru/articles/obrabotki-dlya-1s/>

5. Bugaev Yu. V., Nikitin B. E., Chikunov S. V., Ivliev M. N. Selection models synthesis based on expert estimates extrapolation // Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management (RuDEcK 2020). Серия: Advances in economics, business and management research. Voronezh, 2020. С.108-113.

Information about the author

Valentin P. Dima – graduate Student of the Department of Information technology, modeling and management, Voronezh state University of engineering Technologies (394036, Russia, Voronezh, Revolution Avenue, 19), e-mail: valentin-dima2014@yandex.ru

Sergey V. Chikunov – candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of Information technology, modeling and management, Voronezh state University of engineering Technologies (394036, Russia, Voronezh, Revolution Avenue, 19), e-mail: chiksv@rambler.ru

УДК 004.4'22

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

С.В. Рязанцев ¹, Е.А. Хромых ²¹ Воронежский государственный технический университет² Воронежский государственный университет инженерных технологий**Аннотация:** Статья посвящена разработке информационной модели процесса грузоперевозок.**Ключевые слова:** информационная модель, грузоперевозки, UML.

SOFTWARE FOR DISPATCHING AND MODELING OF THE RECTIFICATION PROCESS

S.V. Ryazantsev ¹, E.A. Hromykh ²¹ Voronezh State Technical University² Voronezh State University of Engineering Technologies**Abstract:** The article is devoted to the development of an information model of the cargo transportation process.**Keywords:** information model, cargo transportation, UML.

Деятельность организации может быть проанализирована с точки зрения происходящих в ней процессов. Это дает их глубокое понимание и, как следствие, выработку решений по улучшению стратегии управления этими процессами [1].

В данной работе рассматривается компания, занимающаяся перевозками грузов. При моделировании деятельности компании основной задачей является отслеживание стоимости перевозок с учетом заработной платы водителей. Известно, что компания осуществляет перевозки по различным маршрутам. Для каждого маршрута определено название, вычислено примерное расстояние маршрута, а также установлена оплата для водителя. Информация о водителях включает фамилию, имя, отчество и стаж. Для проведения расчетов осуществляется хранение полной информации о перевозках (маршрут, водитель, даты отправки и прибытия). По факту некоторых перевозок водителям выплачивается премия.

Для моделирования предметной области [2] воспользуемся объектно-ориентированным подходом и создадим модель с применением языка UML [3].

Создадим модель «as-is» с применением пакета StarUML. Первая диаграмма предметной области – диаграмма прецедентов (рис. 1), она состоит из системы формирования заказа на перевозку и диспетчера (актёр). «Диспетчер» является внешним актёром в системе формирования заказа на перевозку. Цель – описать функционал разрабатываемой программной системы, доступный каждой группе пользователей (вариант использования или use case), с которым «Диспетчер» имеет отношение ассоциации (association relationship) «один ко многим». Так как в предметной области необходимо зафиксировать проделанную работу, то используется отношение включения (include relationship), варианты использования «Задать данные водителя» и «Выбрать маршрут» включаются в качестве составного компонента. Также в составе

варианта использования «Зафиксировать проделанную работу» используется отношение расширения (extend relationship) и вариант использования «Начислить премию».

Создадим модель «to-be» (рис. 2). Допустим, фирма решила ввести гибкую систему оплаты. Так, оплата водителям должна теперь зависеть не только от маршрута, но и от стажа водителя. Кроме того, необходимо учесть, что перевозку могут осуществлять два водителя. На данной

диаграмме прецедентов присутствуют новые два варианта использования – «Ввести количество водителей» и «Ввести надбавку за стаж». Теперь необходимо хранить информацию о количестве водителей, поэтому «Ввести количество водителей» включено в состав «Зафиксировать проделанную работу». Оплата водителей включает надбавку, которая зависит от их стажа. Для этого на диаграмме присутствует вариант использования «Ввести надбавку за стаж».

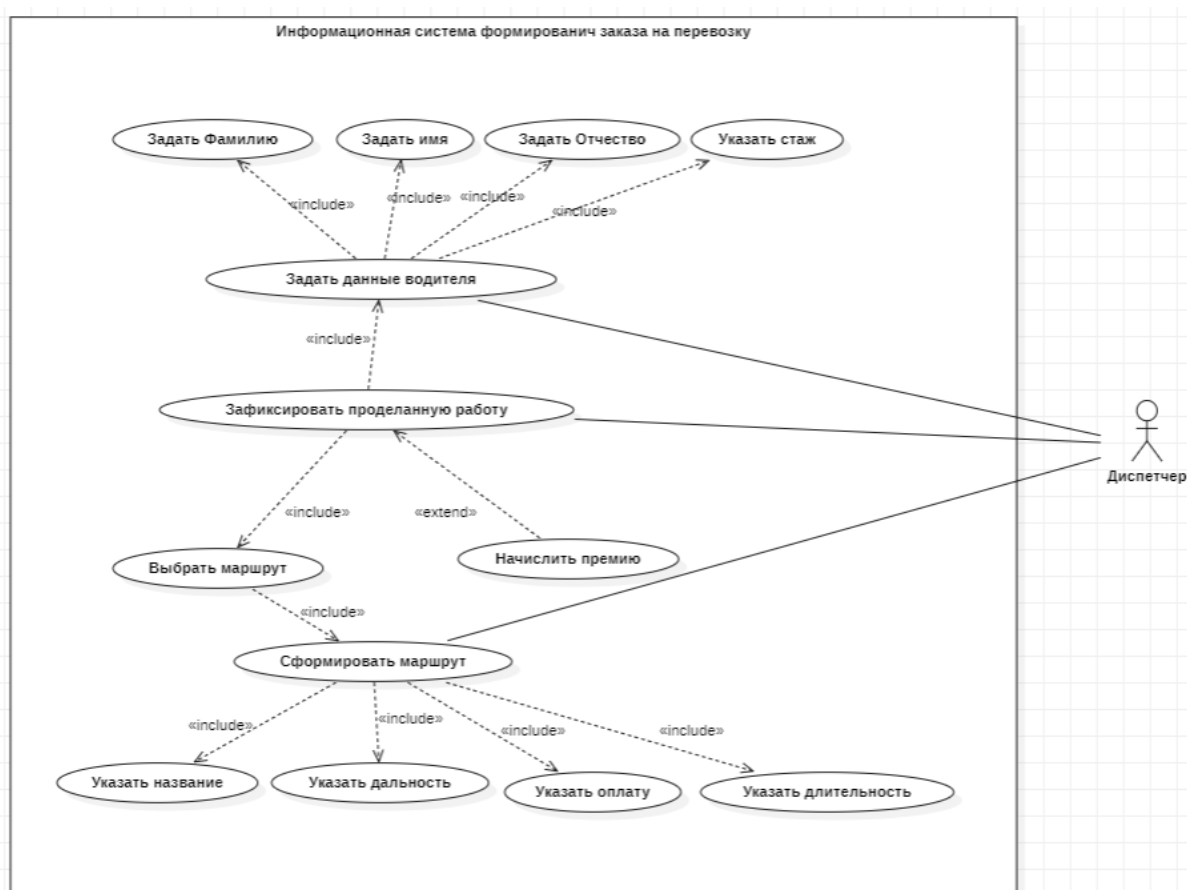


Рис. 1. Диаграмма прецедентов «as-is»

При моделировании можно выделить следующие классы объектов:

- Маршруты (Название, Дальность, Количество дней в пути, Оплата);
- Водители (Фамилия, Имя, Отчество,

Стаж);

- Прделанная работа (Маршрут, Водитель, Дата отправки, Дата возвращения, Премия).

На рис. 3 представлена диаграмма классов объектов «as-is». У каждого из

классов «Маршруты», «Водители» и «Проделанная работа» есть свои атрибуты, у большинства которых квантор видимости закрытый (private) и которые используются внутри этих же классов. У операций классов квантор видимости, открытый (public) для передачи информации между классами. Отношение ассоциации между классами «Маршруты» и «Проделанная работа» имеет тип «один ко многим». Один и тот же маршрут может входить в одну и более проделанных работ. Между классами «Водители» и «Проделанная работа» отношение зависимости также «один ко многим».

Квантор видимости у атрибутов «Маршрут» и «Водитель» открытый, так как на них могут влиять другие классы.

На рис. 3 представлена диаграмма классов объектов «to-be». Её отличие от первоначальной диаграммы заключается в том, что на ней присутствуют дополнительные классы «Надбавка» и «Водители проделанной работы», которые содержат атрибуты стажа, надбавки и водителей, выполнивших перевозку. Операции классов определяют надбавку к оплате и фиксируют информацию о водителях.

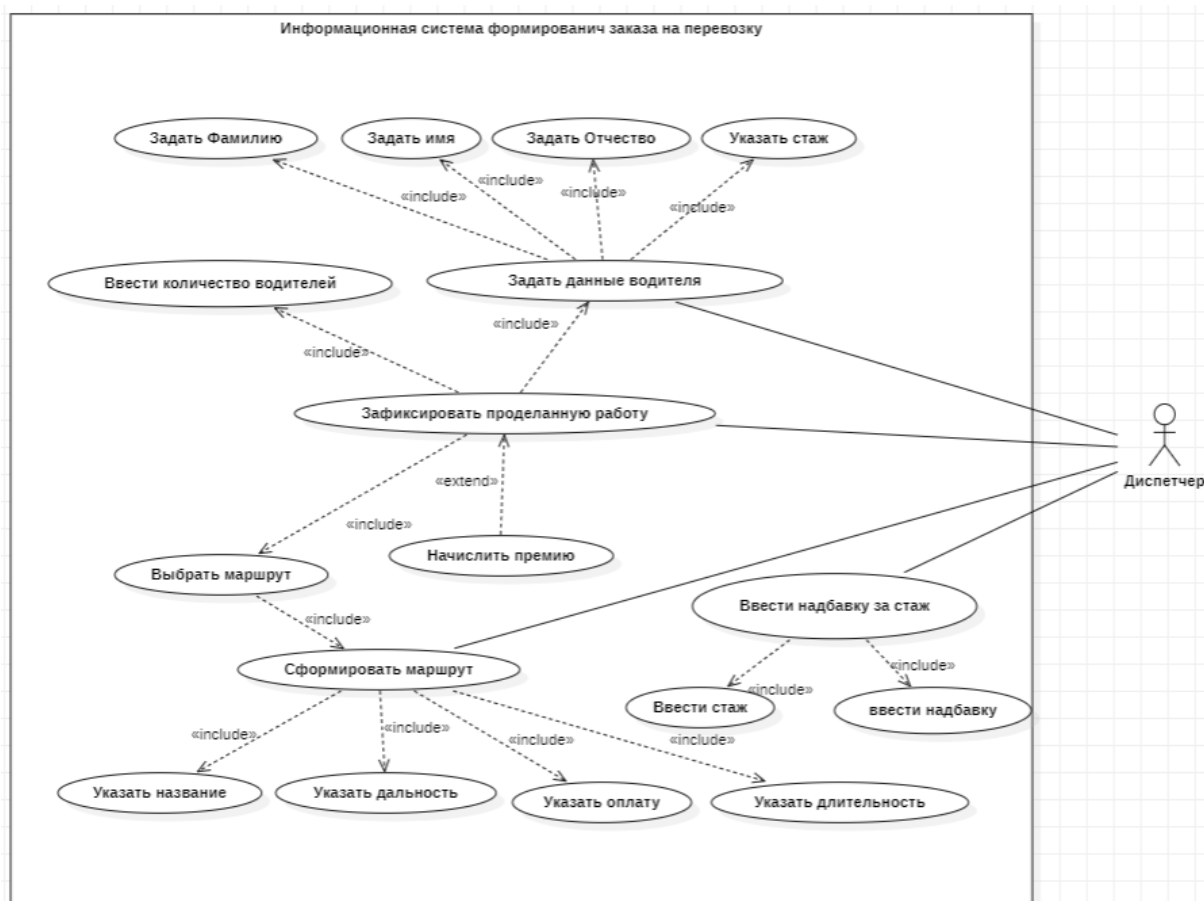


Рис. 2. Диаграмма прецедентов «to-be»

Далее разработана диаграмма деятельности «as-is». На рис. 5 представлены: состояния действия (action state),

прямоугольник для разделения и слияния параллельных вычислений или потоков управления, начальное и конечное

состояние и три дорожки: «Водитель», «Выполненная работа» и «Маршрут». Деятельность начинается с состояния действия «Ввод фамилии» на дорожке «Водитель» и «Ввод названия» на дорожке «Маршрут». Данные действия выполняются параллельно, поэтому на диаграмме используются соответствующие элементы. После

этого диспетчер формирует выполненную работу, в которой размещается данный водитель и маршрут. На диаграмме состояния действия расположены на дорожке «Выполненная работа». При этом проверяется условие выплаты премии и, в зависимости от решения, премия либо учитывается при расчёте зарплаты, либо нет.

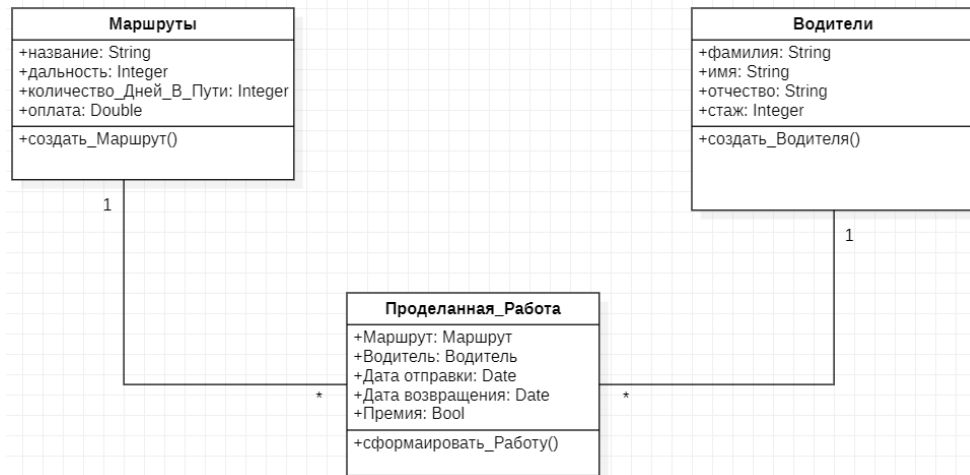


Рис. 3. Диаграмма классов «as-is»

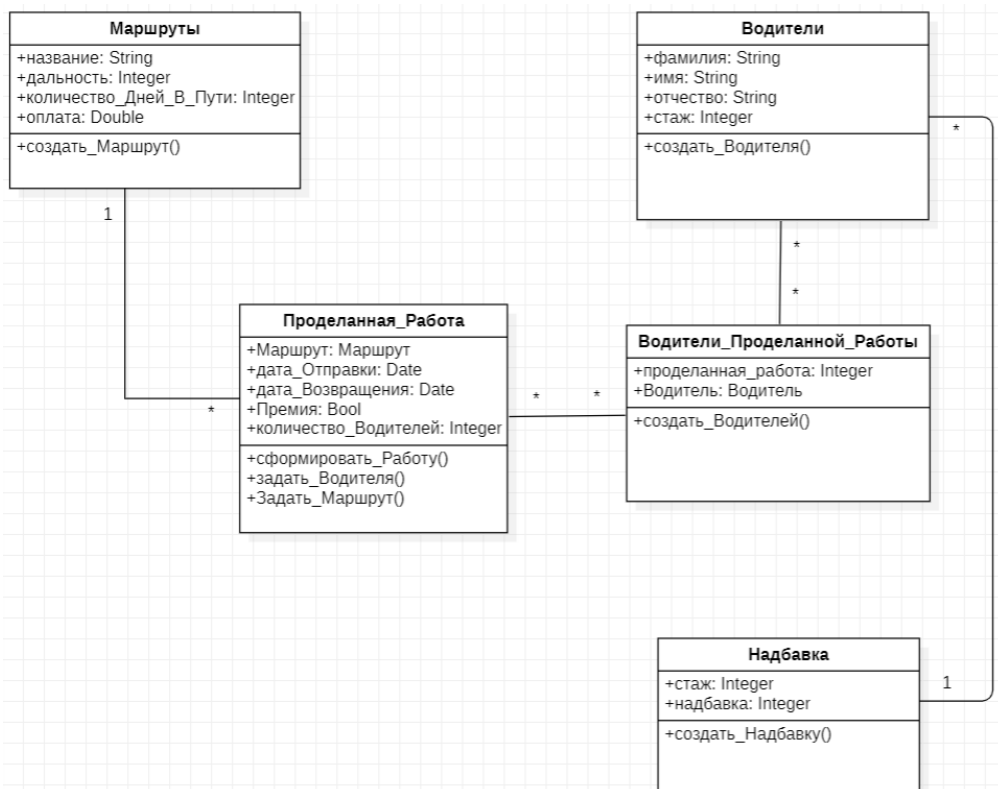


Рис. 4. Диаграмма классов «to-be»

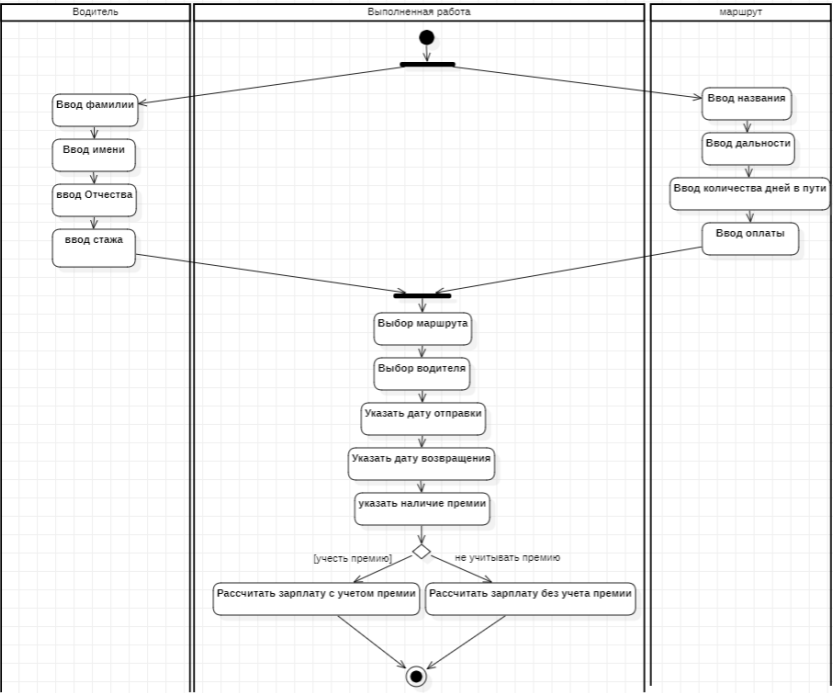


Рис. 5. Диаграмма деятельности «as-is»

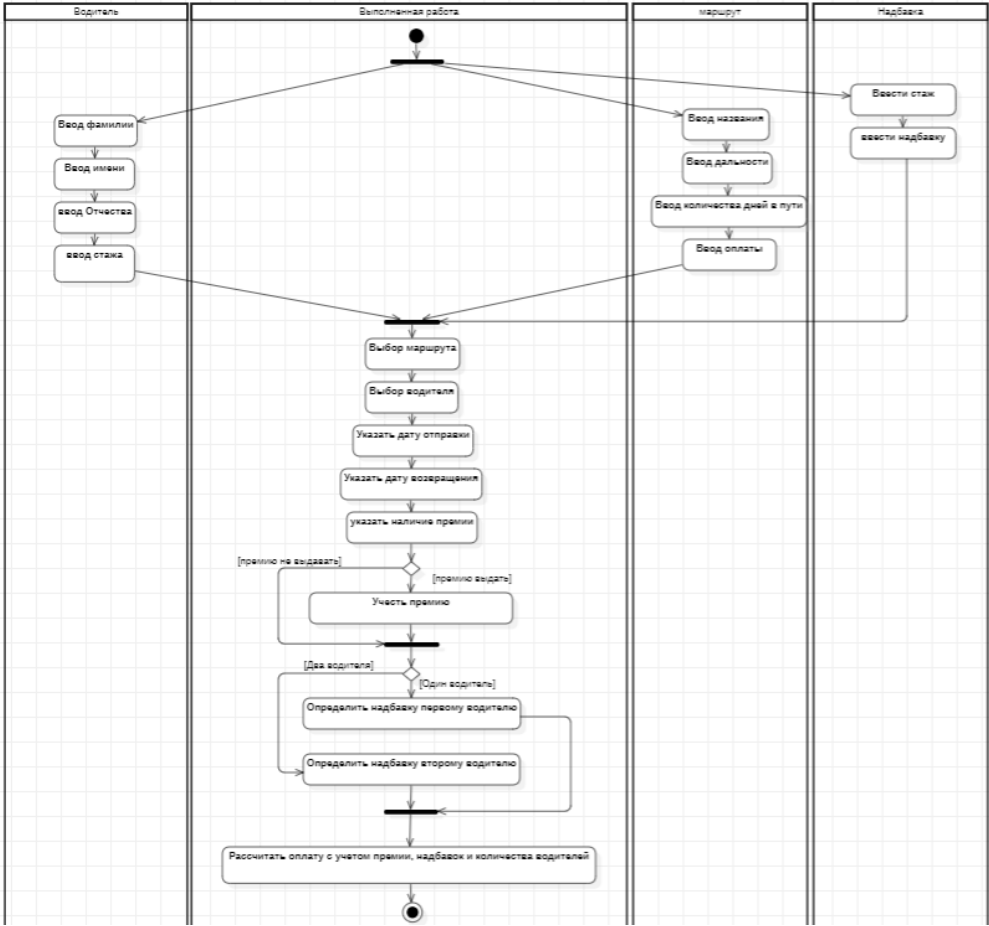


Рис. 6. Диаграмма деятельности «to-be»

Диаграмма деятельности «to-be» представлена на рис. 6. Это уже развитие постановки задачи, в которой становится известно о том, что необходимо хранить информацию о надбавке к зарплате водителей в зависимости от их стажа. Из диаграммы прецедентов ясно, что необходимо зафиксировать информацию о водителях и определить надбавку в зависимости от их стажа. В диаграмму деятельности добавляется дорожка «Надбавка» и два состояния действия: «Ввести стаж» и «Ввести надбавку».

