



Παράδειγμα

Парадигма

Paradigma

Ελεκτρονικό
επιστημονικό
επισχέδιο

№5 2025

Μέρος 5. Τεχνολογίες

Парадигма

Електронно
научно списание

БРОЙ 5/2025

Выпуск 5
Технологии

Издател:
"ЦЕНТЪР ЗА НАУЧНИ
ИЗСЛЕДВАНИЯ И
ИНФОРМАЦИЯ
"ПАРАДИГМА"" ЕООД
БЪЛГАРИЯ, гр. Варна
9002,
р-н Одесос, ул.
Опълченска No 27
E-mail:
niiparadigma@gmail.com

www.paradigma.science

ISSN 2367-8658

Договори на размещение:

eLIBRARY.RU
CYBERLENINKA



Публикационна политика:



Редакционен съвет

Абакаров Д. К., к.с.н. (г. Брянск, Россия); **Анжиганова Л. В.**, д.ф.н., профессор (г. Абакан, Россия); **Антамошкин А. Н.**, д.т.н., профессор (г. Красноярск, Россия); **Арпентьева М. Р.**, д. психол. наук, доцент, член-корреспондент РАЕ академик МАЕ (г. Калуга, Россия); **Багоцкий С. В.**, к.б.н., доцент МИОО, ученый секретарь Московского общества испытателей природы (г. Москва, Россия); **Белобрыкина О. А.**, к.психол.н., доцент, академик Академии полярной медицины и экстремальной экологии человека (г. Новосибирск, Россия); **Блюмин С. Л.**, д.ф.-м.н., профессор (г. Липецк, Россия); **Бобкова Е. Ю.**, к.пед.н., доцент (г. Самара, Россия); **Валитова И. Е.**, к.пс.н., (г. Брест, Республика Беларусь); **Галкина А. И.**, с.н.с., начальник отдела ФГБНУ "ИУО РАО", руководитель Объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование», почетный работник науки и техники РФ (г. Москва, Россия); **Галчева К. Б.**, доцент, доктор по педагогика Пловдивски университет „П.Хилендарски“ (г. Пловдив, Республика България); **Заславский А. А.**, к. пед. наук, доцент, (г. Москва, Россия); **Заславская О. Ю.**, д.пед.н., профессор; **Землянухина Н. С.**, д.э.н., профессор (г. Саратов, Россия); **Землянухина С. Г.**, д.э.н., профессор (г. Саратов, Россия); **Ищанова Г. Т.**, к.э.н., (г. Алматы, Казахстан); **Капрусова М. Н.**, к.ф.н., доцент (г. Борисоглебск, Россия); **Костригин А. А.** (г. Нижний Новгород, Россия); **Кошенова М. И.**, к.пс.н., доцент, зав.каф. социальной психологии и виктимологии (г. Новосибирск, Россия); **Кравец О. Я.**, д.т.н., профессор (г. Воронеж, Россия); **Магсумов Т. А.**, к.и.н., доцент (г. Набережные Челны, Россия); **Няголова М. Д.**, канд. психол. наук, доцент истории психологии Великотърновского университета имени Святых Кирилла и Мефодия (г. Велико Търново, Республика България); **Останков А. В.**, д.т.н., профессор (г. Воронеж, Россия); **Перова М. Б.**, д.э.н., профессор (г. Вологда, Россия); **Поляков Ю. А.**, к.т.н., доцент, (г. Москва, Россия); **Садчиков А. П.**, д.б.н., профессор Международного биотехнологического центра МГУ имени М.В.Ломоносова, вице-президент Московского общества испытателей природы (г. Москва, Россия); **Саенко Л. В.**, к.ю.н., доцент (г. Саратов, Россия); **Седов В. А.**, к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой теоретических основ электротехники (г. Владивосток, Россия); **Седова Н. А.**, к.т.н., доцент (г. Владивосток, Россия); **Семенютина А. В.**, д.с.-х.н., зав. отделом биологии древесных растений ВНИАЛМИ (г. Волгоград, Россия); **Сидоровнин Г. П.**, директор Европейского Столыпинского инфоцентра (г. Майнц, Германия); **Соловьева А. Г.**, к.б.н., профессор РАЕ, с.н.с. (г. Нижний Новгород, Россия); **Суркова И. Ю.**, д. социол. н., доцент (г. Саратов, Россия); **Терехова А. А.** к.пед.н. (г. Самара, Россия), **Трендафилова А. Т.**, ассистент Факультета общественного здоровья Медицинский университет-София (г. София, республика България); **Фурсов А. Л.**, к.э.н., директор научно-исследовательского института «Парадигма» (г. Саратов, Россия); **Хусяинов Т. М.** (г. Нижний Новгород, Россия)

Главен редактор
Андрей Фурсов

УДК 621.313

Вирко Т.П.,¹ Зайков Д.Д.,² Грабовский Л.А.²

*Институт судостроения и морской арктической техники, Северодвинск, Россия
Высшая школа энергетики, нефти и газа, Архангельск, Россия*

Разработка системы управления вентильно-индукторного двигателя ИД-2000 в Matlab simulink

Аннотация: В данной статье рассматривается применение вентильно-индукторного двигателя ИД-2000 в системах электродвижения судов. Описана разработка и моделирование системы управления двигателем в среде MATLAB Simulink. Проведено сравнение двух вариантов управления — с использованием ПИ-регулятора и без него. Результаты моделирования подтверждают эффективность внедрения ПИ-регулятора и системы торможения, что позволяет значительно улучшить динамические характеристики электропривода: сократить время разгона и торможения, повысить точность регулирования скорости.

Ключевые слова: Система электродвижения, вентильно-индукторный двигатель, система управления, ПИ-регулятор, моделирование.

Virko T.P., Zaikov D.D., Grabovsky L.A.

Development of a valve-inductor motor and d2000 control system in matlab simulink

Abstract: This article discusses the use of a valve-inductor motor in electric propulsion systems of ships. The control system of a real engine was simulated. Based on the results of the study, a proposal is being put forward to introduce a PI controller. Conducted mathematical modeling, confirming the feasibility.

Keywords: Electric propulsion system, valve-inductor motor, control system, PI controller, modeling.

Вентильно-индукторные двигатели (ВИД) привлекают все большее внимание в современном судостроении благодаря своему высокому КПД, ресурсосбережению и малым габаритам. Техническая сложность ВИД требует разработки специализированных систем управления, способных обеспечить стабильную и эффективную работу этих систем. Для этого необходимо не только понимание основных принципов работы таких двигателей, но и разработка адаптированных к их специфике алгоритмов управления, а также проектирование схем и расчет характеристик систем управления. Разработка эффективной системы управления этими

двигателями становится важным направлением исследований и разработок.

Кроме того, системы управления судовыми двигателями должны отвечать высоким требованиям по надежности и безопасности. Разработка современных систем управления ВИД в судостроении способствует повышению степени автономности и безопасности судовых систем.

Исходными данными для разработки системы управления в данной работе послужили характеристики вентильно-индукторного двигателя ИД-2000 конфигурации 6/4, который используется в буксире проекта 745.1.

По исходным данным была составлена электрическая структурная схема электропривода ВИД (рис. 1).



Рисунок 1. Электрическая структурная схема электропривода ВИД

Также на основе системы управления составлена ее функциональная электрическая схема (рис. 2).

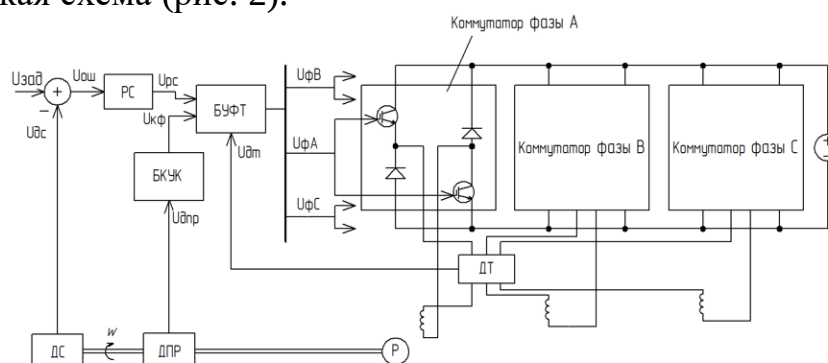


Рисунок 2. Электрическая функциональная схема системы управления ВИД

Этот электродвигатель с системой управления был симитирован в системе MATLAB Simulink (рис. 3) [1,2].

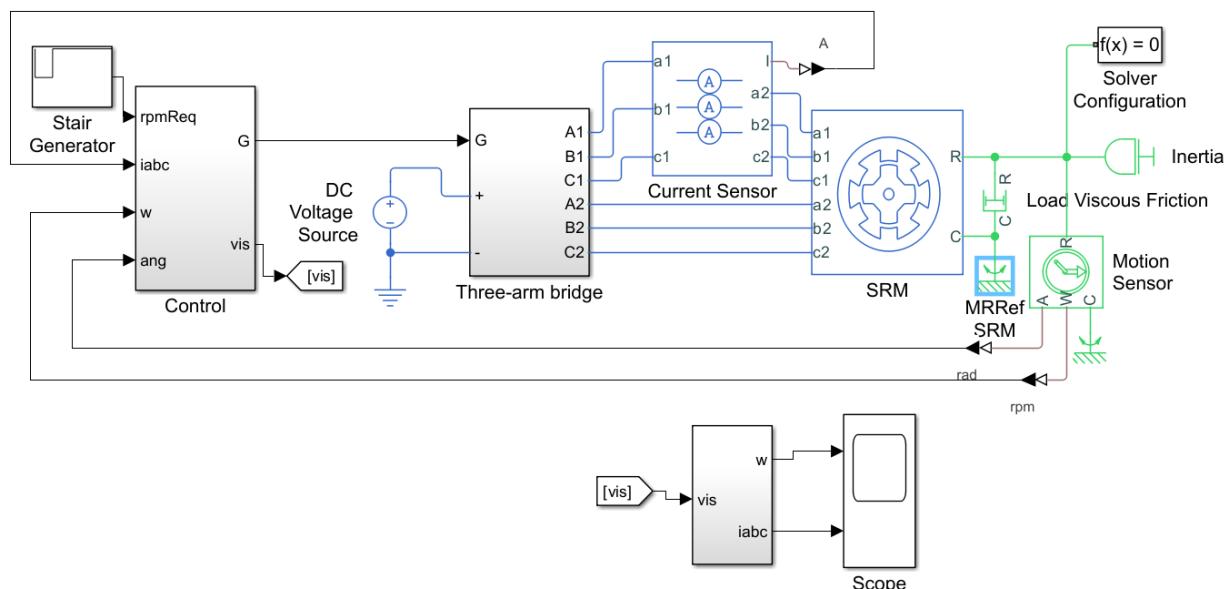


Рисунок 3. Имитационная модель ВИД

Блок управления Control, в который входят задающий сигнал, а также сигналы обратной связи по фазному току, скорости вращения и угловому смещению, представляет из себя систему управления.

Внутреннее содержание представлено на рисунке 4.

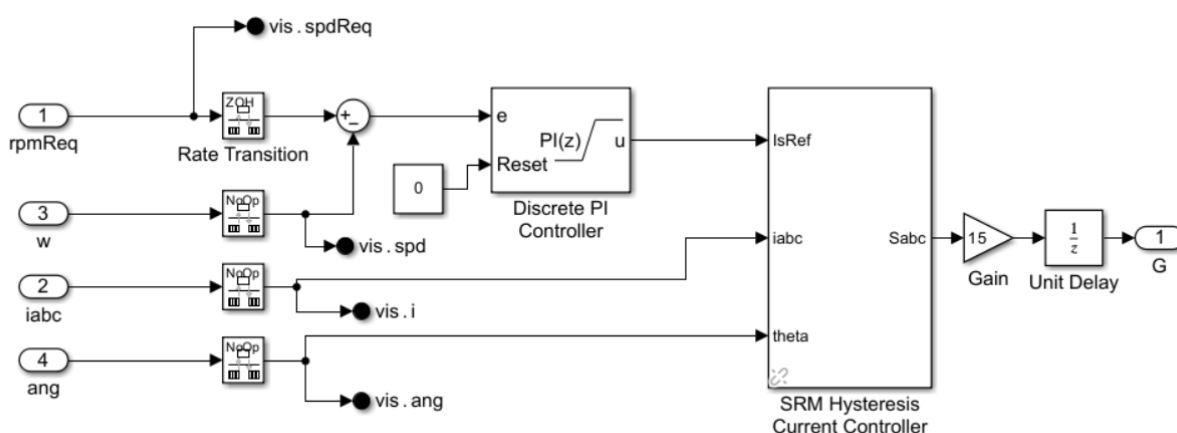


Рисунок 4. Внутреннее содержание блока управления

В ходе работы было рассмотрено две системы управления ВИД: с ПИ-регулятором и без. Каждая из схем исследована в одинаковых условиях. В модели с регулятором двигатель выходит на номинальную скорость вращения ротора за 6 секунд, во время маневрирования разгон занимает 4 секунды, затем торможение за 1 секунду с последующим восстановлением скорости до номинальной за 1 секунду [3].

Принципиальными отличиями системы управления, представленной выше, от разработанной в данной работе являются: источник питания, отсутствие ПИ-регулятора, а также отсутствие системы торможения.

График зависимости скорости вращения ротора от времени модели без ПИ-регулятора и системы торможения представлен на рисунке 5.

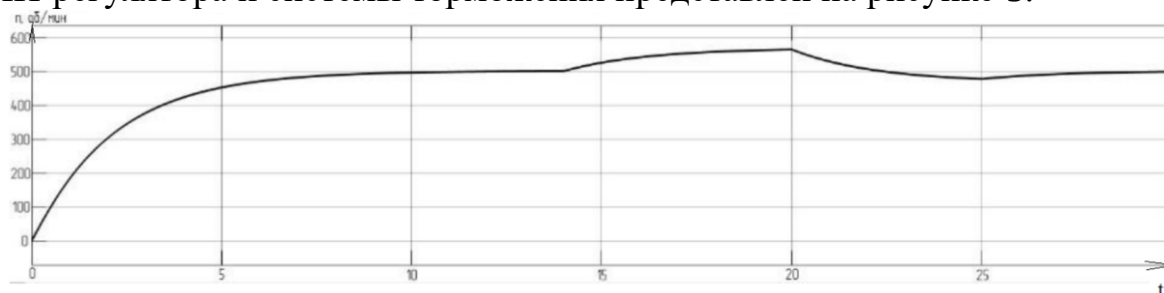


Рисунок 5. График зависимости скорости вращения ротора от времени в модели без ПИ-регулятора и системы торможения

В приведенной модели двигатель выходит на номинальную скорость за 9 секунд, во время маневрирования разгон занимает 6 секунд, затем торможение двигателем за 5 секунд с последующим восстановлением скорости до номинальной за 2 секунды.

График зависимости скорости вращения ротора от времени в модели с ПИ-регулятором и встроенной системой торможения представлены на рисунке 6.