Таким образом, в данной работе разработано три диаграммы на языке UML: диаграмма прецедентов, диаграмма классов и диаграмма деятельности. Для каждой из трёх диаграмм построена модель «as-is», отражающая текущие процессы в организации, и модель «to-be», позволяющая осуществить улучшение процесса расчета оплаты водителям за осуществляемые ими грузоперевозки.

Библиографический список

1. Зараменских, Е. П. Информационные

системы: управление жизненным циклом: учебник и практикум для вузов / Е. П. Зараменских. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 486 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-21415-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/571328>.

2. Грекул, В. И. Проектирование информационных систем: учебник и практикум для вузов / В. И. Грекул, Н. Л. Коровкина, Г. А. Левочкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 404 с. – (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19505-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/560976>.

3. Галиаскаров, Э. Г. Анализ и проектирование систем с использованием UML: учебник для вузов / Э. Г. Галиаскаров, А. С. Воробьев. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 125 с. – (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14903-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568178>.

Информация об авторах

Рязанцев Сергей Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры графики, конструирования и информационных технологий в промышленном дизайне, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: rsv1978@mail.ru

Хромых Елена Алексеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий (394036, Россия, г. Воронеж, пр-т. Революции, 19), e-mail: helen_hrom@mail.ru

Information about the author

Sergey V. Ryazantsev – candidate of Technical Sciences, associate Professor of the Department of Graphics, Design and Information Technology in Industrial Design, Voronezh state technical University (84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: rsv1978@mail.ru

Elena A. Hromyh – candidate of Technical Sciences, associate Professor of the Department of Information Technology, Modeling and Management, Voronezh State University of Engineering Technologies, (19, Revolution Av., Voronezh, 394036, Russia), e-mail: helen_hrom@mail.ru

УДК 004.9

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КНИЖНЫХ МАГАЗИНОВ

А.А. Ильина¹, Р. С. Зарипова¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В статье рассматривается роль информационных систем в повышении эффективности деятельности книжных магазинов. Анализируются ключевые направления, в которых информационные технологии могут принести значительные выгоды книжным магазинам: оптимизация управления запасами и закупками, улучшение взаимодействия с клиентами, расширение присутствия в цифровом пространстве. Также выявляются основные проблемы, с которыми сталкиваются книжные магазины при внедрении информационных систем, и предлагаются пути их преодоления. Проводится сравнительный анализ популярных информационных систем, которые могут быть использованы в деятельности книжных магазинов. Сделан вывод о том, что успешное внедрение информационных систем позволяет книжным магазинам получить существенные конкурентные преимущества и повысить свои шансы на долгосрочное процветание.

Ключевые слова: информационные системы, книжные магазины, управление запасами, взаимодействие с клиентами, электронная коммерция.

THE ROLE OF INFORMATION SYSTEMS IN OPTIMIZING THE ACTIVITIES OF BOOKSTORES

A.A. Ilyina¹, R.S. Zaripova¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article examines the role of information systems in improving the efficiency of bookstores. The key areas where information technology can bring significant benefits to bookstores are analyzed: optimization of inventory and procurement management, improvement of customer interaction, and expansion of presence in the digital space. The main problems faced by bookstores in implementing information systems are also identified, and ways to overcome them are proposed. A comparative analysis of five popular information systems that can be used by bookstores is carried out. The conclusion is made that the successful implementation of information systems allows bookstores to gain significant competitive advantages and increase their chances of long-term prosperity.

Keywords: information systems, bookstores, inventory management, customer interaction, e-commerce.

ВВЕДЕНИЕ

Книжные магазины сегодня сталкиваются с множеством вызовов, связанных с быстро меняющимися предпочтениями читателей, растущей конкуренцией со стороны интернет-магазинов и необходимостью эффективно управлять своими операциями. В этом контексте информационные системы играют ключевую роль в повышении эффективности и конкурентоспособности книжных магазинов [1].

Цель данной статьи – исследовать роль и возможности информационных систем в повышении эффективности и конкурентоспособности книжных магазинов в современных рыночных условиях. Несмотря на обширные исследования в области применения информационных технологий в розничной торговле, существует относительно мало работ, специально

посвященных использованию информационных систем в книжном бизнесе. Поэтому что касается новизны, то данная статья вносит вклад в восполнение этого пробела, предлагая анализ информационных систем, используемых для оптимизации своих операций и улучшения обслуживания клиентов в деятельности книжных магазинов.

Объектом исследования в данной статье выступают книжные магазины и их деятельность в современных рыночных условиях. Предметом исследования являются информационные системы и технологии, применяемые в книжных магазинах для повышения эффективности их функционирования, улучшения взаимодействия с клиентами и обеспечения конкурентных преимуществ.

Актуальность данного исследования определяется растущей конкуренцией в

книжном бизнесе. Книжные магазины сталкиваются с усиливающейся конкуренцией со стороны интернет-ритейлеров, которые предлагают более широкий ассортимент, удобство покупок и зачастую более низкие цены. Для поддержания своей конкурентоспособности книжные магазины должны эффективно использовать информационные технологии [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эффективное управление запасами и закупками

Одним из ключевых аспектов деятельности книжных магазинов является управление запасами и закупками. Информационные системы [3], такие как системы управления складом (WMS) и системы планирования ресурсов предприятия (ERP), играют важную роль в оптимизации этих процессов. Они позволяют книжным магазинам:

- отслеживать в режиме реального времени уровни запасов по каждому наименованию, что помогает избежать дефицита или избыточных запасов;
- автоматизировать процессы заказа новых книг на основе анализа продаж, сезонности и других факторов;
- оптимизировать логистику и сроки доставки, минимизируя затраты на хранение и транспортировку;
- получать подробную аналитику по оборачиваемости товаров, прибыльности ассортимента и другим ключевым показателям для принятия обоснованных управленческих решений [4].

Расширение присутствия в цифровом пространстве

Для успешной конкуренции с интернет-магазинами книжные магазины должны активно развивать свое

присутствие в цифровом пространстве. Информационные системы, такие как электронная коммерция, мобильные приложения и интегрированные платформы, позволяют книжным магазинам:

- создавать удобные и функциональные интернет-магазины, предлагающие широкий ассортимент и возможность онлайн-заказа;
- разрабатывать мобильные приложения, которые предоставляют клиентам доступ к каталогу, возможность сканирования штрих-кодов, оформления заказов и другие полезные функции;
- интегрировать свои информационные системы (ERP, CRM, электронная коммерция) для обеспечения единого пользовательского опыта и синхронизации данных [5];
- использовать аналитические инструменты для отслеживания трафика, конверсии, поведения пользователей на цифровых платформах и оптимизации их работы.

Популярные информационных систем для книжных магазинов

Книжные магазины для успешного внедрения информационной системы должны тщательно изучить и сравнить различные готовые программные решения, доступные на рынке. Рассмотрим пять наиболее популярных систем, которые могут помочь книжным магазинам оптимизировать свои операции.

BookBuddy – это комплексная система управления книжным магазином, предлагающая широкий спектр функциональных возможностей.

BookStore Manager – это облачное решение, специально разработанное для небольших и средних книжных магазинов.

Libib – это программное обеспечение, ориентированное на библиотеки и книжные

магазины.

Evergreen – это открытое программное обеспечение с широкими возможностями для библиотек и книжных магазинов.

Shopify – это популярная платформа электронной коммерции, которая также может использоваться книжными магазинами для создания онлайн-присутствия.

Сравнительный анализ популярных

информационных систем

Выбор правильной информационной системы может существенно повлиять на успех бизнеса, обеспечивая оптимизацию процессов, прозрачность и эффективную коммуникацию. Проведем сравнительный анализ нескольких популярных продуктов (табл. 1).

Таблица 1 Сравнительная таблица информационных систем

Список характеристик	BookBuddy	Libib	Evergreen
Управление книгами	Да	Да	Да
Учет книг	Да	Да	Да
Создание библиотек	Да	Да	Да
Поиск книг по ISBN	Да	Да	Да
Обмен книгами	Нет	Да	Да
Поддержка нескольких библиотек	Да	Да	Да
Аналитика и отчеты	Ограниченные	Да	Да
Интеграция с другими системами	Нет	Ограниченная	Да
Мобильное приложение	Да	Нет	Нет

Проведенный анализ различных цифровых платформ выявил ряд ключевых факторов, влияющих на выбор оптимального решения. Все рассмотренные продукты предоставляют собой комплексные информационные системы, которые позволяют книжным магазинам автоматизировать и оптимизировать ключевые бизнес-процессы.

Сравнение этих пяти информационных систем показывает, что каждое решение имеет свои сильные стороны и особенности, которые могут быть более или менее подходящими для конкретных потребностей книжных магазинов. При выборе информационной системы книжные магазины должны тщательно оценить свои бизнес-требования, бюджет и уровень технической поддержки, чтобы найти наиболее подходящее решение для повышения эффективности своих операций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Информационные системы играют ключевую роль в повышении эффективности и конкурентоспособности книжных магазинов в современных рыночных условиях. Эффективное управление запасами и закупками, улучшение взаимодействия с клиентами, а также расширение присутствия в цифровом пространстве – вот лишь некоторые из областей, где информационные технологии могут принести значительные выгоды книжным магазинам. Несмотря на существующие проблемы, книжные магазины, которые успешно внедряют и используют информационные системы, получают существенные конкурентные преимущества и повышают свои шансы на долгосрочное процветание.

Исследование показало, что успешное внедрение комплексных информационных систем может принести книжным

магазинам значительные выгоды в повышении эффективности операций и укреплении конкурентных позиций. Однако выбор оптимального решения требует тщательного анализа и сравнения различных факторов.

Библиографический список

1. Абрамова Е.А. Информационные технологии в книжной торговле: современные тенденции и перспективы развития // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2018. № 3. С. 145-151.
2. Ковалев А.В. Управление запасами в книжных магазинах с использованием информационных систем // Логистика. 2020. № 2. С. 34-38.
3. Емдиханов Р.А., Зарипова Р.С.

Применение информационных систем для решения проблем современности // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 70-72.

4. Яппаров Р.Р., Зарипова Р.С. Внедрение информационных систем управления как инструмента организационной эффективности предприятий // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 4 (22). С. 27-29.

5. Петров И.И. Повышение эффективности взаимодействия с клиентами книжных магазинов на основе CRM-систем // Маркетинг в России и за рубежом. 2019. № 4. С. 67-74.

Информация об авторах

Ильина Ани́та Андре́ановна – студент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51)

Зарипова Римма Солтановна – кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: zarim@rambler.ru.

Information about the author

Anita A. Ilyina – student, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia)

Rimma S. Zaripova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia), e-mail: zarim@rambler.ru.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 004.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ,
ЗАНИМАЮЩЕЙСЯ РАБОТАМИ ПО ПРОКЛАДКЕ НОВЫХ
ТРУБОПРОВОДОВС.А. Сазонова^{1,2}, С.С. Башун³, Д.Е. Коломыцева⁴¹ Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова² Воронежский государственный педагогический университет³ ООО Митпроф⁴ Воронежский государственный технический университет

Аннотация: В статье рассматривается процесс построения модели информационной системы заданной предметной области на примере организации, занимающейся работами по прокладке новых трубопроводов. Приведены созданные функциональные модели на основе методологий IDEF0, IDEF3, DFD с помощью таких CASE-средств как MS Visio и Erwin. Приведены разработанные диаграммы: контекстная, декомпозиции, потока данных и информационная модель организации. Показано, что при наличии базы данных, появляется возможность составлять отчеты, выводить реестр заказчиков, видеть суммы авансов и оплат, контролировать количество материалов с помощью языка программирования Python.

Ключевые слова: модель информационной системы, организация, услуги горизонтально-направленного бурения, прокладка трубопроводов, функциональные модели, диаграммы, база данных.

MODELING OF THE INFORMATION SYSTEM OF AN ORGANIZATION
ENGAGED IN THE LAYING OF NEW PIPELINESS.A. Sazonova^{1,2}, S.S. Bashun³, D.E. Kolomytseva⁴¹ Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova² Voronezh State Pedagogical University³ 3000 Mitprof⁴ Voronezh state technical University

Abstract: The article discusses the process of building an information system model for a given subject area using the example of an organization engaged in the construction of new pipelines. The created functional models based on the IDEF0, IDEF3, and DFD methodologies using such CASE tools as MS Visio and Erwin are presented. The developed diagrams are presented: contextual, decomposition, data flow and information model of the organization. It is shown that with a database, it becomes possible to compile reports, display a register of customers, see the amounts of advances and payments, and control the amount of materials using the Python programming language.

Keywords: information system model, organization, horizontal directional drilling services, pipeline laying, functional models, diagrams, database.

Целью данной работы является построение модели заданной предметной области, а именно для ИП Воронцов С. В. Деятельность ИП Воронцов С. В.

специализирована на оказание услуг горизонтально-направленного бурения.

На данный момент вся документация предприятия ведется и хранится вручную

на бумажных носителях, отчет по проделанной работе сделать затруднительно, а также планирование, учет затрат, контроль материалов на складе и т. д. Поэтому при выборе Case-средства будем руководствоваться проблемами, которые надо решить посредством автоматизации учета документов, а именно:

- создание базы данных,
- создание электронного

документооборота.

Рассмотрим особенности разработки модели ИП Воронцов С.В. Для работы была выбрана организация ИП Воронцов С. В., которая выполняет работы по прокладке новых трубопроводов (водоснабжение, канализация, газоснабжение, футляров для кабелей) методом горизонтально-направленного бурения и траншейным методом.

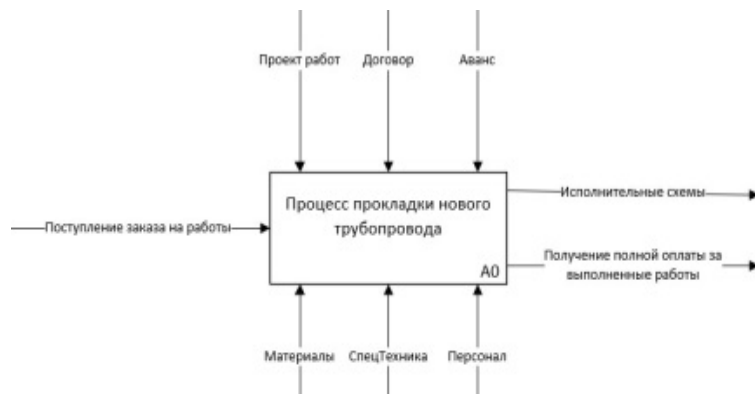


Рис. 1. Контекстная диаграмма

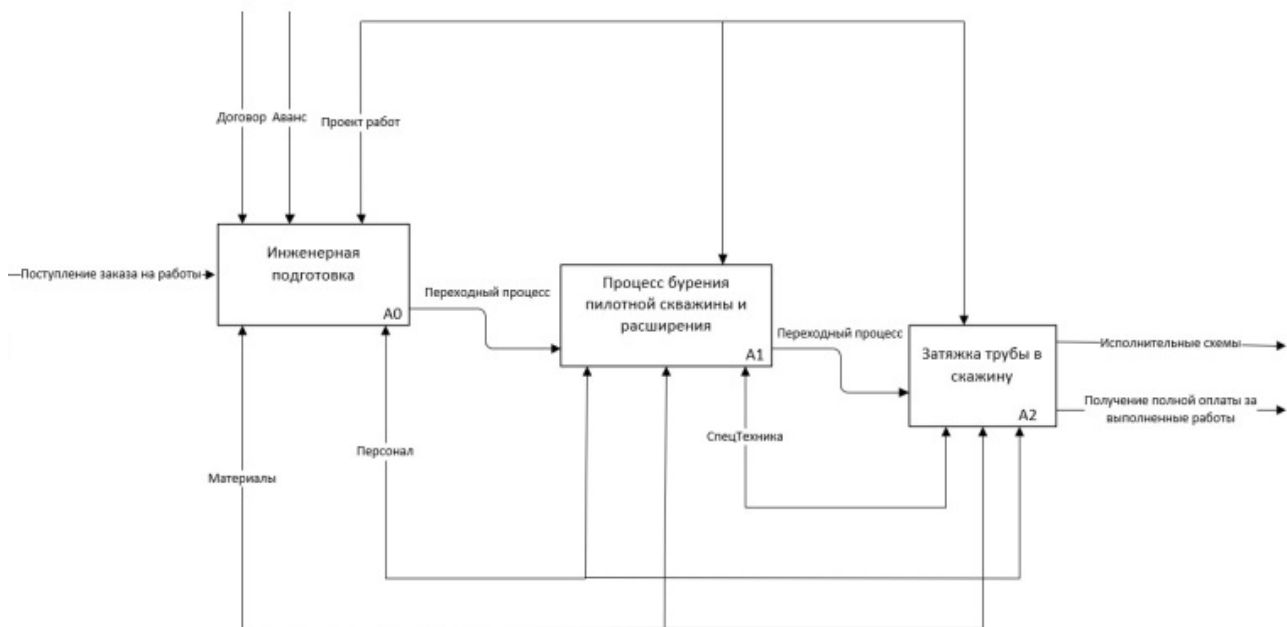


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции

На данной диаграмме мы видим уровни декомпозиции исследуемой системы, а именно основные функции и их

взаимодействие друг с другом и с внешней средой.

Диаграмма потоков данных

изображена на рисунке 3.

При поступлении заказа на выполнение работы: заключается договор, получается аванс, заказчик должен представить проект на выполнение работы. Проводится инженерная подготовка: с помощью нивелира замеряются отметки высот согласно проекту, копаются приямки или траншея согласно протяженности и отметкам высот. Затем нужно подготовить материалы (трубы, горюче-смазочные материалы для спецтехники, бентонит и присадки для приготовления раствора для бурения), спецтехнику (тягач со станцией и буровую установку или бара – трактор для траншейного разрытия цепным методом, экскаватор, манипулятор, илосос). При траншейном

методе происходит: разрытие, укладка трубы, обратная засыпка и благоустройство. При ГНБ методе: копка приямков, бурение пилотной скважины, затем бурение с расширениями (по мере надобности), затяжка трубы, засыпка приямков и благоустройство.

После выполненных работ составляются исполнительная документация, получается итоговая оплата за выполненную работу.

На разработанной контекстной диаграмме мы видим общее описание системы и как она взаимодействует со внешней средой (рисунок 1). Разработанная диаграмма декомпозиции изображена на рисунке 2.

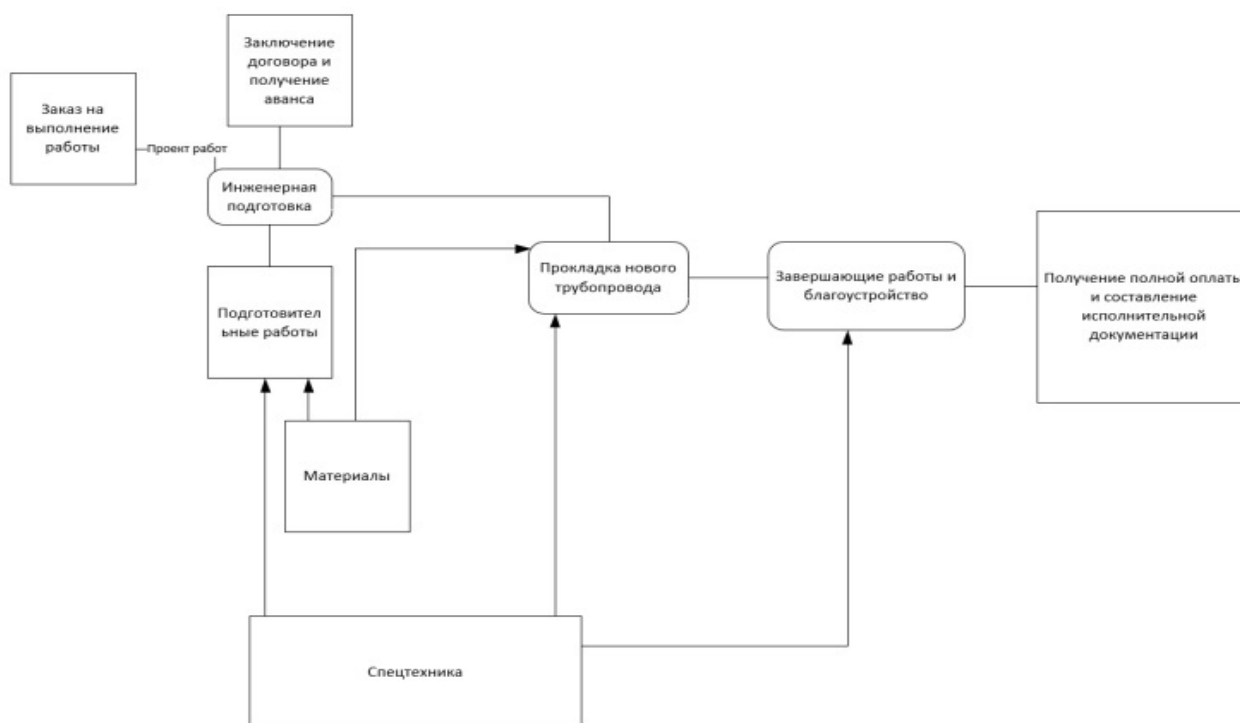


Рис. 3. Диаграмма потоков данных

Данные диаграммы демонстрируют нам, как каждый процесс преобразует свои входные данные в выходные, а также выявляют отношения между этими процессами.

Рассмотрим особенности разработки

информационной модели. На рисунке 4 рассмотрено построение логической диаграммы исследуемой информационной модели системы для ИП Воронцов С. В.

Далее на основе проделанной работы

составим физическую модели и создадим DLL-скрипт для последующей работы.

Рассмотрим особенности визуальной разработки информационной модели. На данном этапе (рисунок 5) с помощью DLL-

скрипта создадим визуальную модель с ключами для построения базы данных на примере:

- SQLServer Studio,
- DBForge Studio.

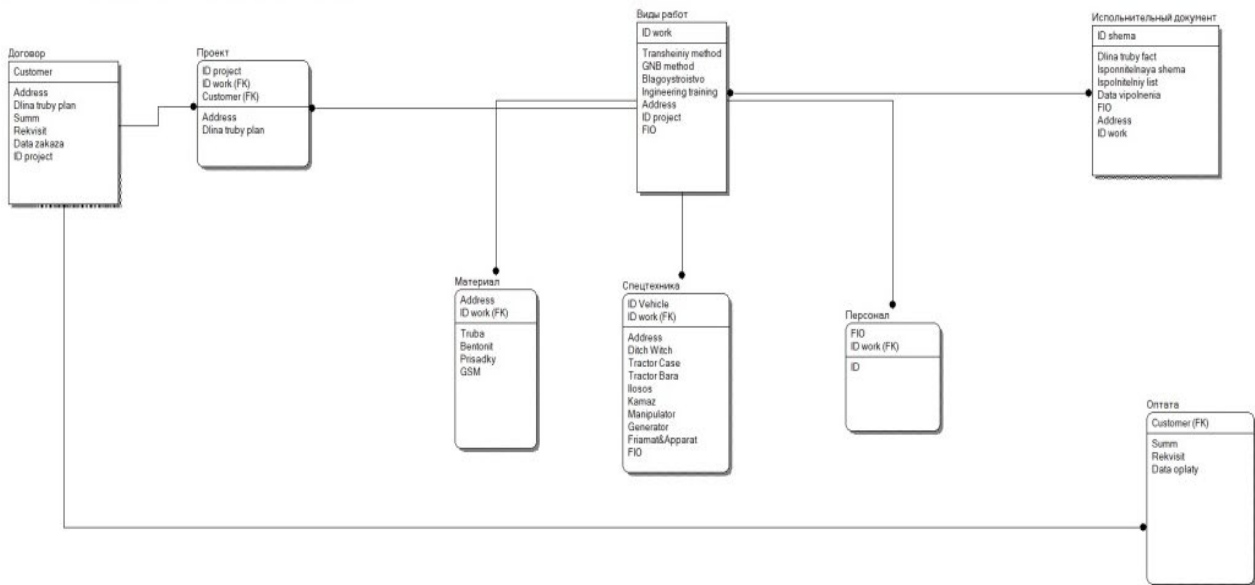


Рис. 4. Информационная модель ИП Воронцов С. В.

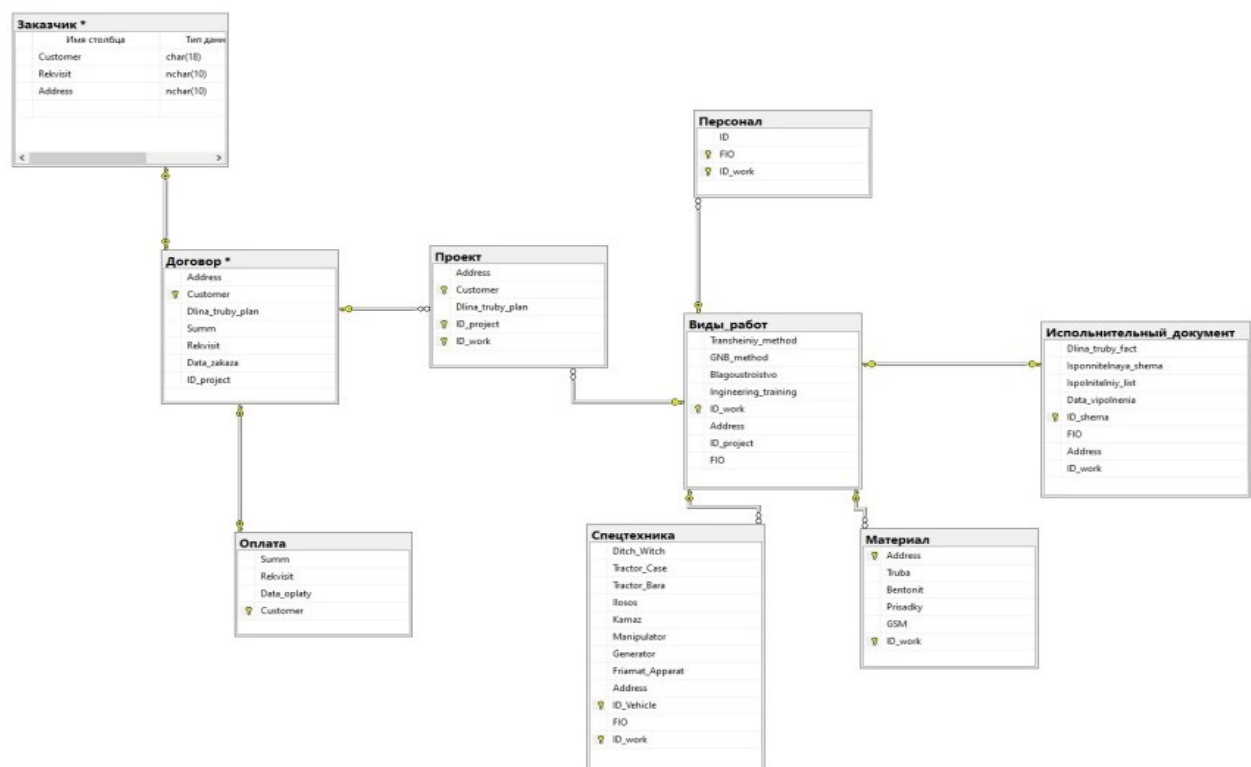


Рис. 5. Информационная модель ИП Воронцов С. В. SQL Server Studio

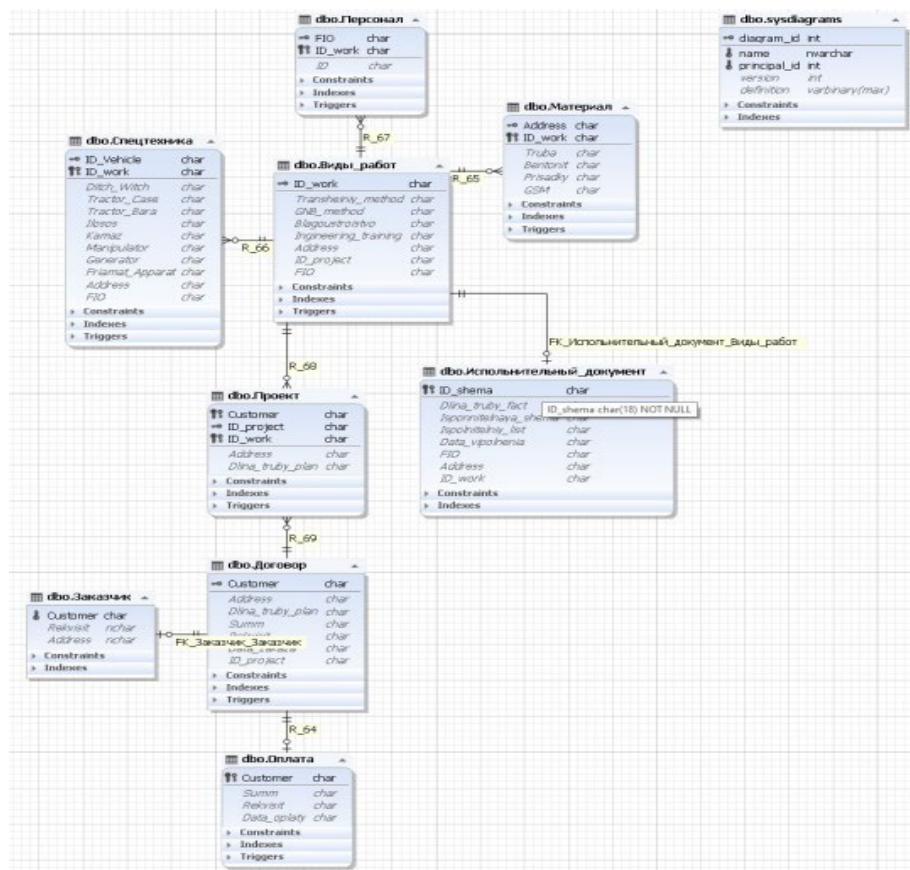


Рис. 6. Информационная модель ИП Воронцов С. В. dbForge

В ходе выполнения данных работ созданы функциональные модели с использованием методологий IDEF0, IDEF3, DFD с помощью таких CASE-средств как MS Visio и Erwin. На примере данных программ рассмотрели различные подходы к созданию моделей, преимущества и недостатки построения.

В MS Visio построены более простые схемы: одноуровневые и многоуровневые.

На примере программного продукта Erwin блок-схемы архитектуры были уже более сложные, каждая модель с декомпозицией содержала более подробное описание для каждого блока. Также наглядно можно было проиллюстрировать взаимосвязи между каждым блоком.

Программные средства SQL Server Studio и dbForge позволяют создавать диаграммы более сложных уровней.

Наиболее оптимальными CASE-средства для построения моделей архитектуры информационных систем являются:

- для простых систем: MS Visio,
- для сложных: SQL Server, так как это средство позволяет не только составить модель, но и воплотить ее в действие, а именно построить базу данных, осуществлять поиск, хранение и использование данной информации.

Наилучшим вариантом для системы ИП Воронцов С. В. будет создание модели по следующим этапам:

- Создание концептуальной модели декомпозиции в MS Visio, согласно рисунку 2.
- На основе диаграммы декомпозиции создание визуальной модели в dbForge, как показано на рисунке 6, с последующим

созданием файлов для разработанной базы данных.

Имея базу данных, появляется возможность составлять отчеты, выводить реестр заказчиков, видеть суммы авансов и оплат, контролировать количество материалов и т. д. с помощью языка программирования Python.

В работе использовались материалы исследований [1-20].

Библиографический список

1. Sysoev D. Analysis of interactions in structural system representations / D.V. Sysoev, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.A. Osipov // В сборнике: Proceedings of the 8th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2020). Сер. "Advances in Intelligent Systems Research" Editors: Nafisa Yusupova-Editor-in-Chief, Gouzel Shakhmametova, Konstantin Mironov, Ludmila Galimova. - 2020. - С. 7-11.
2. Епифанов Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении // Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова / Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.
3. Епифанов, Е. Н. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей / Е. Н. Епифанов, В. Ф. Асминин, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17. - № 4. - С. 42-53.
4. Асминин В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой // В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова / Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.
5. Асминин В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.
6. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.
7. Sazonova, S. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.
8. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S.Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.
9. Sazonova, S. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov,

A. Lemeshkin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

10. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

11. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

12. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // В сборнике: E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

13. Колотушкин, В.В. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению/ В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

14. Николенко, С. Д. Моделирование возникновения внутренних напряжений в сложной структуре материала / С. Д. Николенко, С. П. Козодаев, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2024. -

Т. 17, № 2. - С. 50-61.

15. Сазонова, С.А. Алгоритм диагностики утечек целевого продукта в условиях неопределенности для гидравлической системы / С. А. Сазонова, А. Н. Кошель, И. Н. Пантелеев, Н.В. Акамсина, И.М. Казбанова, С.С. Рылев // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17, № 2. - С. 71-82.

16. Сазонова, С. А. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе / С. А. Сазонова, И. В. Щербакова, Г. И. Сметанкина // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17, № 1. - С. 111-120.

17. Sazonova, S. Diagnostics of leaks with unknown amplitudes against the background of interference caused by accidental consumption in the hydraulic system for the forest complex / S. Sazonova, K. Zolnikov, T. Skvortsova, A. Kravchenko, A. Zarevich // BIO Web of Conferences. - 2024. - Т. 145. - С. 04016.

18. Полуэктов, А. В. Моделирование ослабления ионизирующего излучения за счет защитного корпуса микросхем / А. В. Полуэктов, Р. Ю. Медведев, А. И. Заревич // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17, № 2. - С. 93-100.

19. Зольников, К. В. Моделирование и оптимизация конструкции полосового фильтра на основе коаксиального резонатора / К. В. Зольников, Д. А. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17, № 2. - С. 43-50.

20. Полуэктов, А. В. Моделирование влияния электромагнитных полей на микросхемы / А. В. Полуэктов, Р. Ю. Медведев, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17, № 1. - С. 129-136.

Информация об авторах

Сазонова Светлана Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8); доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, Воронежский государственный педагогический университет (394043, Россия, г. Воронеж, ул. Ленина, 86); e-mail: ss-vrn@mail.ru

Башун Сергей Сергеевич – коммерческий директор, ООО Митпроф (119002, Россия, г. Москва, переулок Большой Николопесковский, д. 13, п. 1, 3х), e-mail: bashun7755@mail.ru

Коломыцева Дарья Евгеньевна – студент группы БГГ-211, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: kolomytseva_02@mail.ru

Information about the author

Sazonova Svetlana Anatolievna – Ph. D. in Engineering, Associate Professor of the Department of Computer Technology and Microelectronic Engineering, Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov (8 Timiryazeva str., Voronezh, 394087, Russia); Associate Professor of the Department of Life Safety, Voronezh State Pedagogical University (86 Lenin St., Voronezh, 394043, Russia), e-mail: ss-vrn@mail.ru

Bashun Sergey Sergeevich – Commercial Director, Mitprof LLC (119002, Russia, Moscow, Bolshoy Nikolopeskovsky Lane, 13, building 1, 3x), e-mail: bashun7755@mail.ru

Kolomytseva Daria Evgenievna – student of the bGG-211 group, Voronezh State Technical University (84, let Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russia), e-mail: kolomytseva_02@mail.ru

УДК 303.732

ОБ УСЛОВНЫХ МАССАХ ПОДСИСТЕМ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ МАССЕ СИСТЕМЫ

С.В. Глущенко¹

¹ *Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил “Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина”*

Аннотация: В статье предложен подход формализации интегральной сложной целеполагаемой системы на основе объединения систем. Рассматривается возможность определения общей массы интегральной системы и ее функции полезности. Предлагается способ нахождения весовых коэффициентов.

Ключевые слова: функция действия, функция полезности, ресурс, весовые коэффициенты, факторы системы.

ABOUT CONDITIONAL MASSES OF SUBSYSTEMS AND INTEGRAL MASS OF THE SYSTEM

S.V. Glushchenko¹

¹ *Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N. Ye. Zhukovsky and Y. A. Gagarin"*

Abstract: The article proposes an approach to formalizing an integrated complex goal-oriented system based on the unification of systems. The possibility of determining the total mass of the integrated system and its utility function is considered. A method for finding weight coefficients is proposed.

Keywords: action function, utility function, resource, weighting coefficients, system factors.