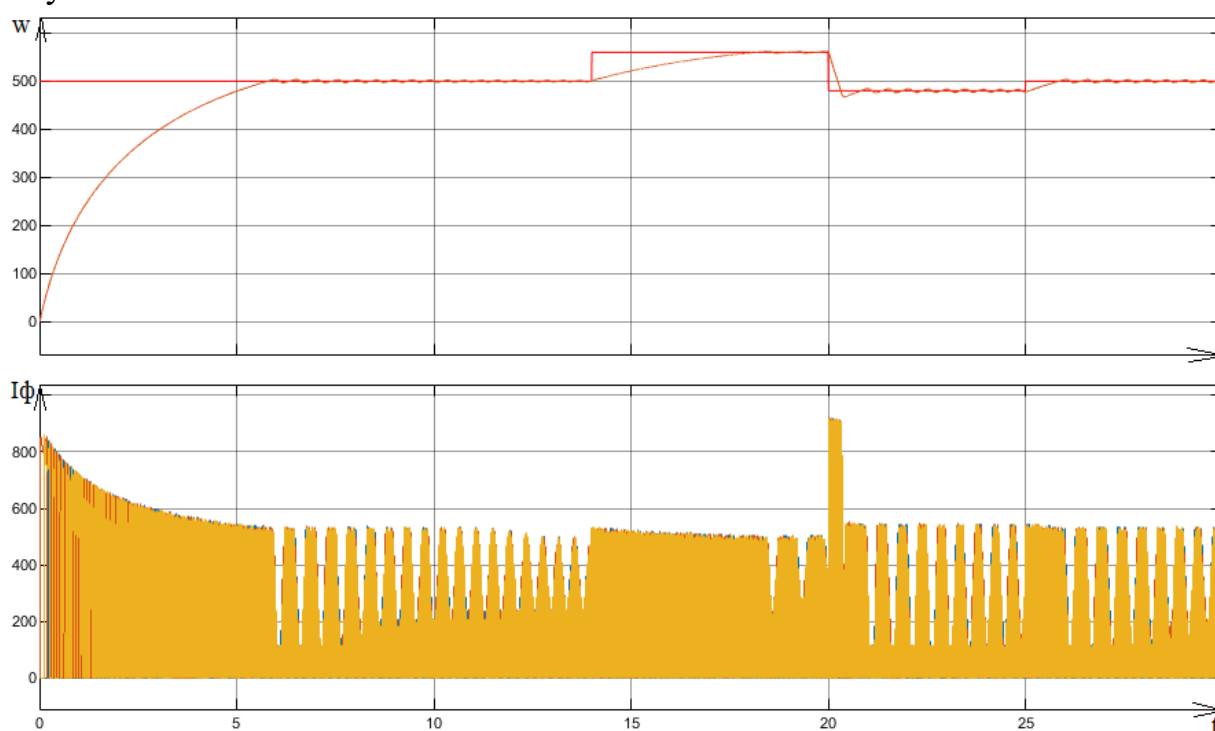


Рисунок 6. График зависимости скорости вращения ротора от времени в модели с ПИ-регулятором и встроенной системой торможения

В разработанной модели двигатель выходит на номинальную скорость вращения ротора за 6 секунд, во время маневрирования разгон занимает 4 секунды, затем торможение за 1 секунду с последующим восстановлением скорости до номинальной за 1 секунду.

В соответствии с графиками использование ПИ-регулятора и внедрение системы торможения в систему управления ВИД позволяет существенно сократить время разгона и торможения двигателя. Это улучшение в динамике системы подтверждает эффективность применения данных улучшений для управления вентильно-индукторным двигателем, повышая его быстродействие и точность регулирования. [4, 5].

Таким образом, проведенные исследования и разработки подтверждают значительное улучшение динамических характеристик системы управления вентильно-индукторного двигателя при использовании ПИ-регулятора. Созданные модели и системы управления демонстрируют высокие эксплуатационные характеристики и могут быть использованы для дальнейших разработок и моделирования работы судовых систем.

Список литературы:

- 1 Амангалиев, Е.З. Вентильно-индукторный двигатель и его особенности [Электронный ресурс] / Амангалиев Е.З., Тлеугали У.К. // Архивариус. – 2020. – №5 – С. 1–43. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ventilno-induktornyy-dvigatel-i-ego-osobennosti>, свободный (дата обращения: 18.05.2024). – Загл. с экрана
- 2 Овчинников, И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность) [Текст]: курс лекций / Овчинников, И.Е. – Санкт-Петербург: КОРОНА-Век, 2006. – 336 с.
- 3 Ильинский, Н.Ф. Вентильно-индукторный электропривод – проблемы и перспективы развития [Текст] / Н.Ф. Ильинский // Доклады научно-практического семинара. – М.: Издательство МЭИ, 2006. – С. 4–14.
- 4 Романовский, В.В. Расчёт вентильно-индукторного привода мощность 1 МВт для системы электродвижения судов [Текст] / В. В. Романовский, Б.В. Никифоров, А.М. Макаров – Судостроение. – 2019. - №4. – С. 53–56.
- 5 Никифоров, Б.В. Корабельный электропривод [Текст]: учеб. пособ. / Б.В. Никифоров. – Новочеркасск: Лик, 2014. – 270 с.

Сведения об авторах:

Вирко Т.П., Институт судостроения и морской арктической техники, Северодвинск, Россия

Зайков Д.Д., Аспирант Высшая школа энергетики, нефти и газа, Архангельск, Россия

Грабовский Л.А., Аспирант Высшая школа энергетики, нефти и газа, Архангельск, Россия

Virko T.P., Institute of Shipbuilding and Marine Arctic Engineering

Zaikov D.D., Postgraduate Student Higher School of Energy, Oil and Gas

Grabovsky L.A., Postgraduate Student Higher School of Energy, Oil and Gas

Свирин О.Д.

Новосибирский государственный университет экономики и управления, Новосибирск, Россия

Актуальные перспективы использования ДНК при идентификации личности

Аннотация: Статья посвящена анализу современных методов ДНК-генотипоскопии и их роли в криминалистике. Рассматриваются исторические аспекты развития технологии, начиная с открытия Алека Джеффриса в 1980-х годах, которое заложило основы генетической идентификации. Особое внимание уделяется применению ДНК-анализа при раскрытии тяжких и особо тяжких преступлений, идентификации личности в случае значительных посмертных изменениях.

В статье подробно описываются принципы STR-анализа, основанного на изучении коротких tandemных повторов, которые характеризуются рядом преимуществ: высокой точностью, скоростью выполнения и возможности работы с минимальными количествами биоматериала. В статье также рассматривается значение Федеральной базы данных геномной информации (ФБДГИ) в России, ее нормативное регулирование и перспективы расширения.

Особый интерес представляют примеры из следственной практики, демонстрирующие эффективность ДНК-технологий в раскрытии давних преступлений. Отмечаются и существующие ограничения, такие как сложность идентификации однояйцевых близнецов. В заключении подчеркивается, что дальнейшее развитие ДНК-генотипоскопии, обусловленное научно-техническим прогрессом, будет способствовать повышению раскрываемости преступлений.

Ключевые слова: ДНК-генотипоскопия, криминалистика, STR-анализ, федеральная база данных геномной информации (ФБДГИ), раскрытие преступлений.

Current perspectives of using dna in personal identification

Abstract: The article is devoted to the analysis of modern DNA-genotyping methods and their role in forensics. Historical aspects of the development of the technology are considered, starting with the discovery of Alec Jeffries in the 1980s, which laid the foundations of genetic identification. Special attention is paid to the application of DNA analysis in solving serious and especially serious crimes, identification of individuals in case of significant postmortem changes.

The article describes in detail the principles of STR-analysis based on the study of short tandem repeats, which are characterized by a number of advantages: high accuracy, speed of performance and the possibility of working with minimal amounts of biomaterial. The article also discusses the importance of the Federal Database of Genomic Information (FBDGI) in Russia, its regulatory framework and prospects for expansion.

Of particular interest are examples from investigative practice demonstrating the effectiveness of DNA technologies in solving long-standing crimes. The existing

limitations, such as the difficulty of identifying identical twins, are also noted. In conclusion, it is emphasized that further development of DNA genotyping, driven by scientific and technological progress, will contribute to improving crime detection rates.

Keywords: DNA genotyping, forensic science, STR analysis, Federal Genomic Information Database (FGID), crime detection.

Сегодня в научных работах термин ДНК-генотипоскопия описывает методику, с помощью которой можно идентифицировать личность, опираясь на ее биологические особенности. В отличие от традиционной дактилоскопии, которая исследует папиллярные узоры, метод ДНК-анализа обладает большим спектром возможностей, позволяет установить родство, принадлежность отдельных частей тела конкретному человеку, выявить генетические заболевания и даже определить этническое происхождение.

Следует упомянуть, что именно Алек Джеффрис в конце XX века случайно обнаружил уникальные генетические маркеры **при изучении наследственных заболеваний, выявив переменные участки ДНК** [1, с. 111]. Изначально исследование ДНК применялось в медицине, чтобы установить персонализированное лечение, в археологии – при выявлении и изучении древних останков. В дальнейшем, используя особенности строения ДНК, криминалистикой были приспособлены и разработаны молекулярно-генетические методы идентификации личности человека, которые уже не одно десятилетие эффективно используются для установления личности преступников, что существенно повлияло на раскрытие преступлений.

Так, в 1987 году метод ДНК-анализа сыграл ключевую роль в оправдании мужчины, ложно обвиняемого в серии убийств и изнасилований. Несмотря на отсутствие явных следов на месте происшествия, в 3-х метрах от него был изъят окуроч сигареты со следами слюны. В ходе проведения экспертизы из биологического следа, обнаруженного на изъятом окурочке, выделен уникальный ДНК-профиль, который при сравнении совпал с образцом лица, ранее не подозреваемым в совершении преступления. В дальнейшем, в рамках предварительного расследования была установлена его причастность к совершению этого преступления. В этом случае был не только оправдан невиновный, но и было продемонстрировано, что исследование биологических следов может стать решающим доказательством по уголовным делам [2, с. 52].

Также известны и современные случаи, например, дело о 12 эпизодах изнасилований, совершенных в г. Тулуне Иркутской области в 2019 году. Благодаря результатам биологических экспертиз, проведенных методом ДНК-анализа, было установлено, что эти преступления совершены одним и тем же лицом, а при дальнейшей проверке биологических материалов

установлена личность мужчины, причастного к совершению этих преступлений [2, с. 53].

Исходя из анализа экспертной и следственной практики, стоит отметить, что следы биологического происхождения, в основном, изымаются в ходе осмотров мест происшествий по преступлениям против жизни и здоровья, а также по преступлениям против половой неприкосновенности личности. Исследование таких следов существенно повышает криминалистически значимую доказательственную базу и способствует раскрытию данной категории преступлений.

Так, выделение ДНК возможно из обнаруженных на месте происшествия следов крови, слюны, спермы, потожирового вещества, волос (при наличии луковицы), мышечных тканей и костных останков.

Кроме того, метод ДНК-анализа является на сегодняшний день единственным способом достоверного установления личности умершего при исследовании скелетированного трупа. Можно привести пример 1991 года, когда по обнаруженным скелетированным останкам, используя возможности молекулярно-генетической экспертизы, было установлено родство умершего с царской семьей Николая II [3, с. 93].

При этом биологические следы способны сохранять пригодность для идентификационного исследования в течение длительного периода. Так, в 2021 году Управлением СК России по Ульяновской области раскрыто преступление двадцатилетней давности. Благодаря методу ДНК-анализа был установлен житель г. Сызрани, который совершил убийство малолетней девочки [3, с. 95]. Эта особенность делает генетическую экспертизу эффективным и современным инструментом при расследовании преступлений, в том числе и преступлений прошлых лет.

Особую роль в криминалистике играет метод ДНК-анализа на этапе расследования, когда подозреваемый или обвиняемый ещё не установлен. Яркой иллюстрацией эффективности такого подхода стал случай 2011 года в аэропорту Домодедово. Так, после взрыва, устроенного террористом-смертником, эксперты-генетики провели ДНК-анализ по образцу, изъятому с фрагментов кисти руки подорвавшегося преступника. В результате исследования Y-хромосомы был выявлен наиболее вероятный регион этнического происхождения, характерный для населения Северного Кавказа, а именно для жителей Ингушетии. Полученные данные позволили сузить географию поиска и ускорить идентификацию преступника.

Эксперты в области судебной генетики при проведении экспертиз анализируют участки ДНК, в которых особое внимание уделяется так называемым коротким tandemным повторам (STR) – повторяющимся фрагментам ДНК, которые отличаются по количеству повторов [4, с. 112]. Современные технологии позволяют проводить такой анализ даже при наличии небольших количеств ДНК.

Несмотря на достоинства применения метода ДНК-анализа, нельзя не отметить и определённые трудности, с которыми сталкиваются современные методы криминалистической генотипоскопии. Так, они не позволяют достоверно различать монозиготных близнецов. Это объясняется их идентичным генетическим кодом, поскольку такие близнецы развиваются из единой оплодотворённой яйцеклетки. Однако современные исследования выявили несколько важных аспектов в постепенном накоплении различий. Иными словами, с течением времени в ДНК близнецов могут возникать точечные мутации, предрасположенности к заболеваниям, реакции на лекарственные препараты, а также влияние разнообразного образа жизни, по типу: вредных привычек, особенностей окружающей среды [5, с. 198]. Таким образом, в настоящее время метод ДНК-анализа не способен в полной мере, за исключением случаев, указанных ранее, различать монозиготных близнецов.

Еще одним преимуществом использования ДНК-генотипоскопии является внесение результатов ДНК-анализа в специализированные автоматизированные информационные экспертно-криминалистические учетные системы федерального уровня. Это позволяет устанавливать личность преступника по ранее обнаруженным биологическим следам. В России функционирует централизованная система учета генетической информации – Федеральная база данных геномной информации (ФБДГИ), работающая на платформе поисковой системы «Ксенон-2». В соответствии с первоначальной редакцией ст. 7 Федерального закона «О государственной геномной регистрации в Российской Федерации» [6], обязательной геномной регистрации и внесению данных в ФБДГИ подлежали: 1) лица, осужденные и отбывающие наказание в виде лишения свободы за совершение тяжких или особо тяжких преступлений, а также всех категорий преступлений против половой неприкосновенности и половой свободы личности; 2) неустановленные лица, биологический материал которых изъят в ходе производства следственных действий; 3) неопознанные трупы. Однако данный перечень в последующем претерпевал изменения. Так, были внесены: 1) лица, отбывающие наказание в виде лишения свободы за совершение преступлений; 2) подозреваемые и обвиняемые в совершении преступлений. В 2024 году данный перечень пополнился близкими родственниками лица, пропавшего без вести, а в 2025 года – лицами, которые были подвергнуты административному аресту [7]. Безусловно, наличие списка лиц, подлежащих обязательной геномной регистрации и проверки по ФБДГИ, в значительной мере повысит эффективность данного вида криминалистического учета. Следует отметить, что срок хранения геномной информации, согласно общему правилу, составляет до 70 лет, что обеспечивает возможность идентификации личности в течение длительного периода.

Некоторые ученые отмечают, что перечень лиц, подлежащих обязательной геномной регистрации, должен быть дополнен военнослужащими, что особо важно в условиях проведения специальной военной операции. Во многих государствах уже практикуют подобное, например, в США. Там новобранцы сдают образец крови, который хранится в геномной базе и способствует идентификации личности в случае гибели военнослужащего [3, с. 96]. В зонах боевых действий гибель военнослужащих нередко сопровождается масштабными повреждениями тел, что делает традиционные методы идентификации, такие как дактилоскопия или идентификация человека по внешним признакам, неэффективными. В таких ситуациях только заранее зарегистрированные ДНК-профили позволяют достоверно установить личность погибшего, обеспечив оперативное информирование родственников.

В этой связи представляется целесообразным внести изменение в ст. 7 Федерального закона «О государственной геномной регистрации в Российской Федерации» от 03.12.2008 № 242-ФЗ, дополнив её п. 6 следующего содержания: «Военнослужащие, проходящие военную службу по призыву или контракту».

Наглядным примером эффективности использования российской базы ФБДГИ может служить уголовное дело, когда был задержан мужчина, обвиняемый в похищении и изнасиловании несовершеннолетней девочки. При проведении геномной экспертизы биологических следов, изъятых с места происшествия, выделенный ДНК-профиль совпал с данными, ранее имеющимися в ФБДГИ. В ходе дальнейшего расследования удалось установить, что этот же человек десять лет назад совершил насильственные действия сексуального характера в отношении двух мальчиков, которых он встретил в лесу во время их лыжной прогулки [8, с. 131]. Интересно, что до проведения ДНК-анализа у следствия не было никакой информации о причастности задержанного к другим преступлениям. Однако, благодаря наличию базы данных геномной информации следователи получили доказательства его виновности. Именно поэтому систематизация информации об исследовании биологических следов в единой базе данных, как представляется, приведет на практике к повышению раскрываемости как текущих преступлений, так и преступлений прошлых лет.

Таким образом, ДНК-генотипоскопия, как один из криминалистических методов идентификации личности, имеет ряд **преимуществ**:

Возможность анализа даже минимальных объемов биологического материала с тела, одежды потерпевшего или других объектов для выделения ДНК.

Высокая точность результатов, обеспечивающая надежную идентификацию личности.

Незаменимость в случаях, когда тело подверглось скелетированию.

Долговечность сохранения следов, позволяющая проводить исследования спустя длительное время после совершения преступления.

Таким образом, можно сказать, что метод ДНК-анализа является одним из самых технологичных криминалистических методов идентификации личности. Преимущества ДНК-генотипоскопии перед традиционным методом дактилоскопии очевидны: возможность установления родства, этнической принадлежности, анализа при минимальных биологических образцах, а также идентификации лиц даже спустя десятилетия. Современные технологии, включая анализ коротких tandemных повторов (STR), обеспечивают высокую точность и скорость обработки данных. Будущее криминалистики неразрывно связано с ДНК-генотипоскопией, так как научно-технический прогресс активно способствует совершенствованию данного метода, что напрямую влияет на рост раскрываемости преступлений.

Список литературы

1. Кубанов В. В., Шарова Ю. А. Молекулярно-генетическая экспертиза и ее роль в расследовании преступлений // Вестник Самарского юридического института. 2022. № 5 (51). С. 110-114.
2. Алешкина Т. Н. К истории создания и использования геномной информации при раскрытии и расследовании преступлений // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 5-2. С. 51-55.
3. Рывкин С. Ю. Криминалистические основы применения ДНК-Исследований // Право и практика. 2023. № 2. С. 92-97.
4. Хижняк Я. А. К вопросу о генетической экспертизе // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 12-2. С. 111-113.
5. Перепечина И. О. Проблема контаминации ДНК в свете криминалистической и судебно-экспертной профилактики // Вестник экономической безопасности. 2020. № 2. С. 196-200.
6. О государственной геномной регистрации в Российской Федерации: Федеральный закон от 03.12.2008 № 242-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025) // Собрание законодательства Российской Федерации. 08.12.2008. № 49. Ст. 5740.
7. О внесении изменений в Федеральный закон «О государственной геномной регистрации в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 06.02.2023 № 8-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 06.02.2023. № 6. Ст. 915.
8. Михайлов А. А. Геномная регистрация и геномная экспертиза в уголовном судопроизводстве: вопросы правового регулирования и практики применения // Вестник Казанского юридического института МВД России. 2023. № 3 (53). С. 128-131.

Сведения об авторе:

Свирин О.Д., студент Новосибирского государственного университета экономики и управления, Новосибирск, Россия

Научный руководитель: Губер В.А., старший преподаватель, Новосибирского государственного университета экономики и управления, Новосибирск, Россия

УДК 002.304

Савенко П. С., Сенан А.М.

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

Способы измерения осадок и сдвига зданий и сооружений

Аннотация: В статье рассматриваются методы измерения осадок и сдвига зданий и сооружений. Проведен анализ современных способов мониторинга деформаций, представлены основные преимущества и недостатки каждого метода. Установлена взаимосвязь между типом конструкции и оптимальным способом измерения деформаций. Перечислено необходимое оборудование для мониторинга в зависимости от уровня ответственности сооружения.

Ключевые слова: садки зданий, сдвиг конструкций, мониторинг деформаций, геодезические измерения, измерительное оборудование.

Осадка и сдвиг – это деформации, возникающие в конструкциях при передаче нагрузки на основание. Они могут быть вызваны недостаточной несущей способностью грунта, неравномерным уплотнением, ошибками проектирования или чрезмерной нагрузкой на фундамент.

По величине осадки делятся на:

- допустимые – до 5 см;
- предельные – 5-10 см;
- критические – более 10 см.

Сдвиги классифицируются по направлению:

- горизонтальные;
- вертикальные;
- комбинированные.

Основные методы измерения

Визуально-инструментальный метод — это простой и доступный способ контроля деформаций зданий, сочетающий визуальный осмотр с базовыми измерениями. Применяя отвесы, уровни и рулетки, специалисты выявляют трещины, перекосы и отклонения конструкций от вертикали или горизонтали. Метод особенно полезен для оперативной оценки состояния сооружений, хотя и имеет ограниченную точность.

Основу метода составляет регулярный осмотр здания с фиксацией контрольных точек и замером изменений. Отвесы помогают определить вертикальные смещения, уровни - перекосы конструкций, а трещиномеры - динамику раскрытия трещин. Несмотря на зависимость от человеческого фактора и невозможность выявления микродеформаций, этот подход остается востребованным благодаря простоте и наглядности.

Чаще всего метод используют для первичного обследования зданий, особенно при ограниченном бюджете или в условиях, когда невозможно применить сложное оборудование. Хотя для точного мониторинга его

обычно дополняют более совершенными геодезическими или автоматизированными системами.

Геодезический мониторинг представляет собой высокоточный метод контроля деформаций, основанный на использовании специализированного измерительного оборудования. В отличие от визуальных методов, этот подход обеспечивает объективные количественные данные о смещениях конструкций с точностью до миллиметров. Суть технологии заключается в создании системы реперных точек на сооружении и прилегающей территории, за перемещениями которых ведется постоянное наблюдение.

Основу методики составляет применение современных геодезических инструментов - электронных тахеометров, прецизионных нивелиров и спутниковых GPS-приемников. Оборудование позволяет фиксировать малейшие изменения положения контрольных точек в трехмерном пространстве. Особенностью подхода является необходимость создания стабильной опорной сети, которая служит неизменным базисом для всех последующих измерений.

Ключевое преимущество геодезического мониторинга - возможность документировать даже минимальные деформации на ранних стадиях их возникновения. Методика особенно востребована при наблюдении за уникальными сооружениями, высотными зданиями и объектами, построенными на проблемных грунтах. Технология позволяет не только констатировать факт деформаций, но и прогнозировать их развитие, анализируя полученные ряды измерений.

Практическая реализация метода требует специальной подготовки исполнителей и тщательного планирования измерительных циклов. Периодичность наблюдений варьируется от нескольких раз в сутки (при аварийных ситуациях) до ежеквартальных замеров (при плановом мониторинге). Современные системы часто включают автоматизированные станции, передающие данные в режиме реального времени.

Несмотря на высокую стоимость оборудования и необходимость привлечения квалифицированных специалистов, геодезический мониторинг остается наиболее надежным способом получения объективных данных о поведении строительных конструкций. Метод особенно ценен при необходимости документального подтверждения динамики деформаций для экспертных заключений или судебных разбирательств.

Геотехнический мониторинг – это принципиально иной подход к контролю деформаций, основанный на непрерывном автоматизированном сборе данных. В отличие от периодических геодезических съемок, здесь

используется сеть стационарных датчиков, встроенных непосредственно в конструкции и грунтовый массив. Такой "внутренний" мониторинг дает уникальную возможность отслеживать поведение сооружения в режиме «24/7».

Современные системы включают целый арсенал измерительных устройств: тензометры для контроля напряжений, инклинометры для измерения наклонов, пьезометры для наблюдения за уровнем грунтовых вод, а также акселерометры и другие сенсоры. Особенность метода – возможность фиксировать не только сами деформации, но и их причины: изменение напряженного состояния конструкций, колебания гидрологического режима, динамические воздействия.

Главное преимущество системы – раннее предупреждение об опасных процессах. Датчики улавливают малейшие изменения параметров задолго до появления видимых повреждений. Это особенно критично для подземных сооружений, тоннелей, фундаментов глубокого заложения, где визуальный контроль невозможен.

На практике реализация требует сложного проектирования измерительной сети. Датчики размещают в ключевых точках по специальным схемам, учитывающим особенности конструкции. Данные с сенсоров поступают в единый центр мониторинга, где специальное ПО анализирует тенденции и генерирует тревожные сигналы при превышении допустимых значений.

Хотя стоимость внедрения такой системы значительна, она окупается возможностью предотвратить аварийные ситуации. Сегодня геотехнический мониторинг становится обязательным для ответственных объектов: высотных зданий, мостов, гидротехнических сооружений. Метод особенно ценен при строительстве в сложных инженерно-геологических условиях, где другие способы контроля недостаточно эффективны. Радиотехнический метод основан на использовании радиоволновых технологий для контроля деформаций. Специальные радиолокационные установки фиксируют изменения в положении конструктивных элементов. Метод отличается высокой точностью и возможностью проведения измерений без прямого доступа к конструкции. Однако его применение ограничено в условиях плотной городской застройки.

Акустический мониторинг открывает новые возможности в диагностике сооружений, используя звук как индикатор скрытых деформаций. Этот инновационный подход основан на анализе изменений акустических характеристик конструкций – скорости распространения звуковых волн, их частотного спектра и амплитуды колебаний. В отличие от традиционных методов, здесь контроль осуществляется без прямого контакта с потенциально опасными участками.

Суть технологии заключается в установке высокочувствительных пьезоэлектрических датчиков, которые улавливают малейшие звуковые колебания в материалах. При возникновении микротрещин или внутренних напряжений характер акустического сигнала меняется – появляются специфические "щелчки" или изменяется резонансная частота конструкции. Современные системы способны различать эти изменения на уровне микродеформаций.

Ключевое преимущество метода – способность выявлять зарождающиеся дефекты в самых труднодоступных местах: внутри массивных фундаментов, в сварных швах, под облицовкой. Особенно эффективен мониторинг акустической эмиссии для предупреждения внезапных разрушений в ответственных узлах – опорах мостов, несущих колоннах высотных зданий, элементах подземных сооружений.

На практике система представляет собой сеть датчиков, соединенных с центральным процессором. Аналитическое ПО в режиме реального времени сравнивает текущие акустические параметры с эталонными значениями, автоматически фиксируя аномалии. При этом не требуется останавливать эксплуатацию объекта – измерения проводятся при рабочих нагрузках, что повышает достоверность данных.

Область применения охватывает особо ответственные объекты: атомные электростанции, плотины, трубопроводы высокого давления. Метод незаменим при обследовании исторических зданий, где запрещено вмешательство в конструкцию. Хотя оборудование требует значительных инвестиций, его использование предотвращает катастрофические последствия, своевременно выявляя опасные деформационные процессы.

Наиболее эффективным является сочетание различных методов мониторинга. Например, геодезические измерения дополняются геотехническим контролем, а акустический мониторинг используется как предупреждающий метод. Такой подход позволяет получать максимально полную информацию о состоянии сооружения и своевременно принимать необходимые меры.

Заключение

Интегрированный подход к мониторингу деформаций

Современные технологии контроля осадок и сдвигов сооружений образуют многоуровневую систему диагностики, где каждый метод занимает свою стратегическую нишу. Визуально-инструментальные способы остаются важным первичным фильтром, геодезические измерения обеспечивают точную пространственную привязку, геотехнические системы дают непрерывный поток данных о скрытых процессах, а акустический мониторинг выступает как высокочувствительный детектор зарождающихся дефектов.

Критически важным становится не выбор отдельной технологии, а их грамотная комбинация. Например, стационарные датчики геотехнического мониторинга идеально дополняются периодическими геодезическими съемками, а акустические системы прекрасно работают в тандеме с визуальным контролем. Такой синтез методов позволяет перейти от простой фиксации деформаций к прогнозированию их развития.

Практическая ценность комплексного подхода особенно очевидна при мониторинге уникальных сооружений и объектов в сложных грунтовых условиях. Современные цифровые платформы интегрируют данные из различных источников, создавая динамические 3D-модели поведения конструкций. Это принципиально меняет культуру эксплуатации зданий, переводя её на предиктивную основу.

Перспективы развития связаны с внедрением технологий искусственного интеллекта для анализа больших массивов мониторинговых данных, использованием беспилотных систем для оперативного обследования и разработкой новых типов сенсоров. Однако ключевым остаётся принцип разумной достаточности – выбор методов должен основываться на конкретных рисках и экономической целесообразности для каждого объекта.

Список литературы

1. СП 22.13330.2016 "Основания зданий и сооружений". Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М.: Минстрой России, 2016.
2. СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии". Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. – М.: Минстрой России, 2017.
3. ГОСТ 24846-2022 "Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений". – М.: Стандартинформ, 2022.
4. СНиП 2.02.01-83* "Основания зданий и сооружений". – М.: Госстрой СССР, 1985.
5. Леденев, В.И. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2020. – 180 с.

Сведения об авторах:

Савенко П. С., студент, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия
Сенан А.М., кандидат технических наук, доцент, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

УДК 004.89

Валиев Т.И.

Казанский национальный исследовательский университет, Казань, Россия

Проблема использования и внедрения искусственного интеллекта в Российской Федерации

Аннотация: В данной статье будет рассмотрена проблематика внедрения и развития искусственного интеллекта на территории РФ на текущий момент. Будут рассмотрены такие аспекты, как правовой, этический, кадровый, инфраструктурный и финансовый. Искусственный интеллект (ИИ) на сегодняшний день очень важен для цифровой трансформации общества. Россия активно участвует в развитии ИИ-технологий, однако их внедрение несет с собой ряд серьезных проблем. Отсутствие правовой базы для регуляции ИИ, этические моменты и риски, дефицит кадров, ограничения в доступе к некоторым современным технологиям из-за санкций и недостаточная готовность бизнеса и госсектора к массовому внедрению ИИ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, этические проблемы, социальные проблемы, машинное обучение, компьютерное зрение, большие данные

Valiev T.I.