При вычислении условной массы системы [1] анализировалась совершаемая системой работа, влекущая затрату интегрального ресурса $R = R_1 - R_2$, здесь R_1 – количество ресурса в условных единицах в начальный момент времени данного этапа функционирования системы t_1 , R_2 – количество ресурса в конечный момент t_2 . Затрату

ресурса можно рассматривать как затрату потенциала системы, отсюда можно считать ее равной «количеству действия» системы (по аналогии с механическими системами – изменению кинетической энергии системы). Функция действия [2] принимает свои значения в фазовом пространстве $f_1, f_2 \dots f_k$, где координаты $f_1, f_2 \dots f_k$ –

представляют собой факторы (результат корреляционного и факторного анализа – собственные функции, их численные значения – случайные величины), определяющие поведение системы. Исследуя целеполагаемую систему, целесообразно функцию действия систему отождествлять с ее функцией полезности [3, 4] с точностью до весовых коэффициентов, количественно характеризующих влияние каждого фактора (величина дисперсии) и принимаемых в связи с этим равными их собственным значениям $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_k$. Их сумма равна единице.

$$m = \frac{2R}{\sum_{i,j} \lambda_i \lambda_j \dot{f}_i(t_2) \dot{f}_j(t_2) - \sum_{i,j} \lambda_i \lambda_j \dot{f}_i(t_1) \dot{f}_j(t_1)} \quad (1)$$

Саморазвивающаяся целеполагаемая система – это, как правило, сложная система, включающая в себя подсистемы (параметры системы), частично интегрируемые в систему в период промежуточного гомеостаза на этапе реструктуризации системы, переопределения целей, переоценки имеющегося ресурса. Смысл сказанного в том, что система может включить в себя системы (менее значащие с точки зрения выполняемой работы, целей, полезности, ресурса) или объединиться (если это сравнимые с точки зрения выполняемой работы, целей, полезности, ресурса) с системами. Интеграция (включение и объединение) происходит с системами на основании общности или непротиворечивости целей с формированием новой общей цели и объединением ресурсов в том случае, если прогнозируемая полезность окажется выше полезности без интеграции для обеих систем. На этапе реструктуризации может происходить не только объединение систем, но и

Функция действия $r = \lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \dots + \lambda_k f_k$ позволяет вычислить изменение кинетической энергии системы:

$$T_2 - T_1 = 1/2m \sum_{i,j} \lambda_i \lambda_j \dot{f}_i(t_2) \dot{f}_j(t_2) - 1/2m \sum_{i,j} \lambda_i \lambda_j \dot{f}_i(t_1) \dot{f}_j(t_1),$$

где T_1 (T_2) – величина кинетической энергии системы в момент времени t_1 (t_2). Используя закон сохранения энергии, вычисляем условную массу системы [1]

исключения каких-либо подсистем из системы в случае нецелесообразности их дальнейшего вхождения в систему. Причиной могут быть внутрисистемные конфликты на основе переориентации целей некоторых подсистем на некотором очередном этапе оптимизации системы.

Можно предложить схему объединения в общую систему S с массой m двух систем S_1 и S_2 с массами m_1, m_2 , функциями полезностей f^1, f^2 соответственно [3] (точнее их значениями на момент объединения систем).

$$\begin{aligned} f^1 &= \lambda_1^1 f_1^1 + \lambda_2^1 f_2^1 + \dots + \lambda_k^1 f_k^1, \\ f^2 &= \lambda_1^2 f_1^2 + \lambda_2^2 f_2^2 + \dots + \lambda_n^2 f_n^2. \end{aligned} \quad (2)$$

Как говорилось выше, объединение систем происходит в случае общности или непротиворечивости их целей. Т.е. можно говорить, что системы находятся в состоянии согласия, при этом парный коэффициент корреляции r_{12} значений функций полезности систем S_1 и S_2 имеет

положительное значение, желательно, близкое к единице. В случае объединения систем формируется их общая функция полезности, объединяются ресурсы и массы систем.

Рассмотрим определение массы объединенной системы. Это не есть арифметическая сумма. Можно привести следующую схему объединения масс m_1, m_2 , вычисленные по формуле (1), соответственно систем S_1 и S_2 , предположив, что $m_1 > m_2$:

1) на первом шаге определим первоначальные коэффициенты α_1, α_2 , соответствующие пропорционально массам m_1, m_2 , т.е.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}, \quad \alpha_1 + \alpha_2 = 1, \quad (3)$$

где α_1, α_2 – первоначальные весовые коэффициенты;

2) на втором шаге получим коэффициенты, пропорционально соответствующие значениям их функций полезностей f_1, f_2 .

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2}, \quad \beta_1 + \beta_2 = 1, \quad (4)$$

β_1, β_2 – весовые коэффициенты функций полезностей. Вычислим новые коэффициенты, учитывающие влияние и α_1, α_2 и β_1, β_2 , а именно

$$\alpha_1 = \alpha_1 \beta_1, \quad \alpha_2 = \alpha_2 \beta_2; \quad (5)$$

3) на третьем этапе необходимо учесть влияние значения коэффициента корреляции r_{12} на общую массу в соответствии с пропорциональностью масс и значений функций полезности, т.е.

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 1 + (1 - r_{12}) \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}, \\ \gamma_2 &= 1 + (1 - r_{12}) \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}; \end{aligned} \quad (6)$$

4) на четвертом этапе определяем окончательно значения весовых коэффициентов, включающих влияние коэффициентов, определенных на предыдущих этапах:

$$\alpha_1 = \alpha_1 \gamma_1, \quad \alpha_2 = \alpha_2 \gamma_2, \quad (7)$$

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}, \quad \alpha_2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}.$$

Таким образом, для объединенной системы S массу m определяем на основе значений масс m_1, m_2 систем S_1 и S_2 с весовыми коэффициентами α_1, α_2 , вычисленных, используя формулы (3) – (7):

$$m = \alpha_1 m_1 + \alpha_2 m_2.$$

На основе рассмотренного подхода определяется интегральная масса объединенной системы. Функция полезности объединенной системы имеет вид линейной комбинации функций полезности систем S_1 и S_2 , определяемыми формулами (2), и в этом случае принимает вид:

$$f = \alpha_1 f^1 + \alpha_2 f^2$$

Для оптимизации построенной таким образом объединенной системы применяется тот же математический аппарат, что и для отдельной системы.

Определение условной массы и функции полезности интегральной системы, включающей три и более систем, возможны по аналогии с использованием предложенных выше рассуждений.

Библиографический список

1. Глущенко С.В. О формализации условной массы системы / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах / Научно-технический журнал. Выпуск № 1-2(35-36). Воронеж. ВГТУ, 2025 г. С. 17-20.

2. Коллатц Л. Задачи на собственные значения. – М: Наука, 1968. – 504 с.

3. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – М: Радио и связь, 1981. – 560 с.

4. Глущенко С.В. О факторном анализе в целеполагаемой системе / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах // Научно-технический журнал. Выпуск № 3-4(17-18). Воронеж. ВГТУ, 2019 г. С. 13-15.

Информация об авторах

Глущенко Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры математики, Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил “Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина” (394064, Россия, г. Воронеж, 394064, ул. Старых Большевиков, 54 «А»), e-mail: serjvladimir@rambler.ru

Information about the author

Glushchenko Sergey Vladimirovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N. Ye. Zhukovsky and Y. A. Gagarin" (394064, Russia, Voronezh, 394064, st. Old Bolsheviks, 54 "A"), e-mail: serjvladimir@rambler.ru

УДК 004.891.3

ПРЕДОБРАБОТКА СЕГМЕНТАЦИОННЫХ МАСОК И ФОРМИРОВАНИЕ АННОТАЦИЙ YOLO ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ ОПУХОЛЕЙ НА МАММОГРАМАХ

И.С. Плотников¹

¹ Воронежский государственный университет

Аннотация: В статье рассматривается задача автоматического обнаружения опухолевых образований на маммограммах методом детектирования объектов. Описываются два используемых набора данных – VinDr-Mammo и CBIS-DDSM — и их особенности разметки: первый содержит координаты ограничивающих прямоугольников, второй – сегментационные маски.

Ключевые слова: маммография, обнаружение опухолей, сегментация, датасет VinDr-Mammo, CBIS-DDSM, формат YOLO, нормализация координат.

PREPROCESSING SEGMENTATION MASKS AND FORMING YOLO ANNOTATIONS FOR TUMOR DETECTION ON MAMMOGRAMS

I.S. Plotnikov¹

¹ Voronezh State University

Abstract: The article focuses on the task of automatic detection of tumor regions in mammographic images using object detection methods. It describes two datasets – VinDr-Mammo and CBIS-DDSM—and their annotation formats: the former provides bounding box coordinates, while the latter contains segmentation masks.

Keywords: mammography, tumor detection, segmentation, VinDr-Mammo dataset, CBIS-DDSM, YOLO format, coordinate normalization.

Задачей обнаружения опухолей на маммограммах является локализация и классификация злокачественных опухолей на рентгеновских снимках молочной

железы. Одним из современных подходов для этой цели являются сверточные нейронные сети семейства YOLO (You Only Look Once), которые позволяют

быстро обнаруживать объекты на изображениях. Однако такие модели требуют тщательной подготовки и маркировки обучающих данных. Правильная подготовка данных включает в себя фильтрацию и предварительную обработку изображений, а также единообразие формата аннотаций: несоответствие формата или ошибки в маркировке могут серьезно снизить точность детектора. В данной работе в качестве исходных данных используются два открытых набора маммограмм с разными характеристиками маркировки. Чтобы объединить их, необходимо преобразовать все данные в формат, подходящий для обучения модели YOLO, что включает в себя приведение различных типов аннотаций к единому стандарту и организацию файловой структуры.

В исследовании использовались два набора маммографических снимков. Набор VinDr-Mammo – это большой общедоступный набор данных, содержащий около 20 000 изображений грудной клетки, уже снабженных аннотациями. Разметка в VinDr-Mammo представлена координатами ограничивающих прямоугольников, обозначающих области потенциальных опухолей. Изображения в этом наборе данных хранятся в оттенках серого (рентгеновские), аннотации предварительно сжаты и готовы к использованию.

CBIS-BDSM (Breast Cancer Image Dataset) – это коллекция из примерно 6000 маммограмм с образцами опухолей, полученных в рамках проекта "Выявление рака молочной железы с помощью маммограмм". Каждое изображение из CBIS-DDSM имеет маску сегментации: черно-белое изображение, на котором область опухоли выделена белым цветом. В исходном виде CBIS-DDSM не имеет прямоугольной

разметки - вместо этого предоставляются бинарные маски, очерчивающие опухоль. Таким образом, чтобы объединить наборы данных в единый обучающий набор данных, необходимо извлечь координаты ограничивающих рамок из масок CBIS-DDSM и затем нормализовать их для формата YOLO.

Эти два набора данных предназначены для одного и того же целевого класса ("malignant tumor"), поэтому в окончательных аннотациях YOLO все объекты имеют индекс класса 0. VinDr-Mammo содержит ~20 000 изображений с разметкой bbox, CBIS-DDSM - ~6000 изображений с масками. Обе коллекции содержат маммограммы в разном разрешении. Для обучения модели все изображения были объединены и разделены на обучающую и проверочную части с сохранением единого формата аннотаций.

Чтобы использовать изображения из CBIS-DDSM в модели детектирования, необходимо преобразовать сегментационные маски в координаты bounding box. Был предложен следующий алгоритм:

– Бинаризация маски: исходные маски представляют собой цветные изображения или изображения с градацией. Сначала каждая маска была преобразована в двоичную форму с использованием порогового значения: всем пикселям, соответствующим опухоли, присваивается значение 1 (белый), остальным - значение 0 (черный). Это можно сделать, например, с помощью функций определения пороговых значений библиотеки OpenCV.

– Поиск экстремальных координат: на бинаризованном изображении находится минимальный прямоугольник, охватывающий все пиксели, равный 1. Для этого вычисляются минимальные и максимальные

координаты белых пикселей по осям x и y . Результирующий прямоугольник описывается центром (C_x, C_y) и размерами (w, h) в пикселях исходной маски.

– Сопоставление с оригиналом: Поскольку маски иногда имеют более высокое разрешение, чем исходные маммограммы (они могут включать поля вокруг интересующей области), найденная ограничивающая рамка масштабируется до размера исходного изображения. Для этого координаты прямоугольника пропорционально преобразуются в систему координат исходного изображения с учетом соотношения разрешений маски и изображения. Таким образом, координаты прямоугольника указаны в пикселях исходной маммограммы.

– Формирование аннотации: после масштабирования кадра вычисленные координаты центра и размер объекта (в пикселях исходного изображения) используются в дальнейшем для записи в файл разметки. В этом случае каждое изображение из CBIS-DDSM получает единственную ограничивающую рамку, описывающую опухоль. В соответствии с описанным алгоритмом для второго набора данных создается файл разметки того же формата, что и для первого набора данных.

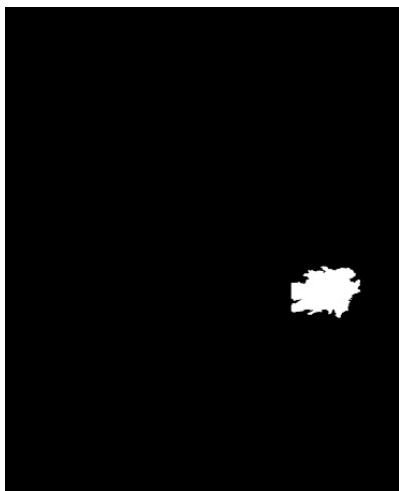


Рис. 1. Маска, определяющая искомый объект



Рис. 2. Пример фотографии для маски

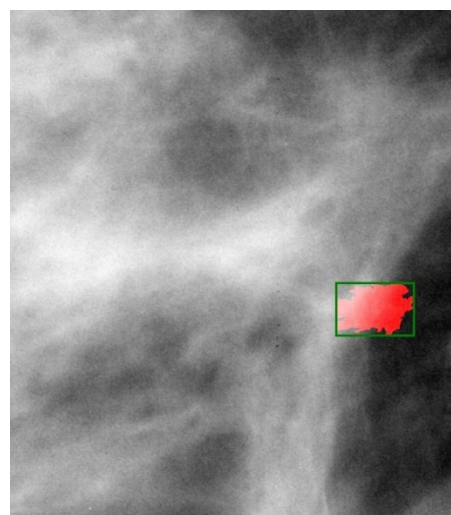


Рис. 3. Наложение маски после ее преобразования.

Описанный подход преобразования сегментационных масок в ограничивающие прямоугольники критически важен для корректного обучения моделей YOLO: детектирующие сети требуют координаты центра и размеров объектов, а не сами маски. С помощью описанных операций – бинаризации, вычисления рамки, масштабирования и нормализации – обеспечивается совместимость данных сегментации с форматом детекции объектов.

Описанный подход преобразования сегментационных масок в ограничивающие прямоугольники критически важен для

корректного обучения моделей YOLO: детектирующие сети требуют координаты центра и размеров объектов, а не сами маски. С помощью описанных операций – бинаризации, вычисления рамки, масштабирования и нормализации – обеспечивается совместимость данных сегментации с форматом детекции объектов.

Конечным результатом этих действий является готовый ограничивающий прямоугольник (центр, ширина, высота) в пикселях исходного изображения для каждого изображения из CBIS-DDSM. Затем эти значения нормализуются и записываются в текстовый файл аннотации (см. следующий раздел). Следует отметить, что процесс описанных преобразований был автоматизирован с использованием скриптов Python и OpenCV, что позволило эффективно обрабатывать все маски и проверить правильность наложения рамок на изображения.

Модель YOLO ожидает входные аннотации в специфическом текстовом формате. Для каждого изображения создаётся .txt файл, где каждая строка соответствует одному обнаруживаемому объекту. Формат строки:

<class> <x_center_norm> <y_center_norm> <width_norm> <height_norm>, где <class> – индекс класса (в нашем случае 0 для опухоли), а остальные четыре числа – нормализованные координаты ограничивающего прямоугольника. Нормализация координат означает, что центр объекта и его размеры делятся на ширину W и высоту H изображения:

$$\begin{aligned} x_{norm} &= \frac{c_x}{W}, \\ y_{norm} &= \frac{c_y}{H}, \\ w_{norm} &= \frac{w}{W}, \\ h_{norm} &= \frac{h}{H}. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь (c_x, c_y) – координаты центра кадра в пикселях, а (w, h) – ширина и высота кадра в пикселях исходного изображения. В результате все нормализованные значения находятся в диапазоне $[0,1]$. Например, запись 0 0,45 0,62 0,10 0,15 означает, что центр опухоли расположен на 45% ширины и 62% высоты изображения, а сама область занимает 10% ширины и 15% высоты кадра. После вычисления таких параметров для каждого объекта соответствующая строка записывается в текстовый файл, название которого совпадает с названием изображения (но с расширением .txt).

Таким образом, аннотации обоих наборов данных приведены к единому формату. Указанные координаты в обучающих файлах позволяют модели YOLO корректно считывать положения объектов при загрузке набора данных. Обратите внимание, что когда было необходимо удалить или исправить аномальную разметку (например, если маска давала очень маленькую рамку), эти операции выполнялись вручную или в соответствии с дополнительными условиями в скриптах.

Для обучения модели YOLO важна стандартизированная организация файловой структуры. Как правило, данные делятся на обучающие (train), валидационные (val) и, при необходимости, тестовые (test-проверка) выборки. В рамках проекта весь объединенный набор данных был разделен на обучающую и проверочную части. В файловой системе создана следующая структура:

```
train/
  images/
    image1.jpg, image2.jpg, ...
  labels/
    image1.txt, image2.txt, ...
val/
```

```
images/
  imageA.jpg, imageB.jpg, ...
labels/
  imageA.txt, imageB.txt, ...
```

Каждая пара изображение–аннотация хранится в каталогах `images` и `labels` соответственно. Файл разметки имеет то же имя, что и изображение, за исключением расширения, и содержит строки с нормализованными координатами объектов. Такой подход упрощает автоматическую загрузку датасета фреймворком YOLO и соответствует рекомендациям авторов модели. Выделение `train/val` подмножества выполнялось с помощью скриптов, распределяющих файлы изображений и создающих необходимые каталоги. В результате получился сбалансированный и готовый к использованию датасет для обучения и валидации.

Для удобства пользователей был создан веб-интерфейс приложения (см. рис. 4), реализованный с использованием Gradio. Интерфейс позволяет загрузить изображение маммограммы и получить визуализацию результатов обнаружения непосредственно в браузере. Модель предсказывает местоположение подозрительных областей, которые на выходе отображаются цветными рамками: красный - потенциальные опухоли, синий - кальцификации, оранжевый - подозрительные зоны (Suss) и серый - неопределенные новообразования. Подписи с указанием классов находок и соответствующих вероятностей также размещены над изображением. Такой подход облегчает врачу восприятие результатов и позволяет быстро оценить ситуацию без глубокого погружения в код

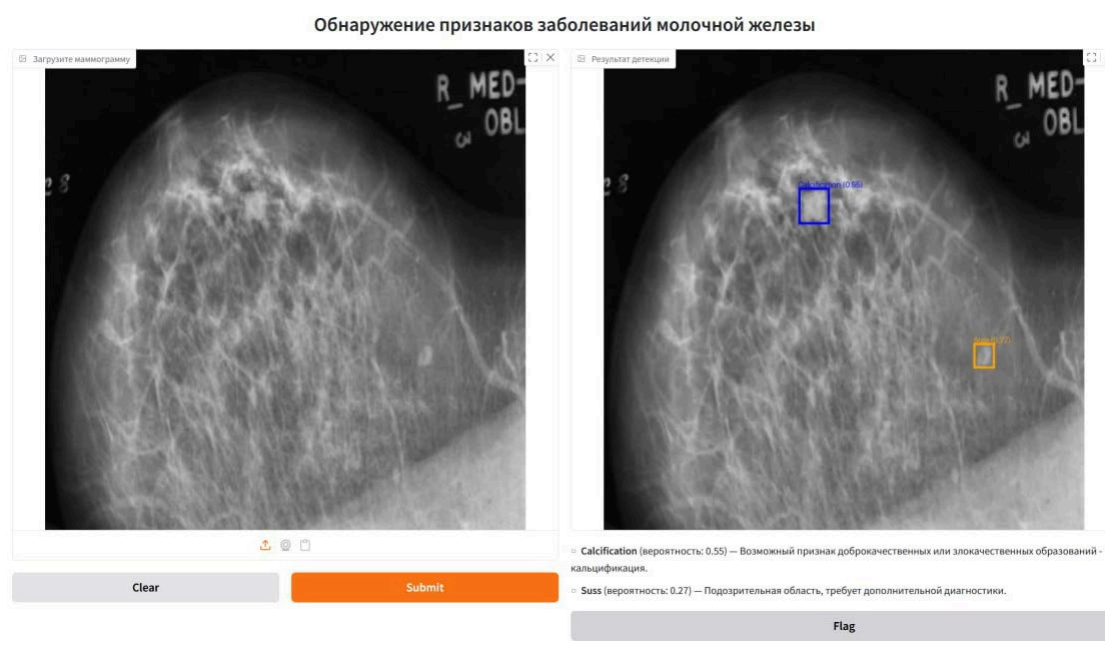


Рис. 4. Процесс анализа снимка и графический интерфейс приложения

Проведенная работа показала, что единообразная и правильная подготовка данных является ключевым шагом в построении системы обнаружения опухолей

на маммограммах. Были изучены два популярных набора данных - VinDr-Mammo и CBIS-DDSM - и разработан алгоритм преобразования масок сегментации в

ограничивающие рамки. Был описан формат аннотаций для модели YOLO и методика нормализации координат, а также продемонстрирована организация данных в папки для обучения и проверки достоверности. Выполнение всех этих шагов позволило нам собрать готовый набор данных, совместимый с YOLO, который служит основой для дальнейшего обучения и тестирования модели обнаружения опухолей. Такая подготовка данных обеспечивает стабильность и повторяемость экспериментов, а также повышает качество окончательного определения за счет правильной разметки и структуры обучающей выборки.

Библиографический список

1. Гудфеллоу И., Бенджио Й., Курвил А. Глубокое обучение. — М.: Диалектика, 2018. — 816 с.
2. Яковлева Н. Н., Фролов А.В. Анализ медицинских изображений средствами глубокого обучения. // Труды МФТИ. — 2021. — Т. 13, №3. — С. 117–124.

3. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Рак молочной железы. Статистические данные // Global Cancer Observatory. — 2023. — URL: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/breast-cancer>

4. Pandas. Python Data Analysis Library. — URL: <https://pandas.pydata.org/docs/>

5. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016, 779–788.

6. Paszke, A., Gross, S., Massa, F., Lerer, A., Bradbury, J., Chanan, G., et al. PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library. Advances in Neural Information Processing Systems, 2019, 32: 8024–8035.

7. Rosebrock, A. OpenCV 4 with Python Blueprints: Build creative computer vision projects with the latest version of OpenCV 4 and Python 3. Packt Publishing Ltd., 2019.

8. Vindr-Mammo Dataset. — URL: <https://vindr.ai/datasets/mammo>

Информация об авторах

Плотников Илья Сергеевич – магистрант кафедры математических методов исследования операций, факультет Прикладной математики, информатики и механики, Воронежский государственный университет (394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь 1), e-mail: ilya-plotnikov@mail.ru

Information about the author

Ilya Sergeevich Plotnikov - Master's student at the Department of Mathematical Methods of Operations Research, Faculty of Applied Mathematics, Informatics and Mechanics, Voronezh State University (394018, Russia, Voronezh, Universitetskaya Square 1), e-mail: ilya-plotnikov@mail.ru

УДК 004.94

МЕТОДИКА ГЕНЕРИРОВАНИЯ ХЭШ-ФУНКЦИЙ 3D-ФАРМАКАФОРА

Р.М. Хуснутдинов¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В статье обсуждаются вопросы представления/кодирования 3D фармакофоров. Разработанный метод предполагает преобразование молекулярных структур в хеш-коды, которые сохраняют информацию о пространственной организации и стереохимических особенностях соединений, что обеспечивает распознавание энантиомерных форм. Алгоритм генерации хеша основан на создании уникального фармакофорного дескриптора, формируемого при моделировании фармакофора в виде неориентированного графа. Вершинами

графа могут выступать шесть типов фармакофорных центров: Н-акцептор, Н-донор, центры положительного и отрицательного заряда, гидрофобный и ароматический центры. Показано, что методика критически зависит от выбора масс фармакофорных центров. Предложенная методика может быть использована для быстрого поиска идентичных фармакофоров в некотором наборе органических соединений.

Ключевые слова: фармакоф, хэш, неориентированный граф

METHOD OF GENERATION OF HASH FUNCTIONS OF 3D PHARMACOPHORE

R.M. Khusnutdinoff ¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article discusses the issues of 3D pharmacophore representation/coding. The developed method involves the transformation of molecular structures into hash codes that preserve information on the spatial organization and stereochemical features of compounds, which ensures recognition of enantiomeric forms. The hash generation algorithm is based on the creation of a unique pharmacophoric descriptor formed during pharmacophore modeling as an undirected graph. The graph vertices can be six types of pharmacophoric centers: H-acceptor, H-donor, centers of positive and negative charge, hydrophobic and aromatic centers. It is shown that the technique is critically dependent on the choice of masses of pharmacophoric centers. The proposed technique can be used for a quick search for identical pharmacophores in a set of organic compounds.

Keywords: pharmacophore, hash, undirected graph

Эффективным подходом к поиску соединения-прототипа для нового лекарственного средства с уникальным механизмом действия является компьютерный дизайн препаратов, основанный на трехмерной структуре целевого белка или белка-мишени [1]. Данные методы предполагают анализ наборов известных лигандов, обладающих заданной биологической активностью. Поскольку структура места связывания лиганда в белке-мишени неизвестна, первоначально необходимо построить его модель. Выделяют два основных типа таких моделей: фармакофорные и различные варианты моделей «псевдоресептора» [2].

Фармакофорная модель представляет собой пространственное расположение точек с определенными физико-химическими характеристиками, включая участки связывания и расстояния между ними. В отличие от этого, модели «псевдоресептора» фокусируются на геометрических параметрах и размерах связывающего центра. Оба типа моделей применяются для поиска потенциальных лигандов в специализированных

молекулярных базах данных. При виртуальном скрининге с использованием фармакофорной модели отбираются молекулы, соответствующие заданным критериям по функциональным группам и их взаимному расположению [3]. Модели «псевдоресептора», в свою очередь, позволяют проводить поиск новых лигандов методом молекулярного докинга.

Фармакофорные модели доказали свою эффективность при выборе соединений-лидеров из обширных химических библиотек [4–9]. Они подразделяются на два типа: (1) Структурно-обусловленные фармакофоры, которые создаются на основе данных компьютерного моделирования (молекулярной динамики, метода Монте-Карло, ab initio расчетов) или экспериментальных исследований (рентгеноструктурный анализ, нейтронная дифракция комплексов белок-лиганд); (2) лиганд-ориентированные фармакофоры – строятся на основе структуры известных биологически активных соединений.

Ключевым вопросом при решении

задач современной хемоинформатики и компьютерном дизайне новых лекарственных препаратов (в частности, при поиске прототипов новых лекарственных препаратов, которые обладали бы хорошей биологической активностью и низкой токсичностью) является поиск методов представления фармакофоров. В данной работе предлагается универсальная методика, позволяющая генерировать хэши 3D фармакофоров, обладающие рядом уникальных свойств: (а) стабильностью, относительно пространственных флуктуаций молекулы; (б) стабильностью, относительно процесса округления пространственных координат атомов молекулы; (с) дискриминационной способностью относительно зеркального отображения молекулы (энантиомеры и диастереомеры) и др.

Процедура построения 3D фармакофорных моделей на основе структур лигандов состоит из нескольких стадий. На первом этапе осуществляется переопределение новых координат атомов с учетом центра-масс молекулы. На втором этапе определяется тензор-инерции молекулы как твердого тела. Из полученной матрицы находят собственные значения и собственные вектора тензора момента инерции. На следующем этапе выполняется ранжирование собственных векторов по собственным значениям в порядке убывания. Далее используя собственные вектора, определяются все возможные направления и рассчитываются их смешанные произведения. Из полученного набора векторов выбираются лишь те вектора, которые образуют между собой правовинтовую тройку. На следующем этапе, определяется матрица, получаемая из произведения транспонированной матрицы новых векторов и транспонированной матрицы новых координат атомов. Далее,

производится округление значений полученной матрицы с заданной точностью (например, 0.2 Å, 0.5 Å) и формируется кортеж кортежей, представляющий собой набор хэшей. На заключительном этапе, выполняется ранжирование хэшей в порядке убывания с последующим выбором старшего хэша, который и будет являться хэшем фармакофора.

На рис. 1 представлен фармакофор пространственная структура, которой соответствует молекуле аммиака. Массы вершин графа закодированы набором простых чисел: $M(P)=2$, $M(N)=3$, $M(D)=5$, $M(H)=7$. Полученный хэш фармакофора представляется в виде кортеж кортежей: (('P', 0.5, 0.0, 0.0), ('H', 0.0, 0.5, -1.0), ('N', 0.0, -1.0, 0.0), ('D', 0.0, 0.5, 1.0)). Предложенный подход демонстрирует стабильность работы алгоритма по отношению пространственной ориентации молекулы (вращения молекулы относительно оси вращения); стабильностью, относительно изменения пространственных координат атомов в молекуле, возникающие вследствие тепловых флуктуаций, который проявляется в постоянстве хэш-функции фармакофора. В то же время, данная методика позволяет выполнять классификацию молекул относительно зеркального отображения (энантиомеры и диастереомеры).

В данном исследовании представлен инновационный подход к кодированию трёхмерных фармакофоров. Суть метода заключается в преобразовании фармакофора в хеш-функцию, которая отражает его топологические особенности и стереохимическую конфигурацию, что позволяет различать энантиомерные формы. Хеш формируется на основе уникальной фармакофорной сигнатуры, получаемой при интерпретации фармакофора как полносвязного

графа. В предложенной модели узлами графа выступают шесть типов фармакофорных элементов: акцептор и донор водородных связей, центры положительного и отрицательного заряда, гидрофобные и ароматические фрагменты. Для обеспечения гибкости описания расстояния между фармакофорными элементами в графе квантуются с заданным интервалом. Показано, что методика критически зависит от выбора масс фармакофорных центров. Разработанный алгоритм может применяться для эффективного поиска совпадающих фармакофорных паттернов в базах данных органических соединений.

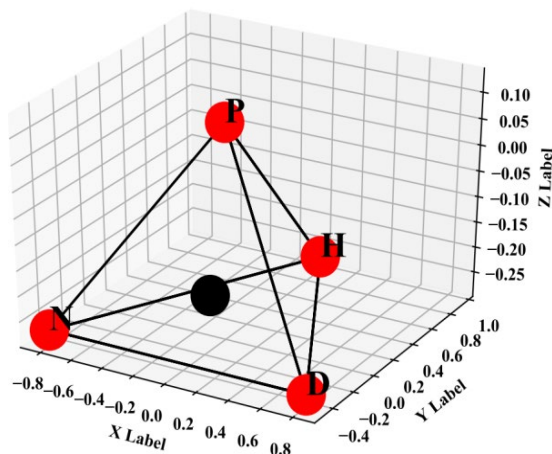


Рис. 1. Графическое представление фармакофора. Черный закрашенный кружок определяет положение центра-масс молекулы

Библиографический список

1. Oprea T.I. Chemoinformatics in Drug Discovery / T.I. Oprea // Verlag. - Wiley-VCH. - 2005. - 493 p.

2. Огурцов А.Н. Основы

биоинформатики / А.Н. Огурцов. - Харьков.: НТУ "ХПИ". - 2013. - 400 с.

3. Leach A.R. An Introduction to Chemoinformatics / A.R. Leach, V.J. Gillet // Springer. - Verlag- Berlin-Heidelberg. - 2007. - 255 p.

4. Kutlushina A. Ligand-Based Pharmacophore Modeling Using Novel 3D Pharmacophore Signatures / A. Kutlushina, A. Khakimova, T. Madzhidov, P. Polishchuk // Molecules. - 2018. - Vol. 23. - P. 3094(1)-3094(14).

5. Bajorath J. Chemoinformatics: Concepts, Methods, and Tools for Drug Discovery / J. Bajorath // New Jersey. - Humana Press: Totowa. - 2004. - 524 p.

6. Маджидов Т.И. Введение в хемоинформатику: Компьютерное представление химических структур: учеб. пособие / Т.И. Маджидов, И.И. Баскин, И.С. Антипин, А.А. Варнек. - Казань: Казан. ун-т, 2013. - 174 с.

7. Маджидов Т.И. Введение в хемоинформатику: учеб. Пособие. Ч. 2. Химические базы данных / Т.И. Маджидов, И.И. Баскин, А.А. Варнек. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2015. - 188 с.

8. Баскин И.И. Введение в хемоинформатику: учеб. пособие. Ч. 3. Моделирование "структура-свойство" / И.И. Баскин, Т.И. Маджидов, А.А. Варнек. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2015. - 304 с.

9. Gasteiger J. Chemoinformatics: A Textbook / J. Gasteiger, T. Engel // Verlag. - John Wiley & Sons. - 2003. - 1936 p.

Информация об авторах

Хуснутдинов Рамиль Миннегазович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: khrm@mail.ru

Information about the author

Ramil M. Khusnutdinoff - candidate of physical and mathematical sciences, associate Professor of the Department of information technologies and intelligent systems, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: khrm@mail.ru

УДК 004.056.57

СРАВНЕНИЕ АНТИВИРУСНЫХ ПРОГРАММ: ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ И ЭФФЕКТИВНОСТНЫЙ АНАЛИЗ

Д. С. Архипов¹, Р. С. Зарипова¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В условиях стремительного развития цифровых технологий защита информации становится критически важной задачей как для частных пользователей, так и для организаций. Антивирусные программы предоставляют уникальные инструменты для выявления, блокировки и устранения угроз, а также для обеспечения устойчивой работы информационных систем. Актуальность данной темы обусловлена ростом числа кибератак и необходимостью выбора наиболее эффективного решения для защиты данных. Данная статья посвящена углублённому сравнительному анализу популярных антивирусных программ с акцентом на их функциональные возможности, производительность и удобство использования. Сравнительный анализ показал, что выбор антивирусной программы должен основываться на характере задач пользователя, типе используемой системы и предпочтительном уровне защиты. В результате исследования было выявлено, что, несмотря на разнообразие представленных решений, каждое из них обладает уникальными особенностями, позволяющими пользователю подобрать наиболее подходящий продукт в зависимости от индивидуальных требований и условий эксплуатации.

Ключевые слова: антивирус, информационная безопасность, защита данных, киберугрозы, производительность, функциональные возможности, сравнительный анализ.

COMPARISON OF ANTIVIRUS PROGRAMS: FUNCTIONAL AND EFFECTIVENESS ANALYSIS

D. S. Arkhipov¹, R. S. Zaripova¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: With the rapid development of digital technologies, information protection is becoming a critical task for both private users and organizations. Antivirus programs provide unique tools for detecting, blocking, and eliminating threats, as well as for ensuring the stable operation of information systems. The relevance of this topic is due to the growing number of cyber attacks and the need to choose the most effective solution for data protection. This article is devoted to an in-depth comparative analysis of popular antivirus programs with an emphasis on their functionality, performance and ease of use. A comparative analysis showed that the choice of an antivirus program should be based on the nature of the user's tasks, the type of system used, and the preferred level of protection. As a result of the research, it was revealed that, despite the variety of solutions presented, each of them has unique features that allow the user to choose the most suitable product depending on individual requirements and operating conditions.

Keywords: antivirus, information security, data protection, cyber threats, performance, functionality, comparative analysis.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях информационная безопасность становится приоритетной задачей для государственных структур, бизнеса и частных пользователей [1]. Увеличение количества вредоносных программ, рост числа целевых атак и развитие технологий социальной инженерии требуют применения эффективных средств

защиты информации [2]. Одним из ключевых инструментов являются антивирусные программы, способные обеспечивать как базовый, так и многоуровневый уровень защиты. Согласно данным AV-Test, только за 2023 год было зарегистрировано более 150 миллионов новых образцов вредоносного ПО. В то же время, отчёты AV-Comparatives демонстрируют значительные

различия в качестве защиты и производительности среди популярных антивирусных решений [3].

Целью данной статьи является проведение углубленного анализа и сравнительной оценки популярных антивирусных программ, используемых на российском и международном рынках, с акцентом на их защитные технологии, удобство использования, частоту обновлений и влияние на производительность системы.

Новизна работы заключается в систематизации информации о практическом применении антивирусного ПО с учётом пользовательских сценариев, а также в сравнительном анализе функционала, который позволяет сделать обоснованные выводы по выбору наиболее подходящего продукта. Подобный комплексный подход недостаточно представлен в отечественной научной литературе.

Объект исследования: антивирусные программы, используемые для защиты персональных и корпоративных устройств.

Предмет исследования: функциональные возможности антивирусных программ, их эффективность в противодействии современным киберугрозам, а также особенности их применения в различных пользовательских и организационных контекстах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Большинство современных антивирусных программ предлагают аналогичные базовые функции, такие как сканирование системы, защита в реальном времени, анализ сетевой активности и автоматическое обновление вирусных баз. Однако среди них наблюдаются различия в точности обнаружения угроз, скорости работы, удобстве интерфейса и дополнительных функциях. Например, Avast и Dr.Web с их простыми и интуитивно понятными

интерфейсами подходят для личного использования и небольших организаций, в то время как Kaspersky и Bitdefender предлагают более расширенные инструменты для корпоративного сегмента, включая управление безопасностью сети и централизованное администрирование [4, 5].

Внедрение антивирусного ПО позволяет пользователям и организациям повысить устойчивость к киберугрозам, контролировать потоки данных и предотвращать атаки, направленные на кражу или повреждение информации. Это особенно важно в условиях массового перехода на удалённую работу, увеличения объёмов персональных данных и распространения сложных вредоносных программ, таких как вымогатели и эксплойты. Антивирусные продукты также способствуют повышению цифровой культуры пользователей, обучая их безопасным привычкам в интернете и работе с файлами.

Автоматизация процессов защиты, реализованная в антивирусах нового поколения, позволяет сократить нагрузку на пользователя и минимизировать количество ручных действий. Большинство программ интегрированы с облачными сервисами, что позволяет оперативно реагировать на новые угрозы, даже если сигнатуры ещё не обновлены. Кроме того, разработчики предлагают встроенные инструменты для анализа активности в режиме реального времени и защиты личных данных — менеджеры паролей, VPN, антифишинг и родительский контроль.

Несмотря на очевидные преимущества, использование антивирусных решений может вызывать сложности, связанные с производительностью, особенно на слабых устройствах. Также возможны конфликты с другими программами, ложные срабатывания и недостаточная локализация

интерфейсов. Важно учитывать, что успешное применение антивирусного ПО требует не только качественного технического исполнения, но и готовности пользователя адаптироваться к определённым ограничениям в работе системы.

Популярные антивирусные программы

Kaspersky Internet Security – это мощный антивирусный комплекс, обеспечивающий защиту от всех основных видов киберугроз. Программа сочетает в себе сигнатурный анализ, поведенческую блокировку и облачные технологии. Имеет встроенные функции родительского контроля, VPN, защиту интернет-платежей и антифишинг. Интерфейс интуитивно понятен, что делает продукт удобным как для частных пользователей, так и для корпоративного сегмента. Kaspersky регулярно получает высокие оценки в независимых тестах, таких как AV-Test и AV-Comparatives [3].

Bitdefender Antivirus Plus – антивирус с высокой скоростью сканирования и минимальной нагрузкой на систему. Отличается продвинутыми алгоритмами обнаружения, наличием встроенного менеджера паролей, безопасного веб-браузера и инструментов для защиты конфиденциальности. Bitdefender демонстрирует стабильные результаты в тестах на проактивную защиту и защиту от нулевого дня. Подходит как для личного, так и для коммерческого использования [5].

Dr.Web Security Space – российский антивирус, ориентированный на защиту от локальных и глобальных угроз. Обеспечивает высокую степень изоляции заражённых файлов, имеет встроенный спам-фильтр и инструмент для восстановления системы после атак. Интерфейс тяжёлый для начинающих пользователей, но

отличается гибкостью настроек. Подходит для пользователей, ценящих независимость от западных разработчиков [6].

Avast Free Antivirus – популярное бесплатное решение, обеспечивающее базовую защиту от вирусов, фишинга и шпионского ПО. Предлагает интуитивно понятный интерфейс и ряд полезных функций, таких как инспектор Wi-Fi, режим «не беспокоить» и игровой режим. Недостатком может стать наличие рекламы и менее высокая степень защиты по сравнению с премиум-антивирусами [7].