The problem of using and implementing artificial intelligence in the Russian Federation

Abstract: This article will consider the problems of the introduction and development of artificial intelligence in the territory of the Russian Federation at the moment. Such aspects as legal, ethical, personnel, infrastructural and financial will be considered. Artificial intelligence (AI) is currently very important for the digital transformation of society. Russia is actively involved in the development of AI technologies, but their implementation brings with it a number of serious problems. The lack of a legal framework for regulating AI, ethical issues and risks, staff shortages, restrictions on access to some modern technologies due to sanctions, and insufficient willingness on the part of businesses and the public sector to massively implement AI.

Key words: artificial intelligence, ethical issues, social issues, machine learning, computer vision, big data

1. Правовой аспект.

Одной из главных преград для внедрения и развития ИИ в РФ, можно даже сказать основной из них, является отсутствие четкого и понятного законодательного регулирования. На данный момент до сих пор не принят закон, который бы указывал нормативные требования и порядки для внедрения искусственного интеллекта и регуляции его функций. Хотя в 2023 году Минцифры и разработало концепцию такого закона, он, к сожалению, пока находится на стадии обсуждения и еще не был принят [1].

На данный момент остаются открытыми вопросы:
ответственность за ошибки ИИ;
права на данные, которые используются для обучения моделей;
регулирование применения систем для распознавания лиц и автоматизированного принятия решений.

Статистика: По данным Аналитического центра при Правительстве РФ, более 60% компаний сталкивались с юридической неопределённостью при внедрении ИИ-решений [2].

2. Этические и социальные проблемы

Внедрение технологий ИИ всё чаще сопровождается риском нарушения прав человека и гражданских свобод. Особенно остро это проблема проявляется в сфере государственного контроля и слежки. К примеру, системы распознавания лиц, внедренные в больших городах и мегаполисах, вызывают обеспокоенность среди правозащитников и экспертов по поводу нарушения прав на приватность, которые должны быть обеспечены нам благодаря Конституции [3].

Также важна проблема дискриминации на основе алгоритмов – в случае, когда ИИ принимают решения на основе исторических данных, содержащих предубеждения, которые в тот момент еще не были так актуальны

Например, в 2022 исследование "Сколково" показало, что 47% россиян опасаются, что ИИ может или будет использован с целью манипуляций или нарушения личных свобод [4].

3. Дефицит кадров с высоким уровнем подготовки

Несмотря на присутствие сильной математической школы в России, наблюдается недостаток специалистов в области машинного обучения, компьютерного зрения и обработки естественного языка. Это также обусловлено как с отъездом талантливых людей за рубеж, так и недостаточно практико-ориентированной подготовкой в вузах.

Аналитика: По информационным данным HeadHunter в 2023 году спрос на специалистов по ИИ вырос на 40%, однако одновременно с этим предложение увеличилось всего на 12% [5].

В рамках государственных программ, в качестве источника поддержки в отрасли, распределенных, например, в Национальном проекте "Цифровая экономика", включены направления в том числе и для образования в сфере AI. Проблему предполагается решить долгосрочно и масштабно [6].

4. Инфраструктурные и финансовые ограничения

Развитие искусственного интеллекта требует мощной технической базы: высокопроизводительных процессоров, видеокарт, серверов и доступа к огромным массивам данных. Однако после введения некоторых санкций против РФ, доступ ко многим технологиям стал ограничен

частично или полностью, что привело к замедлению развития ИИ в России.

Факт: после того, как американская корпорация NVIDIA остановила поставки самых мощных видеокарт A100 и H100, российские компании вынуждены переключиться на менее производительные аналоги или на разработку своих собственных решений, вроде "Эльбруса" или процессоров "Байкал" [7].

Также развитие ИИ тормозит отсутствие единой межотраслевой системы сбора данных, что не позволяет обучать модели для таких сфер как строительство, медицина, образование и других [8].

5. Отраслевая специфика и неготовность к внедрению

ИИ может кардинально изменить многие отрасли, но уровень его внедрения в разных отраслях сильно различается. В здравоохранении использование ИИ для диагностики заболеваний, прогнозирования эпидемий и предоставления персонализированного лечения. Однако в России нет единой системы электронных медицинских карт, которая бы использовалась во всех медицинских учреждениях, как частных, так и государственных, что не позволяет обучать модели ИИ на больших объемах данных для помощи в постановке диагноза или нахождения предпосылок возникновения некоторых болезней [9]. В образовании системы электронного обучения и адаптивной оценки знаний только начинают внедряться локально, и пока не продуманы способы оценки знаний. В государственном управлении системы ИИ начали внедрять для оптимизации взаимодействия с гражданами, например в госуслугах или МФЦ. Однако, в связи с ограниченностью их функционала, в данный момент времени системы ИИ не могут покрыть весь спектр вопросов граждан [10].

6. Глобальное соперничество и геополитика

Россия участвует во всемирной гонке за превосходство в области ИИ, но ей трудно соперничать из-за санкций и ограничений обмена технологиями с другими странами. По индексу развития ИИ (AI Index Report 2023) Россия занимает 12-е место по публикациям в области ИИ, но значительно отстаёт по инвестициям и числу стартапов [11].

Заключение

Использование искусственного интеллекта в современной России открывает широкие возможности для экономики, управления и повышения качества жизни. Однако для успешного внедрения необходимо:

устранить пробелы в законодательстве касающиеся искусственного интеллекта;

укрепить этический и общественный контроль;

развивать подготовку кадров;

инвестировать в инфраструктуру и технологии;

поддерживать межведомственное и международное сотрудничество.

Такой подход позволит России занять достойное место в цифровом мире и эффективно использовать потенциал искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Концепция правового регулирования технологий искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/documents/4581/>, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
2. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. Разработки исследовательских центров по ИИ нашли практическое применение в бизнесе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ac.gov.ru/news/page/razrabotki-issledovatelских-centrov-po-ii-nasli-prakticheskoe-primenenie-v-biznese-27797>, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
3. Радио Свобода. Слежка через распознавание лиц в российских городах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.svoboda.org/a/russia-facial-recognition-surveillance-cities/31941992.html>, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
4. Фонд «Сколково». Искусственный интеллект в России: что нужно знать? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sk.ru/foundation/news/20221121/iskusstvennyy-intellekt-v-rossii-chto-nuzhno-znat/>, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
5. HeadHunter. Анализ рынка труда: спрос на специалистов по ИИ в 2023 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hh.ru/article/36843>, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
6. Министерство цифрового развития РФ. Национальный проект «Цифровая экономика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/target/nacionalnaya-programma-cifrovaya-ekonomika-rossijskoj-federaczii>, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
7. РБК. Российские компании ищут альтернативы NVIDIA после санкций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rbc.ru/technology_and_media/2023/09/14/6501c7e99a794720f9d87a5b, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
8. ТАСС. Импортзамещение в сфере высокопроизводительных вычислений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/17947255>, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
9. Росздравнадзор. Концепция развития ИИ в здравоохранении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://roszdravnadzor.gov.ru/upload/med_files/ai_healthcare_strategy_2024.pdf, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
10. РИА Новости. Использование ИИ в госуправлении: проблемы прозрачности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/20250416/ii-2011536930.html>, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.
11. Stanford HAI. AI Index Report 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hai.stanford.edu/research/ai-index-report>, свободный. – Дата обращения: 05.04.2025.

Сведения об авторе:

Валиев Т.И. студент, Казанский национальный исследовательский университет, Казань, Россия

Научный руководитель: Панченко О.В., кандидат технических наук, доцент, Казанский национальный исследовательский университет, Казань, Россия

Valiev T.I., Student, Kazan National Research University, Kazan, Russia

scientific supervisor: Panchenko O.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan National Research University, Kazan, Russia

УДК 687.01:658.562

Джураева З.А.

*Политехнический институт Таджикского технического Университета имени академика М.С.
Осими, Худжанд, Таджикистан*

Качество продукции как конкурентоспособность швейных изделий

Аннотация: В статье рассматривается взаимосвязь между качеством продукции и конкурентоспособностью швейных изделий. Особое внимание уделяется критериям оценки качества, методам обеспечения высокого качества продукции, а также влиянию этих факторов на позиционирование продукции на рынке. Приведены практические результаты исследований качества продукции на примере таджикских производителей швейных изделий с проведением расчёта интегрального индекса конкурентоспособности.

Ключевые слова: качество продукции, конкурентоспособность, швейные изделия, стандарты, потребительские предпочтения, контроль качества, Таджикистан.

Juraeva Z.A.

Product quality as the competitiveness of garments

Abstract: The article explores the relationship between product quality and the competitiveness of sewing products. Special attention is paid to quality assessment criteria, methods for ensuring high product quality, and the impact of these factors on market positioning. Practical research results on product quality are presented using examples of Tajik sewing manufacturers, including the calculation of an integral competitiveness index.

Key words: product quality, competitiveness, sewing products, standards, consumer preferences, quality control, Tajikistan.

Введение

Проблема качества продукции является одной из центральных в деятельности предприятий швейной промышленности. Потребитель делает выбор не только по цене, но и, в первую очередь, по качеству изделия. В условиях насыщенности рынка качественная продукция становится главным инструментом формирования имиджа предприятия, его узнаваемости и конкурентных преимуществ.

Качество продукции определяет степень удовлетворения потребностей и ожиданий потребителей, влияет на репутацию бренда и уровень доверия клиентов. Оно также служит основой для построения долгосрочных деловых связей и укрепления позиций на рынке. В

современных условиях, когда рынок становится всё более ориентированным на клиента, важность качества возрастает в разы. Покупатели ожидают не только функциональности, но и эстетики, долговечности, соответствия экологическим и этическим стандартам.

Дополнительно, повышение качества продукции положительно отражается на экономических показателях предприятия: снижает количество возвратов и рекламаций, способствует росту повторных продаж и лояльности клиентов, минимизирует производственные потери. Таким образом, системный подход к управлению качеством становится неотъемлемым элементом устойчивого развития предприятия.

Современный рынок легкой промышленности характеризуется высоким уровнем конкуренции, быстрыми изменениями модных тенденций и ростом требований потребителей к качеству изделий. В этих условиях обеспечение и поддержание высокого уровня качества швейной продукции становится неотъемлемой составляющей конкурентоспособности предприятий Таджикистана.

Методы исследования

В работе применялись следующие методы:

Анализ нормативной документации (ГОСТ, ISO и др.) [1, 2];

Социологический опрос потребителей [5];

Сравнительный анализ ассортимента и качества продукции отечественных и зарубежных производителей;

Методы статистической обработки данных;

Экспертная оценка качества продукции [3, 4].

Результаты

В результате анализа установлено, что качество швейной продукции зависит от следующих факторов:

Качество используемых материалов;

Уровень технологической подготовки производства;

Квалификация персонала;

Эффективность системы контроля качества на всех этапах производства.

Таблица 1 – Влияние факторов на уровень качества швейных изделий

Фактор	Удельный вес влияния (%)	Источник данных
Качество материалов	35	Авторское исследование, опрос потребителей
Технологическое оснащение	25	Производственные отчёты предприятий
Квалификация персонала	20	Интервью с руководителями производств
Контроль качества	15	Внутренние регламенты
Другие факторы	5	Обобщённые наблюдения

Источник таблицы: Результаты собственного исследования автора.

Наибольшее влияние на качество продукции оказывает качество используемых материалов. Это подтверждается как данными опроса потребителей, так и анализом производственной документации [3, с. 88]. Существенную роль также играют техническое оснащение и уровень подготовки персонала.

Таблица 2 – Сравнительный индекс конкурентоспособности швейных предприятий Таджикистана

Критерий	Вес (w _i)	ООО «Guliston»	ЗАО «Atlas»	ООО «Textile TJ»	Эталон (H&M)
Качество материалов	0.30	6.8	6.0	7.5	10
Технологичность пошива	0.25	7.5	6.8	8.0	9.5
Дизайн/ внешний вид	0.20	6.5	5.5	7.0	9.0
Эргономичность изделия	0.15	8.0	7.0	8.5	9.0
Износостойкость	0.10	8.5	8.0	9.0	10
ИК (интегральный индекс)		0.757	0.678	0.829	1.000

Источник таблицы: Смоделированные расчёты на основе экспертной оценки и анализа открытых данных.

- ООО «Textile TJ» демонстрирует наивысший индекс конкурентоспособности (0.829), благодаря применению современных технологий и качеству продукции;

- ООО «Guliston» занимает среднюю позицию с индексом 0.757;

- ЗАО «Atlas» отстаёт (0.678) из-за устаревшего оборудования и недостаточного внимания к дизайну.

Обсуждение

Анализ показал, что предприятия, уделяющие повышенное внимание контролю качества и внедряющие современные технологии, имеют более устойчивые позиции на рынке. Внедрение международных стандартов (ISO 9001 и др.) способствует росту доверия потребителей и партнёров [2]. В то же время ряд отечественных предприятий нуждаются в модернизации оборудования и повышении квалификации кадров для улучшения качества продукции [4, с. 57].

Дополнительно, стоит отметить, что стандартизация и контроль качества позволяют не только улучшить показатели конкурентоспособности, но и повысить доверие на международных рынках. Сравнительный анализ, проведённый на основе интегрального индекса конкурентоспособности, показал, что компании, активно применяющие стандарты ISO, добиваются лучшей результативности в области качества и устойчивого спроса. Также социологический опрос

выявил, что более 67% потребителей выбирают изделия именно по признаку качества, а не только цены, что подчёркивает значимость данного параметра при формировании рыночной стратегии [5].

Также важно учитывать влияние дизайнерского подхода и эргономических характеристик, которые становятся всё более значимыми с точки зрения восприятия продукции конечным потребителем. Гармоничное сочетание эстетики, функциональности и качества позволяет швейным изделиям успешно конкурировать не только внутри страны, но и на внешнем рынке [4].

Таким образом, формирование конкурентных преимуществ должно опираться на системный подход к управлению качеством, включающий как технические, так и маркетинговые аспекты. Такой подход обеспечивает долгосрочную устойчивость предприятия и способствует расширению рыночных позиций на внутреннем и международном уровне [3].

Кроме того, необходимо учитывать новые технологические тенденции, такие как цифровизация процессов производства и внедрение автоматизированных систем контроля. Использование цифровых решений позволяет более точно отслеживать параметры качества на всех этапах производства, оперативно выявлять и устранять дефекты, а также формировать электронные базы данных, облегчающие процесс анализа и оптимизации [2].

Одним из перспективных направлений также является применение устойчивых и экологически безопасных материалов, что отвечает мировым трендам и формирует положительный имидж компании. Потребители всё чаще отдают предпочтение производителям, ориентированным на экологическую ответственность. Это требует от предприятий не только технических, но и организационно-управленческих изменений, включая сертификацию продукции по стандартам экологической безопасности (например, Oeko-Tex) [1].

В современных условиях также важна гибкость производства и способность быстро адаптироваться под изменяющиеся требования рынка. Компании, внедряющие модульные производственные системы и использующие принципы бережливого производства, добиваются лучших результатов в обеспечении стабильного качества и сокращении производственных издержек [3].

Выводы:

1. Качество продукции является определяющим фактором в обеспечении конкурентоспособности швейных изделий, так как напрямую влияет на потребительское восприятие, уровень продаж и устойчивость предприятия на рынке.

2. Ключевыми условиями для достижения высокого уровня качества являются: использование сертифицированных и экологически безопасных материалов, постоянное обновление и модернизация производственного оборудования, а также высокая квалификация сотрудников, занятых как в производственном процессе, так и в контроле качества.

3. Внедрение международных стандартов, таких как ISO 9001, а также экологических стандартов (например, Оeko-Tex), способствует формированию доверия со стороны потребителей и партнёров, открывая новые перспективы на международных рынках.

4. Цифровизация производственных процессов и внедрение автоматизированных систем контроля качества позволяют значительно повысить точность и эффективность контроля, ускорить обработку данных, а также минимизировать влияние человеческого фактора на конечный результат.

5. Современные требования рынка требуют от предприятий лёгкой промышленности гибкости, способности к быстрой адаптации под изменяющиеся запросы потребителей. Это возможно благодаря применению бережливых технологий, модульной организации производства и ориентации на инновации.

Таким образом, устойчивое развитие швейных предприятий в Таджикистане возможно только при условии комплексного подхода к управлению качеством, активного внедрения инновационных решений и постоянной ориентации на потребности рынка. Это позволит не только повысить конкурентоспособность продукции, но и внести вклад в укрепление национального бренда и продвижение отечественной текстильной индустрии на международном уровне.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52093-2003. Изделия швейные. Общие технические условия.
2. ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements.
3. Васильев В.Н. Управление качеством продукции на предприятиях легкой промышленности. — М.: Легпромиздат, 2020.
4. Курбатова М.Б. Конкурентоспособность и качество: стратегические подходы в управлении предприятием. — СПб.: Питер, 2021.
5. Материалы социологического опроса потребителей (авторское исследование, 2024 г.).

Сведения об авторе

Джураева З.А., кандидат экономических наук, доцент, Политехнический институт Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими, Худжанд, Таджикистан

Juraeva Z.A., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Polytechnic Institute of Tajik Technical University University named after academician M.S. Osimi, Khujand, Tajikistan

УДК 66.066

Березуцкий Д.С.¹, Одоевцева М. В.²

¹АО «ВТЗ», Волжский, Россия

²НИИ «МЭИ», Москва, Россия

Численный метод добавления деэмульгатора в обратную систему охлаждения

Аннотация: В данной статье представлен численный метод добавления деэмульгатора в обратную систему охлаждения, направленный на улучшение ее эффективности и снижение энергетических затрат. Рассматриваются основные принципы работы деэмульгаторов, их влияние на свойства охлаждающих жидкостей. Описаны результаты численных экспериментов, подтверждающие эффективность предложенного подхода, и предложены рекомендации по оптимизации параметров системы. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о целесообразности применения данного метода в промышленных условиях для повышения надежности и устойчивости систем охлаждения.

Ключевые слова: численный метод, улучшение, деэмульгатор, эффективность, повышение надежности.

Berezutsky D.S., Odoevtseva M.V.

Numerical method of adding a demulsifier to a circulating cooling system

Abstract: This article presents a numerical method for adding a demulsifier to a circulating cooling system, aimed at improving its efficiency and reducing energy costs. The basic principles of operation of demulsifiers and their effect on the properties of coolants are considered. The results of numerical experiments confirming the effectiveness of the proposed approach are described, and recommendations for optimizing the system parameters are proposed. The analysis allows us to conclude that it is advisable to use this method in industrial conditions to increase the reliability and stability of cooling systems.

Keywords: numerical method, improvement, demulsifier, efficiency, reliability improvement.

Введение

В последние годы наблюдается рост интереса к эффективным методам управления теплообменными процессами в промышленных системах. Одним из ключевых аспектов является оптимизация обратных систем охлаждения, где важную роль играют процессы эмульгирования и деэмульгирования. Применение деэмульгаторов в таких системах может

значительно повысить их эффективность, улучшив теплоотвод и снизив риск образования отложений.

В данной статье рассматривается численный метод добавления деэмульгатора в оборотную систему охлаждения, который позволяет моделировать и анализировать его влияние на физико-химические процессы. Используя современные вычислительные технологии, мы стремимся оптимизировать параметры работы системы, что может привести к значительному улучшению ее эксплуатационных характеристик.

Целью данного исследования является разработка и обоснование численного метода, который позволит точно оценить эффективность добавления деэмульгатора в оборотные системы охлаждения и определить оптимальные условия его применения.

Анализ нарушений в работе металлургического оборудования показывает, что одной из причин выхода из строя оборудования может служить его недостаточное охлаждение.

Гидравлическое совершенство системы определяет не только ее пропускную способность, но и протекание тепловых процессов, а также эксплуатационные расходы. Анализ работы оборотных систем должен выполняться комплексно, так как все перечисленные факторы взаимосвязаны, и не всегда влияние одного из них на эффективность работы системы можно выделить в чистом виде. Эта задача может быть решена лишь при рассмотрении системы как единого целого с учетом всех влияющих на ее работу факторов.

Важной проблемой является качество оборотной воды; в работе предполагается рассмотреть реагентную обработку, как способ доведения качества оборотной воды до требуемых параметров.

Для оценки роли факторов на которые можно воздействовать (при исследовании и оптимизации оборотной системы охлаждения применялся метод планирования эксперимента. Задача заключается в нахождении регрессионного уравнения, пригодного для достаточно точного расчета параметров исследуемого процесса в принятых интервалах изменения факторов. При выборе факторов и интервалов их варьирования необходимо учитывать возможные ограничения технологического, экологического и экономического характера [1].

Величина, характеризующая уровень оптимизации процесса, называется критерием оптимальности. В частном случае критерием оптимальности может быть одна из функций отклика, характеризующих процесс. Оптимизация процесса представляет собой целенаправленный поиск значений влияющих факторов, при которых достигается экстремум критерия оптимальности (с учетом ограничений, наложенных на все влияющие факторы и функции отклика).

Исследования проводились с учетом влияния двух факторов:

- 1 Фактор X1–объем реагента, мл
- 2 Фактор X2– время отстаивания, мин

Схемы планирования для расчета коэффициентов уравнения регрессии приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни переменных в условных и натуральных единицах

Факторы	Минимальное значение	Максимальное значение	Значения уровней переменных соответствующие условным ед.		
			min	p	max
Объем реагента , мл (X ₁)	2,5	10	-1		1
Время отстаивания, мин (X ₂)	10	60	-1		1

Принятые обозначения:

$x_{i(ср)}$ - средний уровень изменения фактора;

h – шаг варьирования;

$$\left. \begin{aligned} x_{i-1(min)} &= x_{i(ср)} - h \\ x_{i+1(max)} &= x_{i(ср)} + h \end{aligned} \right\}$$

Формулы перевода в условный масштаб для $x_{i(min)}$, $x_{i(max)}$, $x_{i(ср)}$ следующие:

$$\left. \begin{aligned} \bar{x}_{i(min)} &= (x_{i(min)} - x_{i(ср)}) / h = -1 \\ \bar{x}_{i(max)} &= (x_{i(max)} - x_{i(ср)}) / h = +1 \\ \bar{x}_{i(ср)} &= (x_{i(ср)} - x_{i(ср)}) / h = 0 \end{aligned} \right\}$$

Любое значение x_i , заключенное между $x_{i(min)}$ и $x_{i(max)}$, переводится в условный масштаб по формуле:

$$\bar{x}_i = (x_i - x_{i(ср)}) / h$$

где $\bar{x}_i$ - значение изучаемого фактора в условном масштабе, а x_i - в физических. Единицах [2].

Все расчеты с помощью уравнений позволяют осуществлять перевод значения изучаемого фактора из натурального масштаба в условный. Уравнение регрессии для определения влияния объема дозируемого реагента -деэмульгатора 2495 (фирмы Налко) и времени отстаивания на концентрацию нефтепродуктов в оборотной воде после добавления реагента

$$Y = 23,39 + 42,14 \cdot X_1 + 19,59 \cdot X_2 - 51,95 \cdot X_1^2 + 200,29 X_2^2 + 34,13 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Теоретические значения определены с погрешностью -10,0%

Данное уравнение позволяет определить максимальное влияние факторов: объем дозируемого реагента и время отстаивания грязного цикла на концентрацию нефтепродуктов в оборотной воде [3].

Работа реагента была отмечена во всех случаях, но при добавлении 10 мл реагента и отстаивании в течении 10 минут был получен наилучший результат: содержание нефтепродуктов в рабочей пробе составило 47,2 мг/дм³, что в 26 раз меньше содержания в нефтепродуктов(1222 мг /дм³) в исходной пробе (рисунок 1) [4].

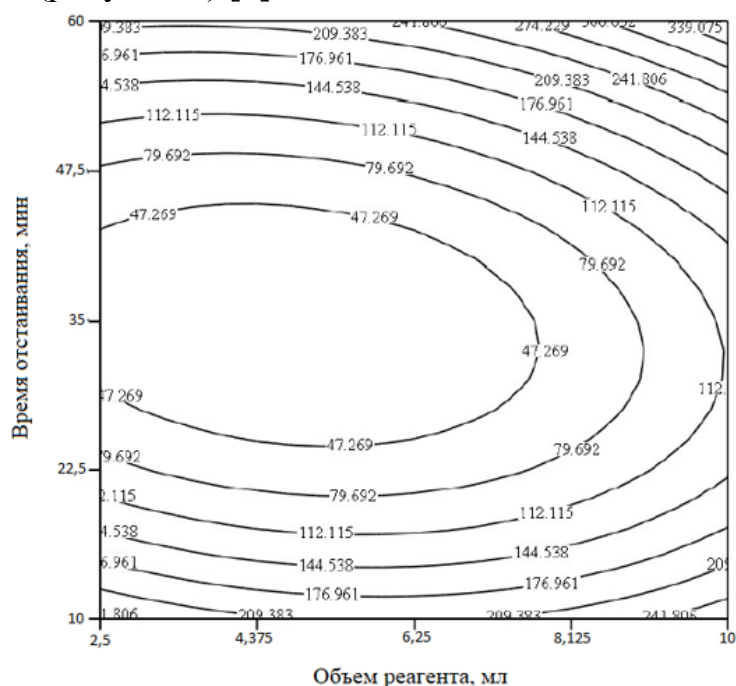


Рисунок 1 – Влияние объема реагента и времени отстаивания на количество нефтепродуктов в охлаждающей воде.

В результате опытов выяснилось, что количество масла, осаждаемого на окалину и находящегося в воде значительно уменьшается при добавлении деэмульгатора. Большая часть масла всплывает, т.е. становится доступным для удаления с поверхности; оборотная вода и становятся значительно чище.

Закключение

С учетом среднего расхода деэмульгатора 2495 - 0.4-0.5 мг/дм;
стоимости потерь воды (покупки и платы за сброс); снижения оплаты за сверхнормативные загрязнения; снижения взвешенных (снижение затрат на ежегодную очистку резервуара, снижение абразивного износа насосов, трубопроводов и т.д.); возможной реализации нефтепродуктов и возврата окалины экономический эффект составит 3,98 млн. руб.в год.

Список литературы

1. Проскуряков В.А. Очистка сточных вод в химической промышленности / В.А. Проскуряков, Л.И. Шмидт. – Ленинград: Химия, 1977. – 464 с.
2. Большина, Е.П. Экология металлургического производства: курс лекций / Большина, Е.П. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. – 155 с.
3. Шмиголь, В.В. Методы очистки сточных вод в оборотных системах нефтеперерабатывающих заводов / В.В., Шмиголь, К.И. Тен // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии. – Самара. - 2016. – с.211-214.
4. Вильсон, Е.В. Методология выбора коагулянтов в процессах водоподготовки / Е.В. Вильсон, Н.С. Серпокрылов, Г.Н. Земченко, С.В. Гетманцев // Вестник гражданских инженеров. – 2007. – № 3(12). – С. 52-57.

Сведения об авторах:

Березуцкий Данил Сергеевич, инженер, АО «ВТЗ», Волжский, Россия

Одоевцева Марина Вячеславовна, к.т.н., доцент, НИУ «МЭИ», Москва, Россия

Berezutsky Danil Sergeevich, JSC "VTZ", engineer

Odoevtseva Marina Vyacheslavovna, NRU "MEI", Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

УДК 004.021

Нелепов Р.А.,

*Южно-Российский государственный политический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
Новочеркасск, Россия*

Обзор и анализ существующих программных решений, выявление их достоинств и недостатков для систем автоматизированного выявления бракованной продукции с использованием компьютерного зрения или искусственного интеллекта

Аннотация: В статье представлен обзор и анализ актуальных программных решений, применяемых для автоматизированного выявления бракованной продукции с использованием технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Рассматриваются существующие системы, их функциональные возможности, а также достоинства и недостатки. Особое внимание уделяется сравнению алгоритмов обработки изображений, машинного обучения и глубокого обучения, а также их эффективности в различных производственных условиях. На основе проведенного анализа выделяются ключевые факторы, влияющие на выбор системы, а также рекомендации по оптимизации процессов контроля качества.

Ключевые слова: автоматизированное выявление, бракованная продукция, компьютерное зрение, искусственный интеллект, достоинства, недостатки, контроль качества

Nelepov R. A.

Review and analysis of existing software solutions, identification of their advantages and disadvantages for automated detection of defective products using computer vision or artificial intelligence

Abstract: The article provides an overview and analysis of current software solutions used for automated detection of defective products using computer vision and artificial intelligence technologies. The existing systems, their functionality, as well as advantages and disadvantages are considered. Particular attention is paid to comparing image processing, machine learning, and deep learning algorithms, as well as their effectiveness in different production environments. Based on the analysis, the key factors influencing the choice of the system are identified, as well as recommendations for optimizing quality control processes.

Keywords: automated detection, defective products, computer vision, artificial intelligence, advantages, disadvantages, quality control

повысить эффективность автоматизированного контроля качества продукции.

Введение

В современном мире автоматизация процессов производства играет ключевую роль в повышении эффективности и конкурентоспособности предприятий. Одной из наиболее значимых задач в этой области является контроль качества продукции, который традиционно выполнялся вручную, что ограничивало его точность и скорость. С развитием технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта (ИИ) появилась возможность автоматизировать этот процесс, что позволяет существенно улучшить его показатели.

Несмотря на значительный прогресс в разработке систем автоматизированного контроля качества, существует множество проблем, связанных с их внедрением и эксплуатацией. Например, выбор подходящего программного обеспечения для конкретных производственных условий требует глубокого анализа его функциональных возможностей, а также оценки достоинств и недостатков. Целью данного исследования является проведение обзора существующих программных решений, анализ их характеристик и выявление рекомендаций по их использованию.

Для достижения поставленных целей в работе используются методы сравнительного анализа программных решений, классификация их функциональных возможностей, а также изучение практических примеров их применения. Такой подход позволяет систематизировать знания в данной области и предложить рекомендации по выбору и внедрению систем автоматизированного контроля качества.