Norton 360 – комплексный продукт, включающий антивирус, брандмауэр, облачное хранилище, защиту веб-камеры, менеджер паролей и родительский контроль. Подходит для семейного и корпоративного применения. Обладает высоким уровнем защиты, но может создавать нагрузку на систему, особенно в старых конфигурациях. Пользователи отмечают высокий уровень доверия к бренду и качественную техническую поддержку.

Сравнительный анализ популярных антивирусных программ

Выбор подходящего антивирусного программного обеспечения оказывает значительное влияние на уровень информационной безопасности, производительность системы и пользовательский опыт. Проведём сравнительный анализ пяти антивирусов (табл. 1).

Анализ функциональных характеристик антивирусных программ

Проведённый сравнительный анализ антивирусных программ позволил выделить ряд ключевых факторов, влияющих на выбор защитного решения. Все рассмотренные продукты обеспечивают базовый уровень защиты, однако различаются по глубине функционала, удобству и

дополнительным возможностям.

Таблица 1 Сравнительная таблица антивирусных программ

Антивирус	Русский язык	Бесплатная версия	Функционал
Kaspersky	Да	Нет	Поведенческая защита, антифишинг, VPN, защита онлайн-платежей, род. контроль
Bitdefender	Да	Нет	Проактивная защита, менеджер паролей, безопасный браузер, VPN
Dr.Web	Да	Есть (ограничено)	Обнаружение руткитов, изоляция угроз, восстановление системы
Avast	Да	Да	Базовая защита, Wi-Fi-инспектор, игровой режим, антишпион
Norton 360	Да	Нет	Облачное хранилище, защита веб-камеры, фаервол, род. контроль

Kaspersky и Bitdefender продемонстрировали наилучшее соотношение эффективности, производительности и набора функций. Эти решения наиболее сбалансированы и подходят как для домашних пользователей, так и для корпоративного сектора. Они обеспечивают высокий уровень защиты от фишинга, программ-вымогателей и эксплойтов, при этом минимально нагружая систему.

Dr.Web выгодно отличается продвинутыми возможностями изоляции угроз и восстановления системы после заражения. Это делает его привлекательным выбором для пользователей, ориентированных на отечественные решения и желающих отказаться от западных вендоров. Однако интерфейс программы требует привыкания и может быть менее удобен для массового пользователя.

Avast, несмотря на бесплатность, предлагает достаточный уровень защиты для нетребовательных пользователей. Он хорошо подойдёт в образовательной сфере, для студентов и бюджетных решений. Вместе с тем, в независимых тестах он показывает более слабые результаты по

сравнению с конкурентами.

Norton 360 позиционируется как универсальный «всё-в-одном» продукт. Он включает в себя инструменты резервного копирования, фаервол, защиту личных данных, родительский контроль и менеджер паролей. Однако высокая цена и системные требования делают его менее доступным для широкого круга пользователей.

Проведённый анализ различных антивирусных программ выявил ряд ключевых факторов, влияющих на выбор оптимального защитного решения. Все рассмотренные продукты представляют собой современные программные комплексы, направленные на обеспечение кибербезопасности, обладающие индивидуальными особенностями и функциональными отличиями.

Для наглядной демонстрации слабых и сильных сторон сравниваемых программных продуктов представлена лепестковая диаграмма с пятибалльной шкалой оценивания критериев, где значение 5 – наилучший показатель, а 0 – наихудший (рис. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антивирусные программы оказывают значительное влияние на обеспечение

информационной безопасности в условиях стремительного развития цифровой среды. Сравнительный анализ показал, что выбор защитного решения должен основываться на характере угроз, типе пользователя, технических возможностях системы и доступном бюджете. Понимание сильных и слабых сторон каждой программы позволяет сформировать наиболее эффективную стратегию защиты и повысить устойчивость к киберугрозам [8].

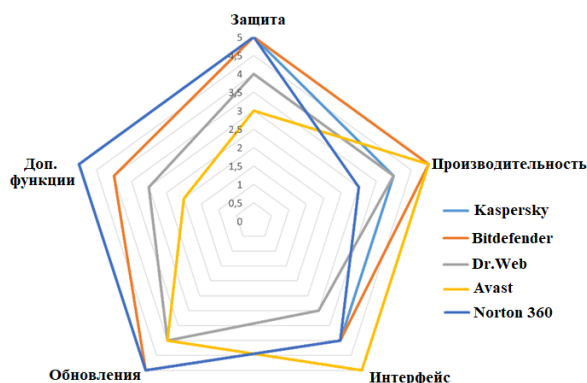


Рис. 1. Лепестковая диаграмма сравнения антивирусных программ по ключевым критериям

Исследование показало, что наиболее популярные антивирусные продукты предлагают широкий спектр функциональных возможностей, включая защиту в реальном времени, поведенческий анализ, антифишинг, инструменты конфиденциальности и родительский контроль. Однако каждая из них имеет как преимущества, так и ограничения – от производительности до удобства интерфейса.

Будущее информационной безопасности будет неразрывно связано с развитием технологий искусственного интеллекта, облачных сервисов и автоматизации анализа угроз, что требует постоянного обновления знаний пользователей и адаптации систем защиты. Таким образом, данное исследование стало вкладом в развитие понимания

современных антивирусных решений и их роли в обеспечении цифровой устойчивости.

Библиографический список

1. Злыгостев Д.Д., Зарипова Р.С. Информационная безопасность как инструмент обеспечения экономической безопасности предприятий // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2017. С. 23-25.

2. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Актуальность обеспечения информационной безопасности в условиях цифровой экономики // Инновационное развитие экономики. Будущее России: Сборник материалов и докладов V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2018. С. 257-260.

3. AV-Test [Электронный ресурс]. URL: <https://www.av-test.org/en/> (дата обращения: 26.03.2025).

4. Kaspersky Internet Security [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaspersky.ru/internet-security> (дата обращения: 26.03.2025).

5. Bitdefender Antivirus Plus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bitdefender.com/solutions/antivirus-plus.html> (дата обращения: 26.03.2025).

6. Dr.Web Security Space [Электронный ресурс]. URL: https://products.drweb.ru/security_space/ (дата обращения: 26.03.2025).

7. Avast Free Antivirus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.avast.com/ru-ru/free-antivirus-download> (дата обращения: 26.03.2025).

8. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные

технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. С. 439-443.

Информация об авторах

Архипов Даниил Сергеевич – студент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51);

Зарипова Римма Солтановна – кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: zarim@rambler.ru.

Information about the author

Daniil S. Arkhipov – student, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia);

Rimma S. Zaripova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya St., Kazan, 420066, Russia), e-mail: zarim@rambler.ru.

УДК 004.896

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РИТЕЙЛЕ: МЕТРИКИ И ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТЬ

А.В. Михеев¹, Т.В. Лаптева¹

¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В работе рассмотрены проблемы сегментации пользователей в ритейле, подходы к решению задачи на основе кластеризации. На примере алгоритмов K-means, DBSCAN, HDBSCAN разобраны особенности, положительные стороны их применения и ограничения использования. Показаны возможности применения для ритейла, дана интерпретация метрик алгоритмов.

Ключевые слова: большие данные, алгоритмы, кластеризация, сегментация, кластер, плотность распределения.

A COMPARISON OF CLUSTERING ALGORITHMS FOR USER SEGMENTATION IN RETAIL: METRICS AND INTERPRETABILITY

A.V. Mikheev¹, T.V. Lapteva¹

¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The paper considers the problems of user segmentation in retail, approaches to solving the problem on the basis of clustering. On the example of K-means, DBSCAN, HDBSCAN algorithms the features, positive sides of their application and limitations of their use are analyzed. The possibilities of application for retail are shown, the interpretation of the algorithms' metrics is given.

Keywords: big data, algorithms, clustering, segmentation, cluster, distribution density.

Решение задачи сегментации пользователей (СП) имеет большое влияние во всех сетевых структурах, которые так или иначе связаны с категорированием пользователей. Одной из целей решения этой задачи является таргетированная реклама товара, которую предлагают пользователю, опираясь на его прогнозируемые

предпочтения. СП в ритейле поможет повысить выручку за счет увеличения вероятности произведенной покупки, ведь предложение товара потребителю делается исходя из его предпочтений, профиль которых строится на основе собранной о нем информации. Поможет это решение и в привлечении новых пользователей, их

удержании на площадке ритейлера.

Решение задачи СП может проводиться различными способами. Самым простым решением будет использовать менеджеров, однако СП требует не только знания специфики ритейлера, покупок в магазинах ритейлера, сделанных потребителями, но и более широкой информации, прямо или косвенно информирующих о предпочтениях пользователя. Поэтому очевидно стремление автоматизировать решение задачи СП на основе различных моделей. С функциональной точки зрения, компаниям, желающим анализировать поведение клиентов, необходимы возможность регистрировать данные о потребителях, алгоритм для характеристики схожего поведения потребителей и стратегии или процессы, которые используют извлеченную информацию для достижения бизнес-цели [1]. Сбор данных о потребителе можно проводить явным способом, получая информацию непосредственно у потребителя, и неявным способом, получая данные из фискальных документов и т.п. И тот и другой метод сбора данных имеют свои сложности и преимущества. При этом, собранные данные могут иметь различный формат, информирующий о потребителе: бинарные, категорийные, числовые данные.

В настоящее время для решения задачи СП активно используются методы машинного обучения. Среди таких методов известны два основных подхода: обучение по прецедентам или с учителем и обучение без учителя. Первый подход предполагает, что аналитик имеет заранее подготовленный размеченный набор данных, в котором метки указывают, к какой группе относится та или иная запись о потребителе. Так решаются задачи классификации [2]. Обучение без учителя не предоставляет такой

информации, модель должна сгруппировать записи о пользователях самостоятельно на основе анализа близости рассматриваемых записей друг к другу. Так решаются задачи кластеризации [3]. В большинстве случаев при решении задачи СП отдается предпочтение методам кластеризации [1], поэтому далее мы рассмотрим этот подход подробнее.

Кластеризация – это метод анализа данных, основная цель которого состоит в обнаружении групп или кластеров экземпляров в наборе данных. Каждый кластер состоит из экземпляров, которые демонстрируют высокую схожесть друг с другом, но при этом существенно отличаются от экземпляров в других кластерах. Схожесть экземпляров анализируется на основе признаков экземпляров, совокупность признаков экземпляра формирует запись о нем в наборе данных [4].

Группируя похожие экземпляры вместе, кластеризация помогает более эффективно понимать и интерпретировать данные. Например, в маркетинге кластеризация может сегментировать клиентов на основе их покупательского поведения, позволяя разрабатывать более целевые и персонализированные маркетинговые стратегии. В биологии она может помочь идентифицировать группы генов со схожими функциями или моделями экспрессии.

Алгоритмы кластеризации имеют следующие типы:

- алгоритмы «сверху вниз». Объекты сначала помещаются в один кластер, а затем постепенно делятся на все более мелкие кластеры;

- алгоритмы «снизу вверх». Каждому объекту присваивается статус кластера, а затем они постепенно объединяются, пока не будет достигнута желаемая степень

фрагментации;

- алгоритмы с квадратичной ошибкой.

Они строят кластеры на основе математической формулы среднеквадратичной ошибки. Наиболее популярным из этих алгоритмов является метод k-средних, который создает необходимое количество кластеров, расположенных как можно дальше друг от друга [5];

- системы искусственного интеллекта.

Они позволяют разделять объекты с помощью нейронных сетей. Они чаще всего используются, когда количество кластеров неизвестно.

- логический подход, при котором данные разбиваются на кластеры с помощью дерева решений.

Выбор алгоритма зависит от набора данных и заданных условий анализа.

Самым популярным методом разбиения является алгоритм кластеризации k-means, который включает случайный выбор k начальных центровых значений, а затем итеративное назначение каждой точки данных ближайшему центровому значению и пересчет центральное значение каждой группы до тех пор, пока они не перестанут меняться [6].

К достоинствам данного алгоритма относят:

- простоту и прозрачность,

- скорость, масштабируемость, что делает его пригодным для больших наборов данных.

- большое число типов данных.

К недостаткам данного алгоритма относят:

- количество кластеров задается изначально, но оно не всегда известно заранее,

- зависимость решения от первичного задания местонахождения центра кластера в пространстве признаков набора данных,

- работает только с выпуклой формой кластера.

Другим активно используемым алгоритмом кластеризации данных является DBSCAN – кластеризация на основе плотности расположения экземпляров в пространстве признаков, которая определяет кластеры как области высокой плотности, разделенные областями низкой плотности. Цель состоит в том, чтобы сгруппировать экземпляры данных, которые находятся близко друг к другу и имеют более высокую плотность, чем окружающие точки данных.

Алгоритм DBSCAN начинается с выбора случайного экземпляра из набора данных и определения всех экземпляров, которые находятся в пределах заданного расстояния от него. Эти экземпляры считаются основными экземплярами кластера. Затем алгоритм идентифицирует все экземпляры в пределах заданного-расстояния от основных и добавляет их в кластер. Этот процесс повторяется до тех пор, пока все экземпляры не будут назначены кластеру [7]. Алгоритм позволяет идентифицировать кластеры различных форм и размеров, он позволяет обрабатывать и отсеивать шум и выбросы в данных, число кластеров выявляется в процессе обработки данных. Однако, аналитику необходимы заранее знать минимальное количество экземпляров в кластере, также проблемой будет задать корректное значение расстояния от основного экземпляра в кластере. Кроме того, алгоритм DBSCAN требует значительных вычислительных затрат.

HDBSCAN – это алгоритм кластеризации, который формирует кластеры на основе связности экземпляров, он является развитием алгоритма DBSCAN [8]. Алгоритм по-прежнему группирует экземпляры,

которые связаны определенным расстоянием или мерой сходства. Однако здесь уже вводится дополнительное понятие – метрика взаимной достижимости, которая позволяет формировать кластеры разной плотности. Алгоритм выполняет пространственную кластеризацию на основе иерархической плотности, в отличие от DBSCAN.

Кластеризация на основе связности начинается с определения меры сходства или расстояния между точками данных. Затем все данные представляются как взвешенный граф с точками данных в качестве вершин и ребром между любыми двумя точками с весом, равным расстоянию взаимной достижимости этих точек.

Далее поэтапно задается пороговое значение расстояния, начинающееся с высокого и постепенно понижающееся. На каждом этапе задания нового значения порога отбрасываются все ребра с весом выше этого порога. По мере того, как отбрасываются ребра, граф разъединяется на связные компоненты. В конечном итоге будет построено дерево связных компонентов (от полностью связанных до полностью разъединенных) на различных пороговых уровнях. То есть строится минимальное остовное дерево графа, для чего известны различные методы, например метод Прима [9]. Построенное дерево преобразуется в иерархию связанных компонентов. При формировании кластеров используется понятие минимального размера кластера, которое позволяет избегать образования малых по размеру кластеров, а потерянные экземпляры относятся к шуму. Алгоритм идентифицирует кластеры как связные компоненты графа. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет получено желаемое количество кластеров.

К плюсам алгоритма относится способность идентифицировать кластеры различных форм и размеров. К минусам алгоритма относят повышенную чувствительность к выбору параметров, и требование больших вычислительных затрат на выполнение кластеризации.

K-means прост в реализации и интерпретации, отличается высокой скоростью работы и масштабируемостью. Однако k-means требует заранее заданного количества кластеров и чувствителен к выбросам [10]. Для определения оптимального количества кластеров можно использовать метод поиска на сетке. Для этого необходимо запустить метод с различными значениями числа кластеров, а на основе полученных результатов построить график зависимости суммы квадратов расстояний от количества кластеров. Точка, где график начинает «выравниваться», указывает на оптимальное значение числа кластеров.

Для анализа кластеров для СП в ритейле с помощью k-Means используются метрики:

- Recency – давность, количество дней с последнего приобретения.
- Frequency – частота, среднее количество транзакций.
- TotalSpend – средняя общая сумма расходов.

Интерпретация результатов кластеризации в ритейле может иметь вид:

- Кластер 0. Клиенты, которые недавно совершили покупку, совершают небольшое количество транзакций и имеют низкую среднюю сумму расходов. Это могут быть новые или случайные покупатели, которые тестируют или изредка приобретают товары в магазине;
- Кластер 1. Клиенты, которые не делали покупок недавно, но в прошлом

совершили значительное количество транзакций с умеренной общей суммой расходов. Это могут быть бывшие постоянные покупатели или сезонные покупатели;

– Кластер 2. Клиенты с высокой средней частотой и общей суммой расходов, но также с длительным временем с момента последней покупки. Это могут быть оптовые покупатели или клиенты, которые сделали значительные разовые покупки, но не вернулись, возможно, из-за того, что покупали товары по проектам [11].

Сегментация пользователей на основе их поведения при совершении покупок позволяет ритейлерам разрабатывать целевые маркетинговые стратегии и улучшать опыт клиентов, что в конечном итоге способствует росту продаж и бизнеса

DBSCAN способен выявлять кластеры произвольной формы и автоматически определять их количество. При использовании этого алгоритма кластеры имеют более четкую форму, так как часть точек попадает в выбросы. Так можно более детально интерпретировать территории с большим количеством точек. В маркетинге DBSCAN особенно полезен для выявления аномальных групп клиентов или необычных паттернов их поведения. Но среди недостатков алгоритма – потенциальные проблемы с кластерами разной плотности.

Метрики кластеризации с помощью DBSCAN:

– Recency – потребителей сортируют по дате последней покупки.

– Frequency – частота, высокий показатель которой говорит о том, что потребителю нравится бренд, товары и услуги, поэтому он часто к ним возвращается.

– Monetary – общая сумма расходов, высокий уровень расходов означает, что клиенту нравится тратить именно в этом

магазине.

Интерпретация результатов кластеризации включает изучение характеристик каждого кластера и предоставление значимых меток для представления групп клиентов. Например, если кластер состоит из клиентов, которые часто покупают товары высокого класса, его можно обозначить как «покупатели предметов роскоши» [12].

HDBSCAN может обнаруживать кластеры произвольной формы и плотности, в отличие от алгоритмов, основанных на разделении пространства (например, k-means). HDBSCAN автоматически идентифицирует и помечает выбросы (шумовые точки), которые не принадлежат ни одному из кластеров. Он создаёт иерархическое дерево кластеров, которое позволяет пользователям изучать данные на разных уровнях детализации. Однако алгоритм может быть вычислительно затратным для больших наборов данных.

Метриками данного метода являются: Recency (давность), Frequency (частота) и Monetary (стоимость чека).

Интерпретация результатов СП алгоритмом HDBSCAN позволит ритейлеру выявить наиболее выгодного потребителя и снизить за счет этого затраты на рассылки и предложения, оценить ожидания потребителя относительно ассортимента и дополнительных сервисов. Также алгоритм продемонстрирует в каких категориях товара возможен отток покупателей, на основе чего можно переформатировать программы лояльности и персонализированные предложения для удержания потребителей. Также выявляются сегменты наименее тратящих в магазинах ритейлера потребителей, за счет чего можно диверсифицировать рекламу.

Выбор оптимального алгоритма

кластеризации зависит от специфики задачи, характера данных и требуемого результата. В реальной практике маркетинговой аналитики часто используют комбинацию методов или проводят сравнительный анализ результатов разных алгоритмов.