Современные технологии компьютерного зрения и искусственного интеллекта

Определение и принцип работы систем компьютерного зрения

Системы компьютерного зрения представляют собой совокупность технологий и методов, которые позволяют компьютерам анализировать и интерпретировать визуальную информацию из реального мира. Эти системы находят широкое применение в различных областях, включая промышленное производство, где они используются для автоматического обнаружения дефектов и контроля качества продукции. Появление компьютерного зрения в производственных процессах датируется 1980-ми годами, когда развитие технологий обработки изображений сделало возможным использование подобных систем на конвейерах. С тех пор компьютерное зрение стало неотъемлемой частью современного производства, обеспечивая высокую точность анализа и минимизируя человеческий фактор.

Основной принцип работы систем компьютерного зрения заключается в захвате визуальной информации с помощью камер, её обработке и анализе с использованием алгоритмов обработки изображений и машинного обучения. В процессе обработки изображения преобразуются в цифровую форму, после чего алгоритмы выделяют ключевые особенности, такие как формы, текстуры или цветовые аномалии, указывающие на наличие дефектов. Полученное изображение подвергается пороговой обработке, что позволяет более эффективно анализировать данные. Классифицируя задачи машинного зрения, можно выделить направления, такие как работа с видеопотоком и анализ отдельных снимков (Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2017). Современные системы применяют сложные алгоритмы, включая нейронные сети, что способствует повышению точности и скорости анализа. Исследование MarketsandMarkets подтверждает, что мировой рынок технологий компьютерного зрения продолжает расти, что указывает на растущую востребованность этих систем в различных отраслях.

Роль искусственного интеллекта в автоматизации контроля качества

Искусственный интеллект (ИИ) занимает важное место в автоматизации контроля качества благодаря способности анализировать большие объемы данных и обучаться на основе предоставленных образцов. Основные принципы его применения включают алгоритмы машинного обучения, которые используются для классификации дефектов, прогнозирования неисправностей и оптимизации производственных процессов. Современные интеллектуальные системы, применяющие алгоритмы детектирования объектов, действительно «играют ключевую роль в автоматизации процессов, включая выявление бракованной продукции» (Попов, 2018. 1 с.). Например, нейронные сети способны моделировать сложные зависимости в данных, что делает их эффективными инструментами для анализа изображений продукции.

Применение ИИ в производстве демонстрирует значительные успехи. Например, компания Tesla внедрила системы анализа изображений для выявления дефектов на производственных линиях, что позволило снизить процент брака на 15%. В свою очередь, Samsung использует ИИ для контроля качества на своих заводах, где технологии позволяют обрабатывать до 99% продукции в режиме реального времени. Применение машинного зрения для контроля качества продукции автоматически выявляет дефекты, что снижает зависимость от человеческого фактора (Абдуллин, Галимов, 2025. 4 с.). Эти примеры подчеркивают, как ИИ способствует повышению эффективности и точности контроля качества.

Внедрение ИИ в автоматизацию контроля качества приносит множество преимуществ, включая повышение точности обнаружения дефектов, снижение затрат на производство и увеличение скорости обработки данных. Исследование McKinsey показывает, что использование ИИ может повысить производительность на 20-30%. При этом внедрение таких технологий сопряжено с вызовами, такими как необходимость значительных инвестиций, сложность интеграции с существующими системами и потребность в квалифицированных специалистах для настройки и обслуживания. Финансовое планирование и контроль играют важную роль в эффективном управлении производственными процессами. В этом контексте «подсистема бюджетирования в «1С: Управление производственным предприятием» включает функции финансового планирования, учета и контроля доходов и расходов как на уровне предприятия в целом, так и на уровне ЦФО» (Сукиасян, 2015, с. 4). Интеграция ИИ с системами управления может значительно улучшить финансовые показатели и оптимизировать производственные процессы.

Тенденции развития технологий в области автоматизированного выявления бракованной продукции

Современные достижения в области алгоритмов анализа изображений значительно повышают точность и скорость обнаружения дефектов в производственных процессах. Применение глубоких нейронных сетей обеспечивает обработку изображений с высокой степенью детализации, что особенно важно для выявления мелких дефектов. Как отмечает Кабачник (2022), «алгоритмы машинного или глубокого обучения требуют более высоких вычислительных мощностей, в том числе и мощных графических процессоров для поддержки параллельных вычислений». В этом контексте компании, такие как NVIDIA и Intel, активно разрабатывают специализированные процессоры, которые ускоряют выполнение сложных вычислений, необходимых для анализа изображений. Это делает технологии компьютерного зрения более доступными для внедрения в различных отраслях промышленности.

Интеграция технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта в производственные линии обеспечивает контроль качества продукции в режиме реального времени. Эти решения не только позволяют обнаруживать дефекты, но и оперативно вносить коррективы в производственный процесс. В частности, «сегодня одним из менее автоматизированных и компьютеризированных этапов технологии в текстильной и легкой промышленности является контроль качества и выявление дефектов текстильных материалов» (Воронкова, 2022. 41 с.). Применение специализированных платформ и процессоров улучшает обработку данных и их интеграцию с системами управления

производством, что, в свою очередь, повышает общую производительность и снижает затраты на контроль качества.

Обзор существующих программных решений **Классификация программных решений по функциональным** **возможностям**

Программные решения для автоматизированного выявления бракованной продукции можно классифицировать по их функциональным возможностям. Основные классы таких решений включают системы обнаружения дефектов, сортировки, измерения и идентификации. Эти решения используют технологии компьютерного зрения и искусственного интеллекта для анализа изображений и выполнения задач контроля качества. Например, системы обнаружения дефектов фокусируются на выявлении повреждений, трещин или иных отклонений от нормы на поверхности изделий, тогда как системы сортировки обеспечивают автоматическое распределение продукции по категориям. Измерительные системы выполняют точные замеры геометрических параметров объектов, а идентификационные системы занимаются распознаванием и классификацией продукции. Такой подход к классификации позволяет четко выделить функциональные особенности каждого класса и определить их применимость в различных производственных условиях.

Функциональные возможности систем контроля качества, основанных на компьютерном зрении, варьируются в зависимости от их назначения. Например, системы обнаружения дефектов способны автоматически выявлять мельчайшие изъяны на поверхностях продукции, используя алгоритмы глубокого обучения и обработки изображений. Сортировочные системы обеспечивают высокую скорость обработки, позволяя распределять изделия по категориям в режиме реального времени. Измерительные системы отличаются высокой точностью, что особенно важно для контроля параметров продукции в высокотехнологичных отраслях. Наконец, системы идентификации могут использоваться для отслеживания продукции на всех этапах производства, что способствует улучшению логистики и контроля качества. Эти возможности делают системы контроля качества незаменимыми в современных производственных процессах.

Среди существующих программных решений можно выделить систему Cognex In-Sight, широко используемую для инспекции и анализа продукции. Эта система относится к классу обнаружения дефектов и отличается высокой точностью и надежностью. Другим примером является библиотека OpenCV, предоставляющая обширный набор инструментов для разработки приложений компьютерного зрения, включая задачи идентификации и сортировки. TensorFlow, в свою очередь, применяется

для создания моделей машинного обучения, которые используются в системах обнаружения дефектов и анализа изображений. При этом важно учитывать, что «искажение формы штампованных изделий при разделительных и формоизменяющих операциях является одним из наиболее распространённых видов брака в листовой штамповке» (Северденко, Овчинников, Розенберг, 1973. 1 с.). Эти примеры демонстрируют разнообразие программных решений, которые можно классифицировать по функциональным возможностям, что облегчает выбор подходящих систем для конкретных производственных задач.

Анализ достоинств и недостатков популярных систем

Популярные системы автоматизированного контроля качества, такие как OpenCV и TensorFlow, обладают рядом ключевых характеристик, которые делают их востребованными в промышленности. OpenCV предоставляет широкий набор инструментов для обработки изображений, что позволяет эффективно анализировать визуальные данные. TensorFlow, в свою очередь, поддерживает разработку сложных моделей машинного обучения для задач обнаружения дефектов, что значительно повышает точность контроля. Эти системы отличаются высокой гибкостью в настройке и интеграции, что делает их подходящими для различных производственных процессов. Среди важных аспектов обучения моделей стоит отметить, что «обучение проводилось на случайных фрагментах изображения с крышкой. Фрагменты могли не содержать ни одного символа. Такой подход оказался критически важным для эффективного обучения, т. к. в остальных случаях модель переобучалась» (Иванюк, Лузан, Головкин, Новик, б. г. 5 с.). Использование разнообразных фрагментов изображений способствует улучшению качества обучения моделей и снижению риска переобучения, что является важным фактором для достижения надежных результатов в контроле качества.

К основным достоинствам систем автоматизированного контроля качества относится их способность значительно снижать уровень дефектов на производстве. Исследования подтверждают, что использование таких систем может привести к снижению дефектов на 30-40%. Они обеспечивают высокую точность обнаружения недостатков и сокращают время производства благодаря автоматизации процессов. В листостамповочном производстве наиболее перспективным методом выявления дефектов является компьютерное зрение, которое обеспечивает объективный контроль изделий. Системы с искусственным интеллектом функционируют в соответствии с заданными параметрами (Костюченко, 2022, с. 1). Кроме того, применение автоматизированных систем позволяет оптимизировать ресурсы и минимизировать влияние человеческого фактора.

Системы автоматизированного контроля качества, несмотря на свои преимущества, имеют и ряд недостатков. Одним из значительных ограничений является высокая стоимость внедрения и обслуживания таких решений. Для их эффективной работы необходимо наличие качественных данных для обучения моделей, что может быть проблематичным в некоторых производственных условиях. Кроме того, сложность интеграции подобных систем в существующие производственные процессы также представляет собой серьезное препятствие. В этом контексте обоснована необходимость решения задачи контроля дефектов изделий из AlSiC с помощью машинного зрения, используя нейронную сеть с контролируемым обучением, что подчеркивает важность поиска оптимальных методов для эффективного контроля качества в современных условиях (Андрянов, 2024. 128 с.).

Сравнительный анализ популярных систем, таких как OpenCV и TensorFlow, показывает, что каждая из них обладает уникальными сильными сторонами. OpenCV выделяется доступностью и богатым функционалом для обработки изображений, в то время как TensorFlow демонстрирует мощь в создании моделей глубокого обучения. При этом обе системы требуют значительных ресурсов для настройки и внедрения, что может стать ограничением для небольших предприятий. В этом контексте «облачные вычисления предлагают инфраструктуру, платформу и образовательные услуги, которые создают доступную и инновационную среду обучения» (Каплун, 2024, с. 12), что может помочь малым компаниям преодолеть некоторые из этих барьеров.

Сравнительный анализ производительности различных программных решений

Методология оценки производительности программных решений для автоматизированного выявления бракованной продукции основывается на ряде ключевых критериев. Одним из основных является точность, которая определяет способность системы правильно идентифицировать дефекты. Кроме того, важным аспектом является скорость обработки данных, что особенно критично для производственных линий с высокой пропускной способностью. Надежность и стабильность работы системы также играют значимую роль, так как они влияют на минимизацию простоев и ошибок. Для получения объективных результатов оценки применяются тестовые наборы данных, моделирующие реальные производственные условия. Для сравнения решений используются стандартизированные метрики, такие как точность обнаружения, скорость обработки и коэффициент ложных срабатываний.

Сравнение ключевых показателей производительности различных программных решений показывает значительные различия в их

эффективности. Например, решения на основе глубокого обучения, такие как TensorFlow и PyTorch, демонстрируют высокую точность обнаружения дефектов, достигающую 95%, что значительно превышает показатели традиционных подходов, которые достигают около 80%. Кроме того, системы, использующие современные алгоритмы компьютерного зрения, обеспечивают более высокую скорость обработки данных, что делает их предпочтительными для применения на производственных линиях с высокой интенсивностью. Однако некоторые системы требуют значительных вычислительных ресурсов, что может быть ограничением для их использования в условиях с ограниченным бюджетом.

Примеры успешного применения программных решений демонстрируют их эффективность в реальных условиях. Например, компания Tesla внедрила систему автоматического контроля качества на своих сборочных линиях, что позволило снизить количество дефектов на 30%. Другой пример - применение решений на базе глубокого обучения в пищевой промышленности, где системы обеспечивают высокую точность сортировки продукции, минимизируя количество ошибок. Эти примеры подчеркивают потенциал современных технологий в повышении качества и производительности производственных процессов.

Рекомендации по адаптации систем под специфические производственные процессы

Адаптация систем контроля качества под специфические производственные процессы является важным этапом их внедрения, так как каждая отрасль имеет свои уникальные требования и особенности. Эффективная адаптация включает в себя анализ производственных процессов, выявление ключевых точек, где возможны дефекты, и настройку систем таким образом, чтобы они могли максимально точно обнаруживать отклонения. Например, в пищевой промышленности системы должны быть адаптированы для работы с продуктами различных размеров и форм, а в автомобильной промышленности — для проверки качества сложных деталей. Согласно данным исследования MarketsandMarkets, рынок программного обеспечения для контроля качества с использованием искусственного интеллекта оценивается в 2,5 миллиарда долларов США в 2023 году, что подчеркивает актуальность таких решений.

Примеры успешной адаптации систем контроля качества демонстрируют их потенциал в различных отраслях. Например, компания Amazon Robotics внедрила системы компьютерного зрения для контроля качества на своих производственных линиях, что позволило сократить количество дефектов на 20%. Этот случай иллюстрирует, как использование современных технологий, таких как искусственный

интеллект, может повысить эффективность и точность процессов контроля. В текстильной и фармацевтической промышленности адаптация систем включает настройку на обнаружение специфических дефектов, характерных для этих продуктов. Это позволяет минимизировать потери и улучшить качество выпускаемой продукции. Системы мониторинга и контроля качества обеспечивают возможность контроля производственных процессов в режиме реального времени, что позволяет быстро реагировать на любые отклонения и предотвращать возникновение брака (Коллектив авторов, 2023. 216 с.).

Перспективы внедрения новых технологий в автоматизацию контроля качества

Современные технологии в области автоматизации контроля качества активно развиваются. Одной из ключевых тенденций является всё более широкое внедрение искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения, которые позволяют системам самостоятельно обучаться и улучшать свои алгоритмы на основе полученных данных. Например, согласно отчету компании McKinsey & Company за 2021 год, применение ИИ может повысить эффективность контроля качества на 20–30%, что свидетельствует о значительном потенциале этой технологии. Другой важной тенденцией является использование облачных технологий для обработки и хранения огромных объемов данных, что позволяет предприятиям ускорить процессы анализа и обеспечить доступ к информации в реальном времени. Также стоит отметить развитие технологий компьютерного зрения, которые становятся всё более точными благодаря улучшению аппаратного обеспечения и алгоритмов обработки изображений. Эти тенденции показывают, что автоматизация контроля качества становится более доступной и эффективной.