Библиографический список

1. Alves Gomes, M., Meisen, T. A review on customer segmentation methods for personalized customer targeting in e-commerce use cases. *Inf Syst E-Bus Manage* 21, 527–570 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10257-023-00640-4>
2. M. Zhang, J.-X. Cheng, L.-W. Wang, "The research of the classification problem about machine learning based on granularity: calculating and covering algorithm," *Proceedings of the 2003 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (IEEE Cat. No.03EX693)*, Xi'an, 2003, pp. 2296-2300 Vol.4, doi: 10.1109/ICMLC.2003.1259890.
3. Omran MGH, Engelbrecht AP, Salman A. An overview of clustering methods. *Intelligent Data Analysis*. 2007;11(6):583-605. doi:10.3233/IDA-2007-11602
4. А.В. Кугаевских, Д.И. Муромцев, О.В. Кирсанова. Классические методы машинного обучения. – СПб: Университет ИТМО, 2022. – 53 с.
5. Винюков И. А. Многомерные статистические методы = Multivariate statistical methods. Tutorial: Учебное пособие / И. А. Винюков; Финуниверситет, Каф. «Математика-1». – М.: Финуниверситет. – 2024. – 192 с.
6. Горяинова Е. Р. Прикладные методы анализа статистических данных: учеб. пособие / Е. Р. Горяинова, А. Р. Панков, Е. Н. Платонов. – М.: Изд. дом Высш. шк. экономики. – 2022. – 310 с.
7. Мхиторян В. С. Анализ данных: учебник / под ред. В. С. Мхиторяна. – М.: Издательство Юрайт, – 2021. – 490 с.
8. Campello, R.J.G.B., Moulavi, D., Sander, J. (2013). Density-Based Clustering Based on Hierarchical Density Estimates. In: Pei, J., Tseng, V.S., Cao, L., Motoda, H., Xu, G. (eds) *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. PAKDD 2013. Lecture Notes in Computer Science()*, vol 7819. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37456-2_14
9. R.C. Prim: Shortest connection networks and some generalizations. In: *Bell System Technical Journal*, 36 (1957), pp. 1389-1401
10. Газанова, Н. Ш. Актуальность кластерного анализа данных при обработке информации / Н. Ш. Газанова, Д. Е. Климов. – Текст: непосредственный // *Исследования молодых ученых: материалы LXI Междунар. науч. конф. (г. Казань, май 2023 г.)*. – Казань : Молодой ученый. – 2023. – С. 1-5. URL:<https://moluch.ru/conf/stud/archive/492/18004/> (дата обращения: 25.04.2025).
11. Орехов А. В. Марковский момент остановки агломеративного процесса кластеризации в евклидовом пространстве // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления*. – 2024. – Т. 15. – Вып. 1. – С. 10–16.
12. Мелков, Н. А. Определение предпочтительного числа кластеров. Момент остановки метода одиночной связи / Н. А. Мелков, М. А. Ржавитина, А. С. Пак, А. Ю. Спиридонов. – Текст: непосредственный // *Молодой ученый*. – 2020. – № 27 (317). – С. 16-18. URL:<https://moluch.ru/archive/317/72327/> (дата обращения: 25.04.2025).

Информация об авторах

Михеев Александр Витальевич – студент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: alexmikheev05@gmail.com

Лаптева Татьяна Владимировна – доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: tanlapteva@yandex.ru

Information about the author

Alexandr V. Mikheev – student of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: alexmikheev05@gmail.com

Tatyana V. Lapteva – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University (51 Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: tanlapteva@yandex.ru

УДК 004.89

**МОДЕЛЬ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ
РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ****Р.М. Хуснутдинов¹**¹ *Казанский государственный энергетический университет*

Аннотация: В статье рассматривается применение искусственной нейронной сети для диагностики рака молочной железы. Предложена оптимальная архитектура модели и подобраны гиперпараметры, обеспечивающие высокую точность классификации.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, рак молочной железы, диагностические признаки.

**ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL FOR BREAST CANCER
DIAGNOSTICS****R.M. Khusnutdinoff¹**¹ *Kazan State Power Engineering University*

Abstract: The article discusses the use of an artificial neural network for breast cancer diagnostics. An optimal model architecture is proposed and hyperparameters are selected to ensure high classification accuracy.

Keywords: artificial neural network, breast cancer, diagnostic features.

Рак молочной железы (РМЖ) занимает одно из ведущих мест среди онкологических заболеваний у женщин. Согласно статистике, своевременное выявление опухоли значительно повышает шансы на успешное лечение [1]. Размер новообразования на момент обнаружения напрямую влияет на прогноз выживаемости [2, 3]. В связи с этим разработка эффективных методов ранней диагностики РМЖ остается актуальной задачей современной медицины [4]. Современные технологии машинного обучения, включая искусственные нейронные сети, позволяют автоматизировать

процесс анализа медицинских данных, повышая точность диагностики. В данной работе исследуется возможность применения нейросетевой модели для классификации опухолей молочной железы на основе диагностических признаков.

В исследовании использовался датасет, содержащий 35 параметров, полученных при анализе изображений доброкачественных и злокачественных новообразований [5, 6]. Среди рассматриваемых характеристик: радиус (среднее расстояние от центра до точек по периметру), текстура (стандартное отклонение значений оттенков

серого), периметр, площадь, гладкость (локальное изменение длины радиуса), компактность (измеряемая как $\text{периметр}^2/\text{площадь}-1.0$), вогнутость (выраженность вогнутых участков контура), вогнутые точки (количество вогнутых частей контура), симметрия, фрактальная размерность и другие.

Для выявления взаимосвязей между признаками была построена матрица корреляций Пирсона (рис. 1). Анализ показал высокую корреляцию между такими параметрами, как радиус, периметр и площадь. Для определения наиболее информативных признаков был применен метод главных компонент (РСА), позволяющий сократить размерность данных. Поскольку исходные параметры имели различный масштаб и

диапазоны значений, предварительно была проведена нормализация данных. Все входные переменные были приведены к единому диапазону $[0;1]$ с помощью метода min-max scaling, что обеспечило корректную работу алгоритма снижения размерности. Анализ значимости признаков проводился с использованием метода главных компонент, требующего предварительной стандартизации данных. Исходные показатели, имеющие различные единицы измерения и порядки величин, были нормализованы путем линейного преобразования, гарантирующего попадание всех значений в интервал $[0;1]$. Это позволило устранить возможные искажения, связанные с разномасштабностью анализируемых параметров.

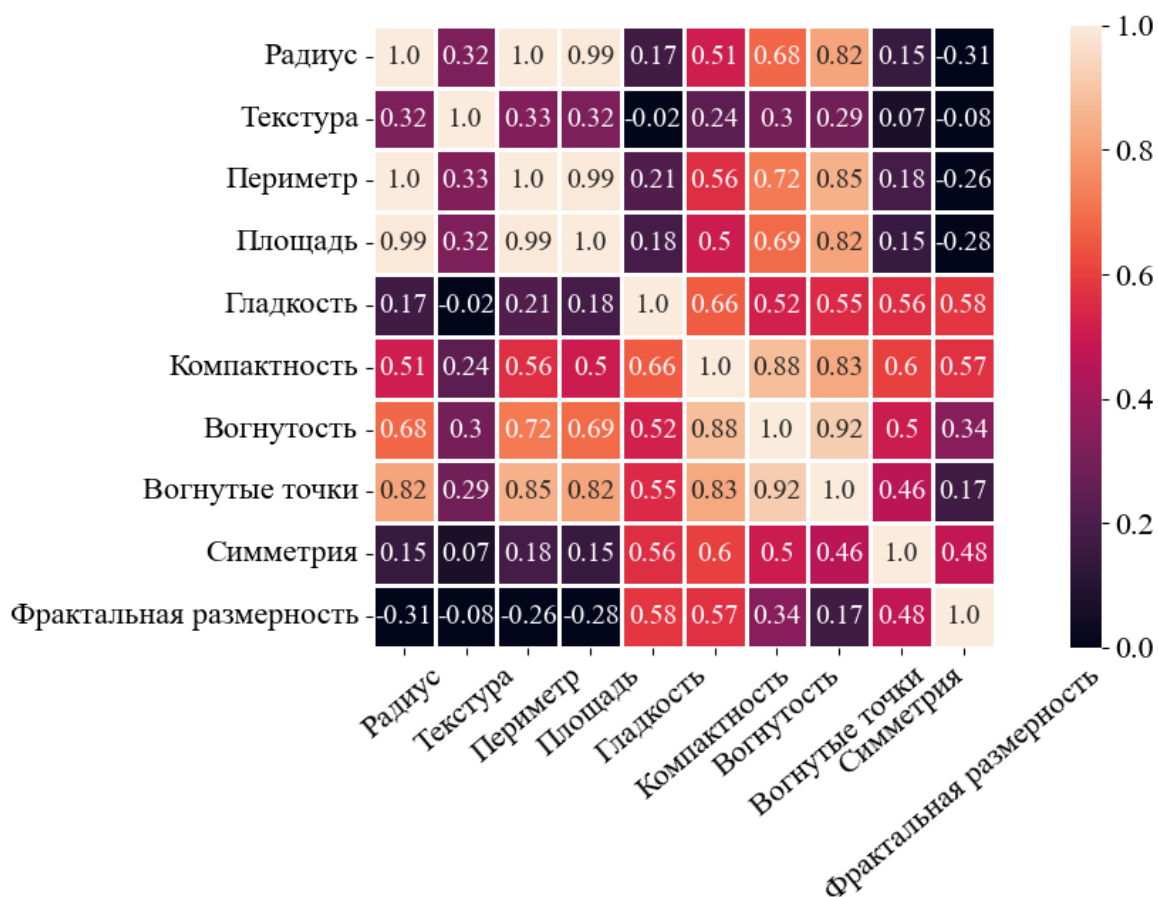


Рис. 1. Матрица корреляций Пирсона для рассматриваемых признаков

Разработанная диагностическая система была реализована в виде полносвязной нейронной сети с четырьмя последовательными слоями:

- Входной слой (10 нейронов) для приема параметров опухолевых клеток
- Два скрытых слоя (32 и 64 нейрона соответственно)
- Выходной слой с функцией активации Softmax

Оптимальная конфигурация сети и значения гиперпараметров были подобраны экспериментальным путем. Процесс обучения осуществлялся с использованием:

- Стохастического градиентного спуска (SGD)
- Размера мини-батча: 10 образцов
- Скорости обучения: $\gamma = 0.001$
- Активационные функции:
- Сигмоида для входного и скрытых

слоев

- Softmax для выходного слоя

Метрики оценки:

- Функция потерь: среднеквадратичная ошибка (MSE)
- Критерий качества: перекрестная энтропия

Данные были разделены на обучающую (70%) и тестовую (30%) выборки. Результаты обучения демонстрируют:

- Точность на тренировочных данных $>94\%$
- Высокую прогностическую способность модели
- Стабильную сходимость алгоритма (рис. 2)

Такие показатели эффективности подтверждают пригодность разработанной модели для задач диагностики онкологических заболеваний.

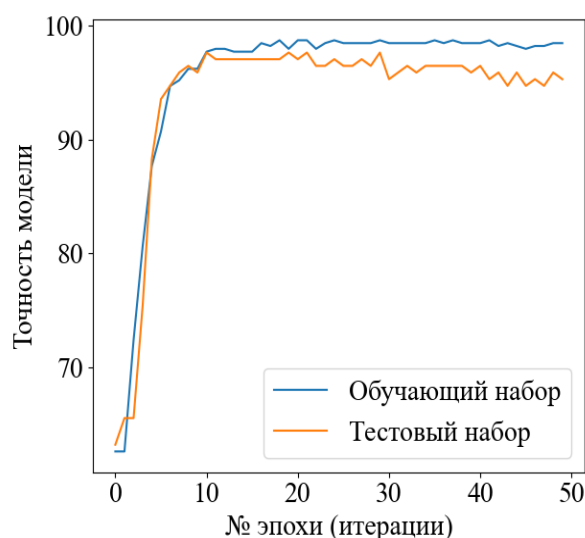
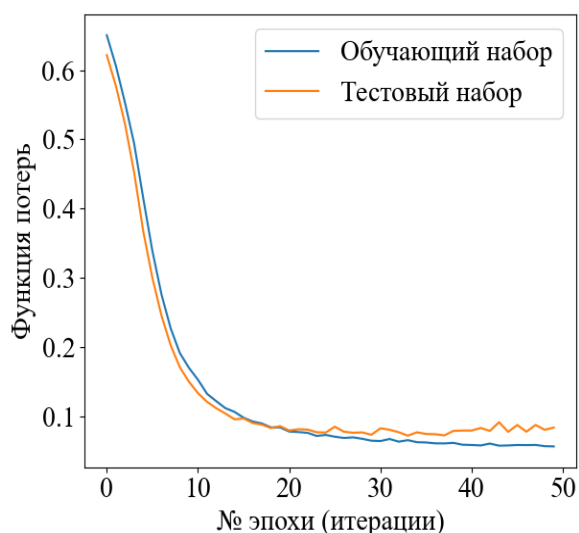


Рис. 2. Функция потерь (левая колонка) и точность модели (правая колонка) в зависимости от номера итерации

Проведенное исследование позволило разработать эффективную нейросетевую модель для диагностики онкологических

патологий. Созданный алгоритм демонстрирует высокую точность (свыше 94%) при анализе комплекса диагностических

параметров новообразований.

Ключевые преимущества предложенного решения:

- Способность выявлять патологические изменения на основе комплексного анализа морфологических характеристик.

- Автоматизированный процесс принятия диагностических решений

- Высокая воспроизводимость результатов.

Полученные результаты подтверждают перспективность применения методов глубокого обучения в медицинской диагностике. Разработанная модель может быть интегрирована в системы поддержки врачебных решений для повышения точности и своевременности диагностики онкологических заболеваний.

Дальнейшие исследования планируется направить на:

- Оптимизацию архитектуры сети.
- Расширение набора диагностических признаков.
- Валидацию модели на более обширных клинических данных.

Библиографический список

1. Sung H. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries / H. Sung, J. Ferlay, R.L. Siegel, M.

Laversanne, I. Soerjomataram, A. Jemal, F. Bray // *CA Cancer J. Clin.* - 2021. - № 71. - PP. 209–249.

2. Michaelson J.S. Predicting the survival of patients with breast carcinoma using tumor size / J.S. Michaelson, M. Silverstein, J. Wyatt, G. Weber, R. Moore, E. Halpern, D.B. Kopans, K. Hughes // *Cancer.* - 2002. - 95 (4). - PP. 713–723.

3. Веснин С.Г., Каплан М.А., Авакян Р.С. Современная микроволновая радиотермометрия молочных желез // *Опухоли женской репродуктивной системы.* 2008. № 3. С. 1-10.

4. Гермашев И.В., Дубовская В.И., Лосев А.Г. Модель иерархии признаков в диагностике рака молочной железы по данным микроволновой радиотермометрии // *Математические методы в технологиях и технике.* 2021. № 6. С. 78–83.

5. Street W.N. Nuclear feature extraction for breast tumor diagnosis / W.N. Street, W.H. Wolbergand, O.L. Mangasarian // *IS&T/SPIE 1993 International Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology.* - 1992. - №1905. - PP. 861-870.

6. Mangasarian O.L. Breast cancer diagnosis and prognosis via linear programming / O.L. Mangasarian, W.N. Street, W.H. Wolberg // *Operations Research.* - 1995. - № 43(4). - PP. 570-577.

Информация об авторах

Хуснутдинов Рамиль Миннегаязович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет (420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51), e-mail: khrm@mail.ru

Information about the author

Ramil M. Khusnutdinoff – candidate of physical and mathematical sciences, associate Professor of the Department of information technologies and intelligent systems, Kazan State Power Engineering University (51, Krasnoselskaya str., Kazan, 420066, Russia), e-mail: khrm@mail.ru

РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ TENSORFLOW

В. С. Никулин ¹

¹ Воронежский государственный технический университет

Аннотация: Статья посвящена разработке веб-приложения для визуального проектирования моделей нейронных сетей с использованием React и FastAPI. Рассматривается инструмент, позволяющий без программирования загружать данные, создавать и обучать модели TensorFlow. Работа ориентирована на пользователей, заинтересованных в упрощённом взаимодействии с технологиями машинного обучения.

Ключевые слова: Ключевые слова: нейронные сети, визуальное проектирование, машинное обучение, TensorFlow, React, FastAPI, графический интерфейс, клиент-серверное приложение.

DEVELOPMENT OF A GRAPHICAL TOOL FOR DESIGNING NEURAL NETWORK MODELS BASED ON TENSORFLOW

V. S. Nikulin ¹

¹ Voronezh state technical University

Abstract: This paper is dedicated to the development of a web application for the visual design of neural network models using React and FastAPI. The tool allows users to upload data, create, and train TensorFlow models without the need for programming. The work is aimed at users interested in simplified interaction with machine learning technologies.

Keywords: neural networks, visual design, machine learning, TensorFlow, React, FastAPI, graphical interface, client-server application.

Современные технологии машинного обучения становятся неотъемлемой частью повседневной жизни, находя применение в медицине, финансах, компьютерном зрении и других отраслях. Проектирование и обучение моделей нейронных сетей традиционно требует значительных знаний программирования и детального понимания фреймворков, таких как TensorFlow [1, 2], что усложняет процесс создания ИИ-систем и замедляет время вывода решений на рынок. С учётом этого, актуальной задачей является разработка интуитивно понятных графических инструментов, позволяющих упростить и ускорить взаимодействие с технологиями машинного обучения без необходимости глубокого погружения в код.

В результате поиска существующих

решений (разработок), предоставляющих графический интерфейс для проектирования и визуализации нейросетевых моделей, удалось найти 6 инструментов:

– TensorFlow Playground [3]: веб-приложение для интерактивного эксперимента с простыми нейронными сетями прямо в браузере;

– Netron [4]: десктопное приложение для просмотра и анализа архитектуры нейронных сетей;

– PerceptiLabs [5]: графическая среда для работы с TensorFlow, упрощающая создание, настройку и обучение нейронных сетей с помощью удобного визуального интерфейса;

– NNTrack [6]: обучающее приложение для новичков в машинном обучении, предоставляющее интуитивно понятный GUI.

Используются принципы визуального программирования (visual scripting, blueprints) [7];

– Neural Designer [8]: среда для проектирования, обучения и анализа нейронных сетей, ориентированная на бизнес-аналитику и научные исследования;

– IBM Watson Studio [9]: облачная платформа с инструментами для разработки, обучения и развертывания моделей машинного обучения и искусственного интеллекта.

Сравнительный анализ существующих решений (таблица 1) проводился по методу количественной оценки шести найденных инструментов (TensorFlow Playground, Netron, PerceptiLabs, NNTrack, Neural Designer и IBM Watson Studio) по следующим критериям:

– удобный графический интерфейс (user-friendly GUI);

– возможность визуального проектирования нейронных сетей (visual design);

– наличие клиент серверной архитектуры (client-server);

– интеграция с библиотекой TensorFlow (TensorFlow support);

– низкие требования к уровню владения компьютером (ease of use);

– программное обеспечение с открытым исходным кодом (open source);

– пригодность для решения реальных задач (practical benefits).

Оценка проводилась по трёхбалльной шкале, где: 0 – не удовлетворяет критерию; 1 – частично удовлетворяет; 2 – полностью удовлетворяет. Максимальная сумма баллов – 14.

Таблица 1 Количественная оценка существующих решений

Утилита	Критерии							Итоговый балл
	user-friendly GUI	visual design	client server	TensorFlow support	ease of use	open source	practical benefits	
TensorFlow Playground	2	1	1	2	2	2	0	10
Netron	2	0	0	2	2	2	1	9
PerceptiLabs	1	2	0	2	1	0	2	8
NNTrack	2	2	0	0	2	0	1	7
Neural Designer	1	0	0	0	0	0	2	3
IBM Watson Studio	2	1	2	0	1	0	2	8

По результатам количественной оценки, можно заключить, что ни один из анализируемых инструментов не набрал максимальных 14-ти баллов, что свидетельствует об отсутствии решения, удовлетворяющего всем критериям.

Отдельно стоит отметить ещё одну оболочку для TensorFlow – Jupyter Notebook [10]. Оболочка хоть и предоставляет богатую среду и полностью открытый

исходный код, но не рассчитана на пользователей без опыта программирования и не предлагает готового графического интерфейса для визуального конструирования моделей, поэтому она также не подходит.

Таким образом, для устранения выявленных недостатков, был разработан лёгкий графический инструмент на стеке технологий React [11] и FastAPI [12]. Архитектура системы основана на взаимодействии

девяти логически обособленных модулей, формирующих ядро клиент-серверного приложения.