Влияние новых технологий на автоматизацию контроля качества проявляется в повышении точности, скорости и надежности процессов. Например, технологии компьютерного зрения, которые, по данным исследования MarketsandMarkets, к 2027 году достигнут объема рынка в 48 миллиардов долларов, позволяют значительно улучшить идентификацию дефектов продукции. Это особенно важно в условиях массового производства, где ошибки могут иметь серьёзные экономические последствия. Кроме того, внедрение искусственного интеллекта способствует созданию адаптивных систем, которые способны подстраиваться под изменяющиеся условия производства. Это позволяет предприятиям быстрее реагировать на изменения и поддерживать высокий уровень качества продукции. Таким образом, применение новых технологий открывает перед предприятиями возможность не только

повысить эффективность, но и снизить издержки, что делает их внедрение стратегически важным шагом для современных производств.

Заключение

В ходе проведенного исследования были систематизированы современные технологии компьютерного зрения и искусственного интеллекта, применяемые для автоматизации контроля качества продукции. Рассмотрены основные принципы их работы, анализированы достоинства и недостатки существующих программных решений, а также проведен сравнительный анализ их производительности. Это позволило выявить ключевые аспекты, влияющие на эффективность данных технологий в производственных условиях.

Исследование показало, что современные программные решения обладают рядом преимуществ, таких как высокая точность обнаружения дефектов, способность к обучению новым задачам и интеграция в производственные процессы. Однако были выявлены и недостатки, включая высокую стоимость внедрения, необходимость в специфическом оборудовании и сложности адаптации к уникальным условиям производства. Эти аспекты требуют дальнейшего изучения и совершенствования.

На основе проведенного анализа рекомендуется уделить внимание разработке более доступных и универсальных решений, способных эффективно адаптироваться к различным производственным условиям. Перспективными направлениями исследований являются улучшение алгоритмов обработки изображений, снижение затрат на внедрение и расширение функциональных возможностей систем. Эти усилия смогут значительно

Список литературы:

1. Абдуллин А.Р., Галимов И.А. Модернизация производственных процессов как мера эффективности по снижению брака // Электронный научный журнал «Вектор экономики». — 2025. — № 5. — [Электронный ресурс]. — URL: www.vectoreconomy.ru.
2. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД: Сборник статей / Коллектив авторов. — Стерлитамак: АМИ, 2024. — 130 с.
3. Воронкова О.В. Журнал «Перспективы науки» // Перспективы науки. — 2022. — № 10(157). — [б. с.].
4. Иванюк Д.С., Лузан А.А., Головкин В.А., Новик А.И. Система машинного зрения для контроля качества упаковки // Репозиторий БрГТУ. — [б. г.] — [б. м.] — [б. и.].
5. Кабачник Д. Искусственный интеллект в промышленных граничных вычислениях // СТА. — 2022. — № 2. — С. 36–37.

6. Костюченко Ю.А. Выявление дефектов на поверхности штампованных изделий с использованием систем компьютерного зрения и искусственного интеллекта // Современная наука: электроника, робототехника, автоматизация. — Минск: БНТУ, 2022. — С. 77–78.
7. НОВЫЕ ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ: сборник статей Международной научно-практической конференции (10 декабря 2015 г.) / под ред. Сукиасян А.А. — Челябинск: АЭТЕРНА, 2015. — 184 с.
8. ОБЩЕСТВО, ИНТЕЛЛЕКТ, ИНИЦИАТИВА В КОНТЕКСТЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ: Сборник статей / под ред. Коллектива авторов. — Стерлитамак: АМИ, 2023. — 354 с.
9. Попов В.В. Исследование алгоритмов детектирования объектов для системы технического зрения пожарного робота // Политехнический молодежный журнал. — 2018. — № 2. — С. 1–2.
10. Российская наука в современном мире: сборник статей X международной научно-практической конференции / Научно-издательский центр «Актуальность.РФ». — М.: Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2017. — 364 с.
11. Северденко В.П., Овчинников П.С., Розенберг С.Э. Брак в листовой штамповке / В.П. Северденко, П.С. Овчинников, С.Э. Розенберг. — Минск: Наука и техника, 1973. — 166 с.
12. Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем: сборник научных трудов. — Ульяновск: УлГТУ, 2024. — 145 с.
13. Стенюгина О.В., Матрохин А.Ю., Ломакина И.А., Гусев Б.Н. Совершенствование методики выявления несоответствующей продукции в отделочном производстве // Технология текстильной промышленности. — 2010. — № 1 (322). — С. 20–21.
14. Студнев С.В., Бурмистров Е.Г. Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек // Труды конгресса «Великие реки». — 2019. — Вып. 8. — [б. с.]. — ISBN 978-5-901722-63-3.
15. Фомичева Т.Л. Использование компьютерного зрения во взаимодействии с клиентами // Экономика: вчера, сегодня, завтра. — 2020. — Том 10. — № 2А. — С. 139–148. — DOI: 10.34670/AR.2020.93.55.011.
16. Шарма А. Использование вариационных автокодировщиков для генерации синтетических изображений на основе классических обучающих данных // Тенденции развития науки и образования. — 2023. — № 11. — С. 169–170.

Сведения об авторе:

Нелепов Роман Андреевич, студент, Южно-Российский государственный политический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск Россия,

Roman Andreevich Nelepov, postgraduate student, M.I. Platov South Russian State Political University (NPI), Novocherkassk, Russia

УДК 371.39

Макарова В.А., Малыш А.Е.

Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования «Московский университет «Синергия», Москва, Россия

Чат-бот. Эффективный интерактивный инструмент образовательного процесса

Аннотация: В статье рассматривается роль чат-ботов как инновационного инструмента в системе среднего профессионального образования, способного автоматизировать ответы на типовые вопросы студентов и оптимизировать работу преподавателей. Внедрение чат-бота в образовательную систему позволяет существенно упростить процесс получения информации для студентов и освободить время преподавателей для более глубокой работы с группой. Использование чат-ботов способствует улучшению коммуникации между студентами и преподавателями, а также повышению эффективности образовательного процесса в целом. Современные образовательные учреждения, включая системы среднего профессионального образования (СПО), сталкиваются с вызовами цифровизации, которые требуют новых подходов к взаимодействию между преподавателями и студентами. Одной из таких инноваций стали чат-боты - интеллектуальные системы, предназначенные для автоматизации процессов коммуникации и обучения.

Ключевые слова: чат-боты, коммуникации, эффективность образовательного процесса, поддержка студента, личное взаимодействие.

Makarova V.A., Malysh A.E.

A chatbot. An effective interactive tool for the educational process

Abstract: The article examines the role of chatbots as an innovative tool in the system of secondary vocational education, capable of automating answers to typical questions from students and optimizing the work of teachers. The introduction of a chatbot into the educational system makes it possible to significantly simplify the process of obtaining information for students and free up teachers' time for deeper work with the group. The use of chatbots helps to improve communication between students and teachers, as well as increase the effectiveness of the educational process as a whole. Modern educational institutions, including secondary vocational education (SPE) systems, face the challenges of digitalization, which require new approaches to interaction between teachers and students. One of these innovations is chatbots, intelligent systems designed to automate communication and learning processes.

Keywords: chatbots, communication, effectiveness of the educational process, student support, personal interaction.

Актуальность. Увеличение нагрузки на преподавателей из-за необходимости работы с большим количеством студентов. Потребность

студентов в быстром доступе к информации (например, расписание, задания, результаты тестов и т.д.).

Постепенная интеграция технологий искусственного интеллекта в учебный процесс, что соответствует требованиям современного рынка труда.

Снижение времени на выполнение административных и организационных задач, что позволяет преподавателю сосредоточиться на образовательной и методической деятельности

Цель: повышение эффективности образовательного процесса и взаимодействия между преподавателями и студентами

Исследование. В опросе приняли участие онлайн-опрос 24 преподавателя медицинского факультета, преимущественно это были женщины до 55 лет(рис.1). Онлайн-опросник из вопросов закрытого и открытого типа. Метод исследования использовался аналитический, анкетирование, опрос и статистическая обработка полученных результатов.

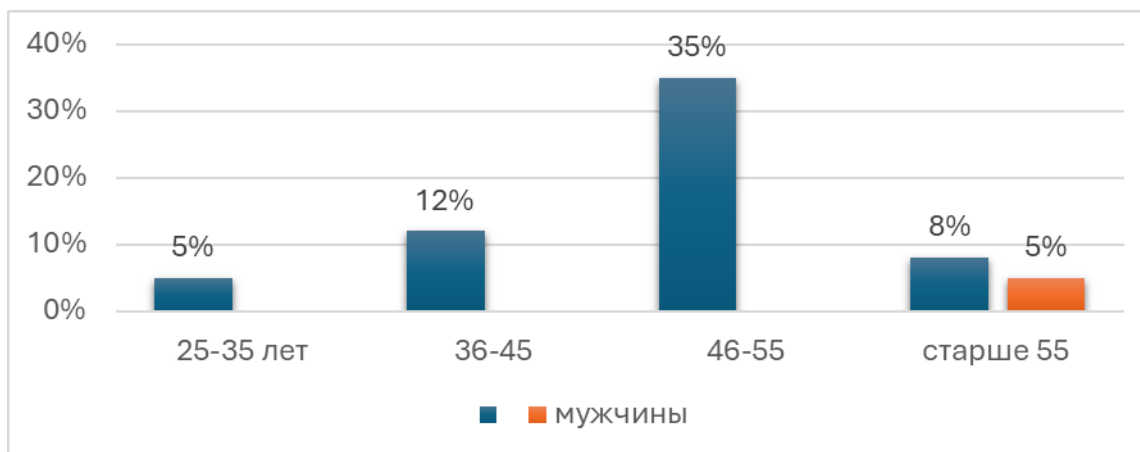


Рис. 1 Распределение по возрасту.

Конкретные цели, стоящие перед чат-ботом для преподавателя, возможность обеспечения круглосуточной поддержки студентов [1]. Чат-боты могут отвечать на вопросы студентов в любое время, что особенно важно для учащихся, которые работают или имеют гибкий график. Чат-боты способны выполнять такие задачи, как напоминания о сроках сдачи заданий, проверка тестов и выдача обратной связи(рис.2).

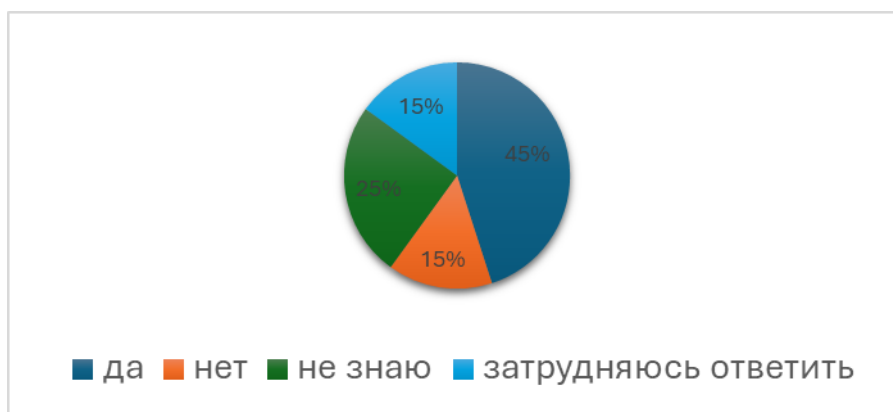


Рис.2 Повышение мотивации студентов

Интерактивный формат общения с ботами делает обучение более интересным и удобным для новых поколений. Это способствует повышению мотивации студентов.



Рис.3 Автоматизация рутинных задач преподавателя

Боты могут адаптировать ответы и задания в зависимости от уровня знаний каждого студента.

Многие преподаватели видят в чат-ботах значительный потенциал для улучшения образовательного процесса, особенно в таких аспектах, возможность чат-ботов брать на себя рутинные задачи, такие как ответы на часто задаваемые вопросы, рассылка уведомлений, проверка тестов(рис3). Что позволяет экономить время, которое можно использовать для более сложных задач, например, индивидуальной работы со студентами [2]. Чат-боты обеспечивают круглосуточный доступ студентов к информации.

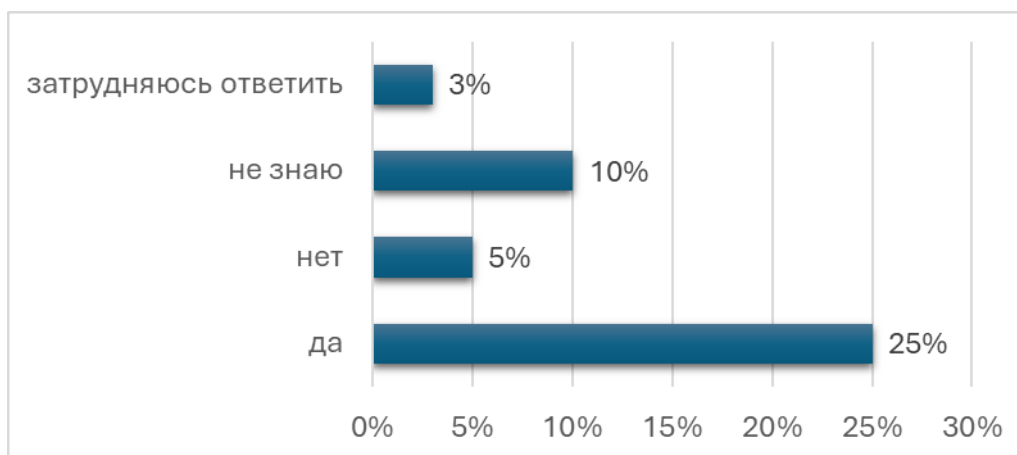


Рис.4 Обеспечение круглосуточной поддержки студента

Преподаватели отмечают, что они помогает решать проблемы с коммуникацией, особенно в дистанционном или смешанном формате обучения(рис.4). Чат-боты могут сделать процесс обучения более интерактивным и интересным для студентов за счёт геймификации и адаптации содержания.

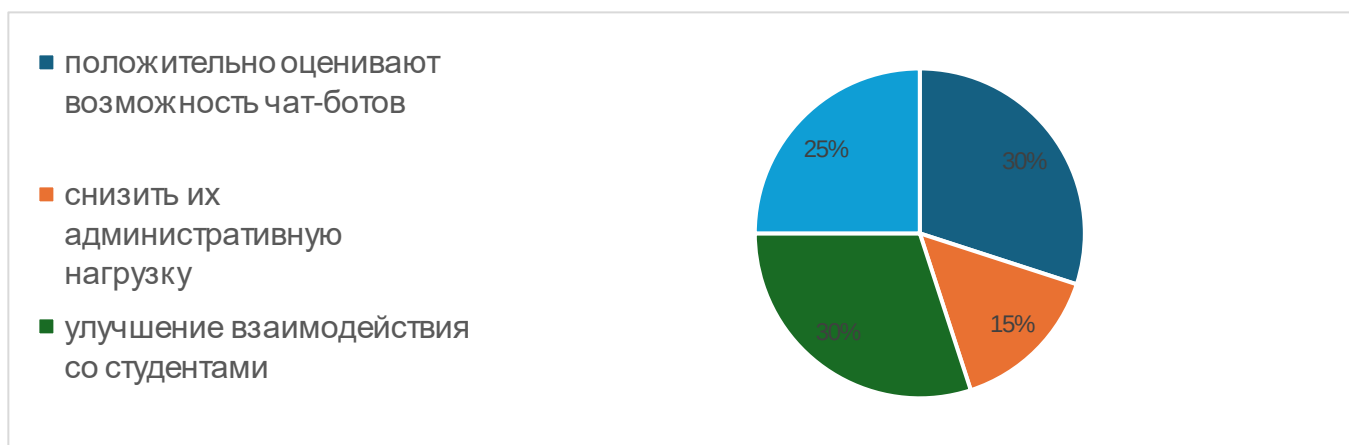


Рис. 5 Использование чат-ботов в работе

Однако, многие преподаватели, особенно старшего поколения, испытывают трудности с освоением новых технологий, считают использование чат-ботов сложным и требуют дополнительного обучения(рис.5). Некоторые преподаватели сомневаются, что чат-боты могут полноценно заменить их взаимодействие со студентами, особенно в вопросах обучения сложным темам[3]. Некоторые считают, что использование чат-ботов может уменьшить личное взаимодействие между преподавателем и студентом, что негативно скажется на образовательном процессе. Многие считают чат-ботов ненадёжными и неспособными решать сложные образовательные задачи.