Центральным компонентом является модуль интеграции библиотеки TensorFlow с графическим интерфейсом пользователя (GUI). Он реализует основную логику работы системы: пользователь загружает набор данных, визуально формирует архитектуру нейросети (на основе React Flow), указывает значения гиперпараметров и иницирует обучение модели. После этого собранная информация сериализуется (serialize) в формат JSON и передаётся на сервер через REST-эндпоинты (endpoints) FastAPI: /dataset – для загрузки данных и /architecture – для передачи данных об архитектуре модели. Далее устанавливается WebSocket-соединение (/ws/train) для передачи логов обучения и данных, необходимых для построения графиков в реальном времени (с использованием библиотеки react-chartjs-2).

Остальные восемь модулей выполняют вспомогательные функции, изолируя отдельные задачи системы:

- модуль загрузки данных (Dataset) – обеспечивает импорт CSV-файла, отображение данных в табличной форме и разметку столбцов: пользователь вручную помечает каждый столбец как «feature» (признак), «target» (целевая переменная) или «ignored» (игнорируемый). Эти параметры сохраняются в глобальном состоянии (zustand) и учитываются при обучении модели. На клиенте используются библиотеки React: papaparse (парсинг CSV-файлов) и zustand (управляет глобальным состоянием). Серверная часть обрабатывает запросы через эндпоинт /dataset;

- модуль визуального проектирования (Architecture Editor) – реализует

визуализацию архитектуры нейросети средствами библиотеки React Flow. Каждый узел на графе соответствует конкретному слою из API TensorFlow. Сконфигурированная архитектура сохраняется в глобальном состоянии и отправляется на сервер через эндпоинт /architecture;

- модуль настройки гиперпараметров – позволяет пользователю выбирать значения параметров обучения, включая количество эпох, размер батча (batch), функцию потерь, оптимизатор и другие. Для каждого поля предусмотрены допустимые значения, строго соответствующие API TensorFlow, что исключает ошибки, связанные с некорректным вводом. Все параметры сохраняются как часть архитектуры модели и передаются на сервер по эндпоинту /architecture;

- модуль оценки качества (Evaluation) – формирует итоговый отчёт по результатам обучения, включая метрики качества (accuracy, f1-score и др.). Расчёты производятся на сервере с использованием библиотек Python: scikit-learn и pandas. Результаты передаются клиенту через WebSocket по завершении обучения;

- модуль компиляции модели (в разработке) – предназначен для генерации исполняемых файлов Python (.py), а в перспективе и C++ (.exe), что позволит интегрировать обученные модели в сторонние приложения и системы, либо выполнять инференс в консольном режиме. Для работы этого функционала, планируется использовать отдельный эндпоинт /compile;

- модуль инференса (в разработке) – позволяет пользователю вводить произвольные значения признаков и получать предсказание модели. Интерфейс будет формироваться динамически, в зависимости от структуры исходного датасета. Планируется реализация соответствующего

серверного эндпоинта /evaluate;

- модуль импорта (в разработке) – реализует загрузку ранее сохранённого проекта или модели, включая веса, через интерфейс клиента. Планируется реализация поддержки форматов моделей TensorFlow «.h5» и «.SavedModel». Обработка будет осуществляться сервером через эндпоинт /import;

- модуль экспорта (в разработке) – позволяет сохранять текущую модель или конфигурацию проекта в виде отдельного файла. Планируется реализация возможности выгрузки весов модели в форматах «.h5» и «. SavedModel» для последующего использования. Запрос инициируется пользователем и будет обрабатываться сервером через эндпоинт /export.

Совокупность перечисленных модулей формирует гибкую, масштабируемую архитектуру, которая позволяет развивать проект, внедрять новые функции и адаптировать систему под разнообразные сценарии применения без необходимости изменения базовой логики.

Для управления зависимостями и окружением на стороне клиента (React) используется менеджер пакетов Node.js, а серверная часть, реализованная на Python с использованием FastAPI, структурирована при помощи системы управления зависимостями Poetry. Такой подход упрощает развертывание и сопровождение проекта, обеспечивая воспроизводимость и модульность разработки.

Графический интерфейс приложения реализован на стороне клиента с использованием React (TypeScript-версия библиотеки) и ориентирован на интуитивное взаимодействие с пользователем. Для визуального проектирования нейросетевых архитектур применяется

React Flow [13], обеспечивающий поддержку drag-and-drop взаимодействия и работу с графами. Остальные элементы интерфейса реализованы с применением компонентной библиотеки Bootstrap, что позволило ускорить разработку и унифицировать стиль всех страниц.

Интерфейс построен в виде набора логически разделённых страниц, каждая из которых соответствует определённому этапу работы с моделью:

- Dataset – интерфейс для загрузки и предобработки данных. Пользователь может просматривать структуру датасета, задавать типы столбцов (ignored / feature / target), а также редактировать таблицу до отправки данных на сервер;

- Architecture – визуальный редактор модели, где каждый узел соответствует слою из API TensorFlow. Здесь пользователь вручную формирует архитектуру модели, настраивает параметры каждого слоя и выбирает гиперпараметры обучения. Конфигурация сохраняется в глобальном состоянии (хранилище) и подготавливается к передаче на сервер;

- Training – интерфейс запуска обучения модели. После отправки данных на сервер и установления WebSocket-соединения пользователю в реальном времени отображаются текстовые логи, а также строятся графики изменения метрик качества (loss function и, например, accuracy). Также доступны действия по экспорту модели в формате «.h5» и генерации исполняемого Python-скрипта (.py) для инференса;

- Inference (в разработке) – предполагает возможность ввода новых значений признаков вручную и получения предсказания от обученной модели. Интерфейс будет формироваться динамически на основе структуры исходного датасета;

– Preferences (в разработке) – предназначена для конфигурации глобальных параметров приложения;

– Help (в разработке) – содержит справочную информацию и инструкции по использованию интерфейса.

Таким образом, пользовательский интерфейс реализует последовательную логику взаимодействия: от загрузки данных до визуального конструирования архитектуры и последующего запуска обучения. Разделение по страницам обеспечивает простоту навигации и фокусировку на каждом этапе, а использование современных frontend-технологий позволяет добиться высокой отзывчивости и стабильности работы прототипа.

Кроме того, интерфейс построен как SPA (Single Page Application), что обеспечивает кросс-браузерную совместимость и быстрое взаимодействие без необходимости перезагрузки страниц.

Для подтверждения

работоспособности разработанного прототипа была проведена демонстрация стандартного сценария использования:

– первым шагом, пользователь выполняет загрузку своего датасета. Для демонстрации использовался датасет «Apple Quality» (формат .CSV), скачанный с Kaggle [14] (рисунок 1);

вторым шагом, пользователь формирует архитектуру нейронной сети, учитывая тип задачи машинного обучения (бинарная классификация, многоклассовая и пр.). В текущем варианте, демонстрируется задача бинарной классификации. Таким образом, для её решения, на холст React Flow добавляются следующие слои: Input (7 нейронов), Dense (64 нейрона, функция активации sigmoid), Gaussian Dropout (strength 0.349) и завершающий Dense-слой (output слой, 1 нейрон, функция активации sigmoid) (рисунок 2). Заданные гиперпараметры модели тоже демонстрируются на рисунке 2;

A.id	Size	Weight	Sweetness	Crunchiness	Juiciness	Ripeness	Acidity	Quality	Actions
4000	0.01	0.03	0.01	-0.04	0	0	0	bad	Save Cancel
0	-3.970048523	-2.512336381	5.346329613	-1.012008712	1.844900361	0.329839797	-0.491590483	good	Delete
1	-1.195217191	-2.839256528	3.664058758	1.588232309	0.853285795	0.867530082	-0.722809367	good	Delete
10	-2.69933629	-1.329506988	-1.418506853	-0.625545768	2.371074371	3.403164523	-2.810808169	bad	Delete
100	-1.581378996	-0.759501459	0.135359641	1.881819633	1.998052361	0.729362217	0.286883321	good	Delete
1000	-1.450722623	-1.873303787	-0.743177804	1.981552145	-2.092821414	1.691483862	0.784607915	bad	Delete
1001	-0.157271619	0.829703853	-3.27215596	1.226894151	-1.36458925	1.487907926	1.052510895	bad	Delete
1002	-2.82372437	-0.451234257	1.082199596	0.833982997	2.47181695	-0.821953201	-2.698721567	good	Delete
1003	0.48573438	-4.694670684	-1.94594246	2.022091675	0.861829748	-0.643013894	-1.414626558	good	Delete
1004	0.176604683	-2.675056644	-3.968713203	1.413701336	-4.563024618	3.663401483	-0.162040748	bad	Delete
1005	-2.025514845	-1.073743514	-0.56538837	-0.321394847	0.454941226	0.248735333	3.669770294	bad	Delete
1006	-0.936155995	0.300120045	-1.943790524	1.196775043	-1.966993862	-0.662338652	-0.651472669	good	Delete

Рис. 1. Загрузка данных, разметка столбцов, пример добавления новой записи

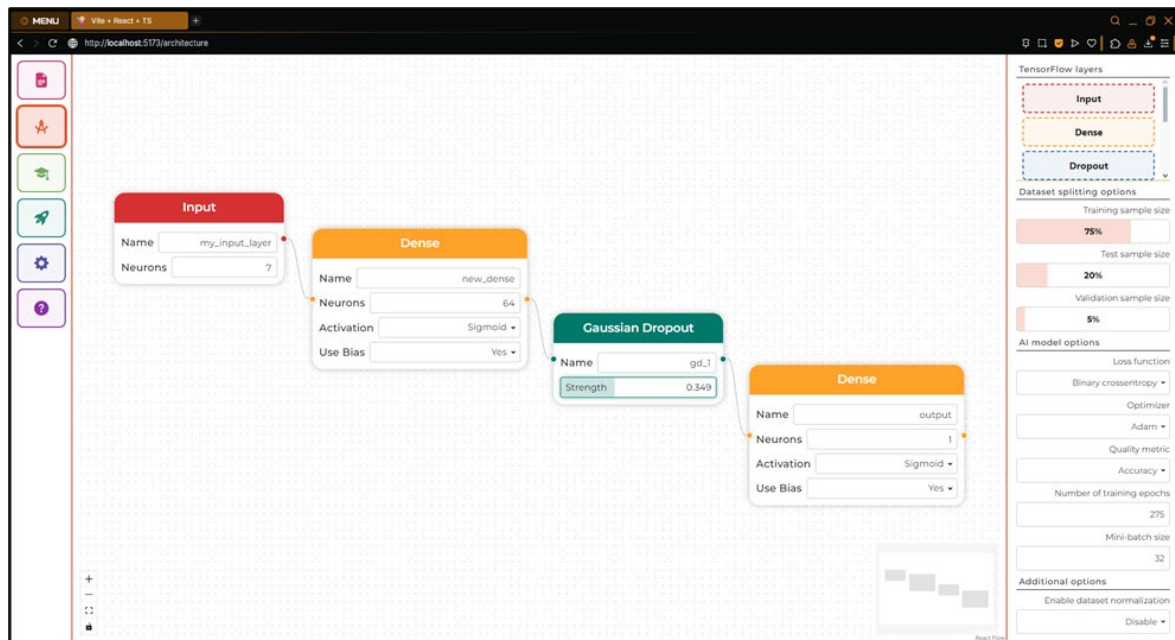


Рис. 2. Визуальное построение модели нейросети и выбор гиперпараметров

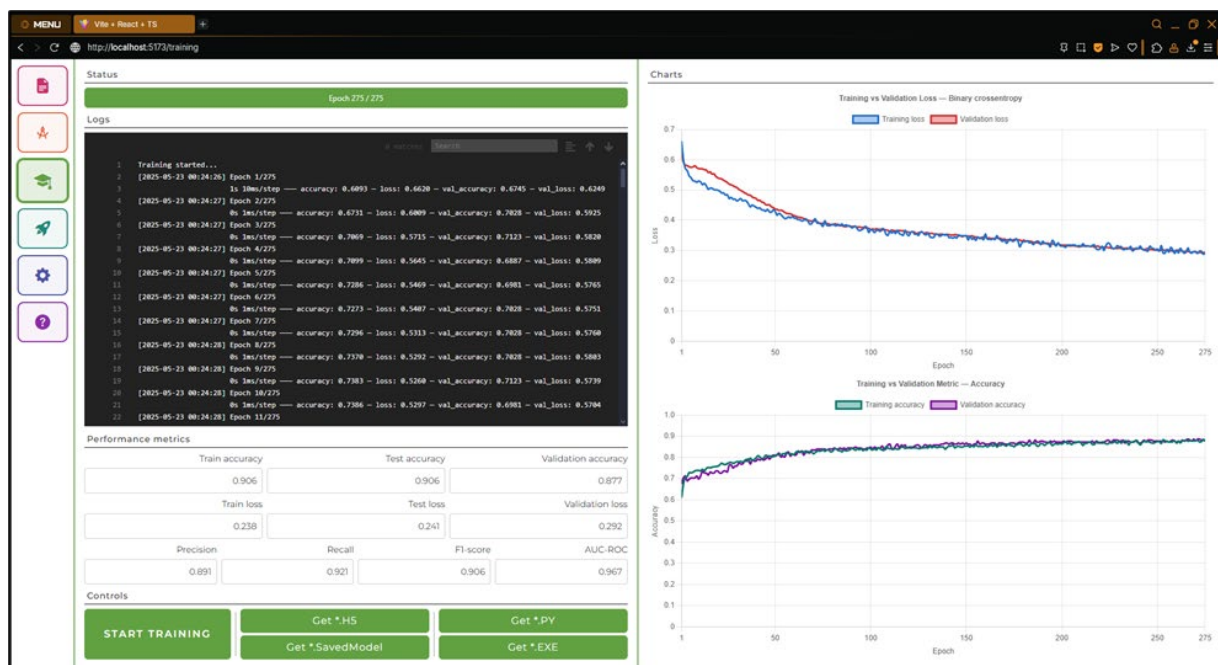


Рис. 3. Процесс обучения модели, вывод логов и графиков в реальном времени

— третьим шагом, пользователь запускает обучение и отслеживает этот процесс в реальном времени — клиентская часть системы получает логи с сервера, а также данные графиков, которые строит в соответствующем блоке интерфейса (рисунок 3).

Кроме того, на рисунке 4 представлены логи FastAPI-сервера в процессе обучения модели, что подтверждает реальную работу системы и взаимодействие между клиентом и сервером.

```

neuralprints-fastapi poetry run start
INFO: Will watch for changes in these directories: ['C:\Users\Joel\source\repos\neuralprints-fastapi']
INFO: Uvicorn running on http://0.0.0.0:8000 (Press CTRL+C to quit)
INFO: Started reloader process [3064] using StatReload
INFO: Started server process [18848]
INFO: Waiting for application startup.
INFO: Application startup complete.
INFO: 127.0.0.1:65184 - "OPTIONS /api/dataset/upload HTTP/1.1" 200 OK
INFO: 127.0.0.1:65184 - "POST /api/dataset/upload HTTP/1.1" 200 Already Reported
INFO: 127.0.0.1:65184 - "OPTIONS /api/architecture/upload HTTP/1.1" 200 OK

Текущая архитектура: {'layers': [{'type': 'TF_INPUT_LAYER_NODE', 'data': {'tf_layer_name': 'my_input_layer', 'tf_layer_neurons_count': 7}}, {'type': 'TF_DENSE_LAYER_NODE', 'data': {'tf_layer_name': 'new_dense', 'tf_layer_neurons_count': 64, 'tf_layer_activation_function': 'sigmoid', 'tf_layer_use_bias': True}}, {'type': 'TF_GAUSSIAN_DROPOUT_LAYER_NODE', 'data': {'tf_layer_name': 'gd_1', 'tf_layer_strength': 0.349}}, {'type': 'TF_DENSE_LAYER_NODE', 'data': {'tf_layer_name': 'output', 'tf_layer_neurons_count': 1, 'tf_layer_activation_function': 'sigmoid', 'tf_layer_use_bias': True}}], 'train_split': 0.748, 'test_split': 0.199, 'validation_split': 0.053, 'loss_function': 'binary_crossentropy', 'optimizer': 'adam', 'quality_metric': 'accuracy', 'epochs': 275, 'batch_size': 32, 'enable_dataset_normalization': False}

INFO: 127.0.0.1:65184 - "POST /api/architecture/upload HTTP/1.1" 201 Created
INFO: ('127.0.0.1', 65187) - "WebSocket /ws/train" [accepted]
INFO: connection open
2025-05-23 00:24:25.770885: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:210] This TensorFlow binary is optimized to use available CPU instructions in performance-critical operations.
To enable the following instructions: SSE3 SSE4.1 SSE4.2 AVX AVX2 FMA, in other operations, rebuild TensorFlow with the appropriate compiler flags.
Epoch 1/275
94/94 1s 2ms/step - accuracy: 0.5758 - loss: 0.6860 - val_accuracy: 0.6745 - val_loss: 0.6249
Epoch 2/275
94/94 0s 1ms/step - accuracy: 0.6717 - loss: 0.6014 - val_accuracy: 0.7028 - val_loss: 0.5925
Epoch 3/275
94/94 0s 1ms/step - accuracy: 0.7083 - loss: 0.5719 - val_accuracy: 0.7123 - val_loss: 0.5820
Epoch 4/275
94/94 0s 1ms/step - accuracy: 0.7132 - loss: 0.5606 - val_accuracy: 0.6887 - val_loss: 0.5809
Epoch 5/275
94/94 0s 1ms/step - accuracy: 0.7241 - loss: 0.5564 - val_accuracy: 0.6981 - val_loss: 0.5765

```

Рис. 4. Логи FastAPI-сервера в процессе обучения модели:
подтверждение взаимодействия клиента и сервера

Таким образом, разработанный инструмент упрощает ключевые этапы работы с нейросетями – от подготовки данных до визуального проектирования, обучения и вывода результатов – и делает технологии машинного обучения доступнее для широкого круга пользователей без необходимости программирования. Представленный прототип демонстрирует жизнеспособность выбранного подхода и может стать основой для дальнейшего развития подобных систем.

Исходный код прототипа, включающего клиентскую часть на React и серверную на FastAPI, размещён в открытом репозитории на платформе GitHub [15].

Библиографический список

1. TensorFlow: An end-to-end platform for machine learning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/>
2. Рамсундар Б. TensorFlow для глубокого обучения: пер. с англ. / Рамсундар Б., Заде Р.Б. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. –

256 с.

3. TensorFlow Playground [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://playground.tensorflow.org/>

4. Netron [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/lutzroeder/netron>

5. PerceptiLabs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/PerceptiLabs/PerceptiLabs>

6. NNTrack [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robottrack-rus.ru/en/portfolio-item/16340/>

7. Visual Scripting: будущее уже наступило? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/productivity_inside/articles/340410/

8. Neural Designer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.neuraldesigner.com/>

9. IBM Watson Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.ibm.com/products/watson-studio>

10. Jupyter Notebook [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://jupyter.org/>

11. React: The library for web and native user interfaces [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://react.dev/>

12. FastAPI: A modern, fast (high-performance), web framework for building APIs with Python based on standard Python type hints [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fastapi.tiangolo.com/>

13. React Flow: A customizable React component for building node-based editors and

interactive diagrams [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reactflow.dev/>

14. Kaggle: Apple Quality датасет, задача бинарной классификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaggle.com/datasets/nelgiryewit-hana/apple-quality>

15. Исходный код прототипа: репозиторий проекта NeuralPrints [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/JoelWillLiveForever/NeuralPrints>

Информация об авторах

Никулин Владимир Сергеевич – студент кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84), e-mail: mail.jorey@gmail.com

Information about the author

Vladimir S. Nikulin – student of the Department of Computer Intelligent Design Technologies, Voronezh State Technical University (20 let Oktyabrya st. 84, Voronezh, 394006, Russia), e-mail: mail.jorey@gmail.com