Рис. 6 Нейтральное отношение к чат-ботам

Часть преподавателей воспринимают чат-ботов как угрозу своей профессиональной роли, полагая, что технологии со временем могут заменить их(рис.6).

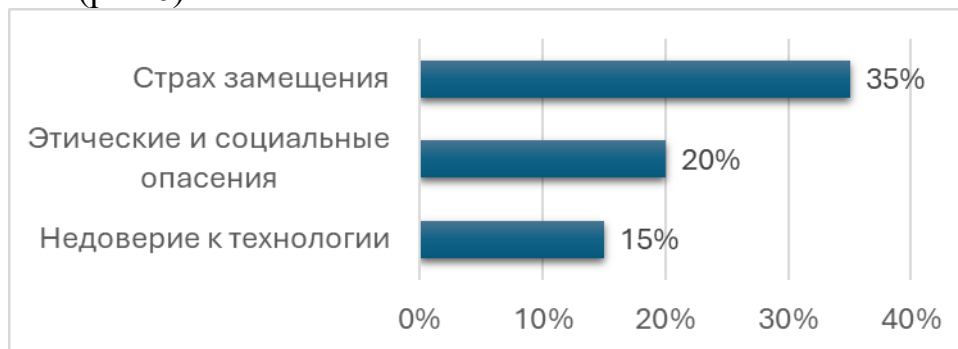


Рис. 7. Отрицательное отношение к чат-ботам

Большая часть используют чат-боты активно, четверть используют в ограниченной степени, третья часть преподавателей не используют чат-боты(рис7). Преподаватели опасаются, что студенты будут использовать чат-ботов для обмана, например, при выполнении заданий или тестов.

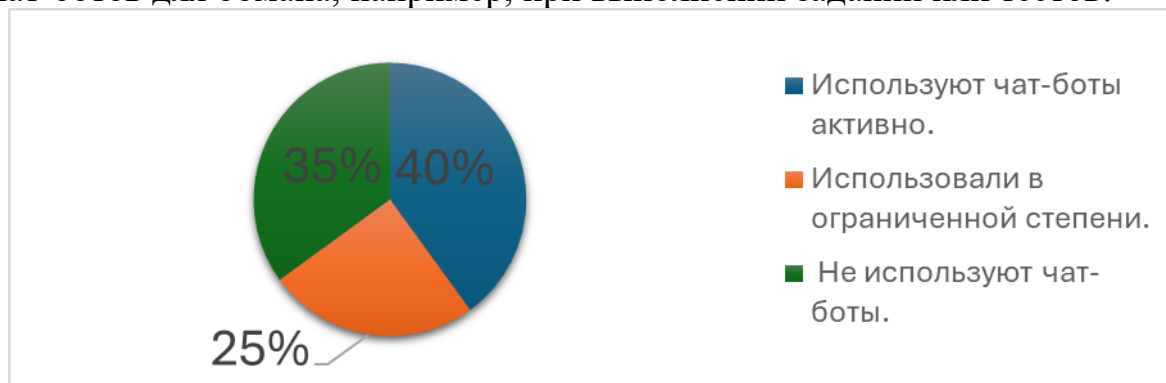


Рис. 8 Активность использования

Часто используется преподавателем тестирование студентов (35%). Также преподаватели используют чат-боты для ответов на частые вопросы (25%) и различные организационные вопросы, например связанные с расписанием (20%) или для индивидуальной помощи студентам (15%)(рис.8).

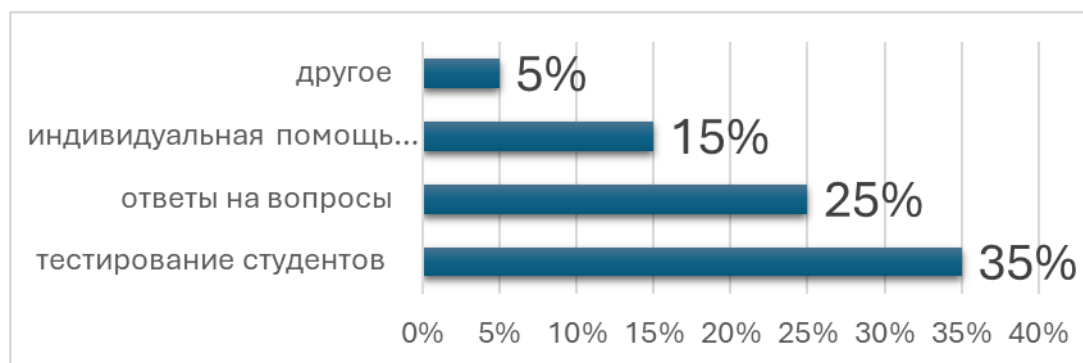


Рис. 9 Цели использования

Чат-боты существенно влияют на перераспределение рабочего времени преподавателей, предоставляя им возможность сократить рутинную административную нагрузку. Уделить больше времени творческим и образовательным задачам. Работать индивидуально с учащимися(рис.9). Позволяет сократить время на однотипные вопросы почти на 80% с помощью чат-ботов. Чат-боты могут автоматически проверять тестовые задания с фиксированными ответами, предоставлять обратную связь студентам и вести учёт успеваемости [4]. Например, при тестировании группы из 30 студентов преподаватель может сэкономить до 3-4 часов на проверке заданий. Чат-боты могут предоставлять студентам персонализированные рекомендации по учебным материалам, базовые объяснения теории или давать ссылки на полезные ресурсы. Так как бот отвечает на базовые запросы, а преподаватель может сосредоточиться на сложных вопросах(рис.10).

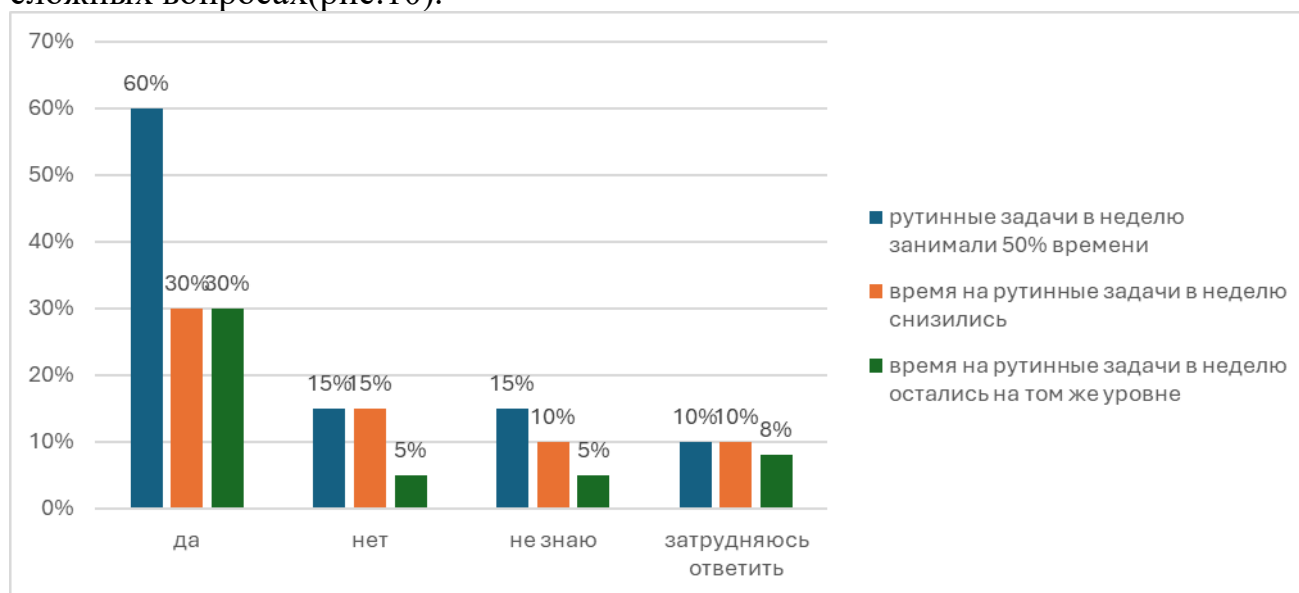


Рис.10 Влияние чат-ботов на время работы преподавателя

Чат-боты играют ключевую роль в автоматизации рутинных задач, таких как ответы на часто задаваемые вопросы, организация расписания, напоминания о сроках сдачи заданий и проверка тестов. Это позволяет преподавателям сосредоточиться на более сложных задачах, таких как

разработка учебных материалов и индивидуальная работа со студентами. Использование чат-ботов позволяет адаптировать образовательный процесс под потребности каждого студента (рис.11). Например, могут предоставлять индивидуальные рекомендации по учебным материалам, повторять сложные темы или тестировать знания. Чат-боты доступны 24/7, что особенно важно для студентов с гибким графиком обучения. Они могут задавать вопросы и получать ответы в любое время, не ожидая личной встречи с преподавателем. Чат-боты значительно сокращают время, затрачиваемое на административные задачи, такие как ответы на однотипные вопросы, выдача расписания или проверка тестов. Это позволяет преподавателям сосредотачиваться на более важных задачах. Внедрение чат-ботов соответствует современным трендам цифровизации, которые требуют внедрения новых технологий в образовательные процессы. Это помогает образовательным учреждениям быть конкурентоспособными.

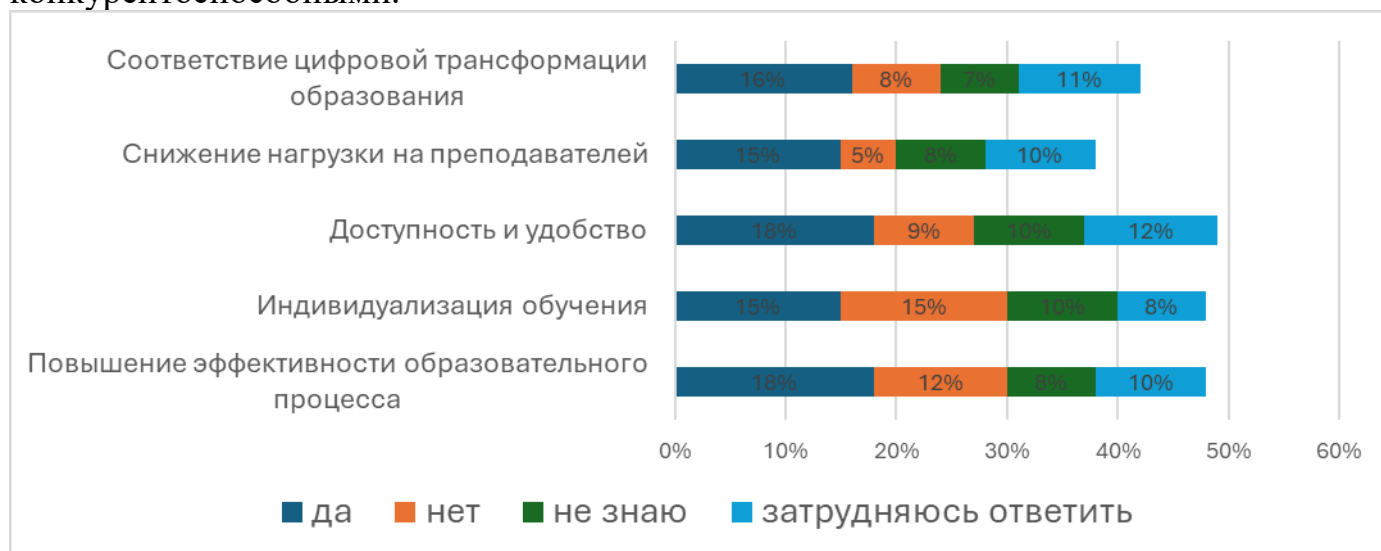


Рис. 11 Значимость в образовательной деятельности

Интерактивное взаимодействие с ботами, геймификация обучения и возможность быстрого получения обратной связи повышают интерес студентов к обучению и их мотивацию. Чат-боты должны быть интегрированы в учебные курсы, расписание, систему тестирования и другие элементы образовательного процесса. Например, бот может напоминать о сроках сдачи заданий, выдавать учебные материалы или проверять тесты. Добавление игровых элементов (например, система очков, уровней, наград) в работу чат-ботов может повысить интерес студентов к обучению и сделать процесс более увлекательным. Внедрение чат-ботов соответствует современным трендам цифровизации, которые требуют внедрения новых технологий в образовательные процессы. Это помогает образовательным учреждениям быть конкурентоспособными.

При проведении Опроса EdTech Magazine (2022):
в университетах, где были внедрены чат-боты для взаимодействия со студентами, вовлечённость выросла на 25-35%.

большинство (80%) студентов отметили, что им удобнее задавать вопросы чат-боту, чем преподавателю, особенно если вопросы касаются организационных моментов или часто задаваемых тем.

Данные из российского исследования НИУ ВШЭ (2021):
в учреждениях среднего профессионального образования (СПО), где использовались чат-боты, вовлечённость студентов увеличилась на 20-25%.

студенты чаще проходили тесты и опросы, предоставляемые ботами, чем те же задания, отправляемые преподавателями напрямую.

Стилистика общения в чат-ботах играет важнейшую роль в их восприятии пользователями. Хорошо продуманная стилистика делает взаимодействие с ботом комфортным, понятным и даже приятным [5]. Она зависит от целевой аудитории, задач бота, а также контекста его применения (образование, техническая поддержка, развлечение и т.д.). Стилистика общения чат-бота должна быть гибкой, понятной и адаптированной к целевой аудитории. Успешный бот тот, который общается дружелюбно и понятно. Учитывает контекст и настроение пользователя. Предоставляет информацию кратко и эффективно. Хорошо продуманная стилистика обеспечивает не только комфортное взаимодействие, но и повышает доверие и вовлечённость пользователей

Выводы

Использование чат-ботов позволяет модернизировать образовательный процесс, сделать его более эффективным и привлекательным как для студентов, так и для преподавателей. Внедрение чат-ботов в систему среднего профессионального образования (СПО) открывает новые возможности для повышения эффективности образовательного процесса, облегчения работы преподавателей и улучшения качества обучения. Успех внедрения зависит от качества подготовки, адаптации технологии под нужды образовательного учреждения и регулярной оценки её эффективности. Отношение преподавателей к чат-ботам варьируется от положительного до осторожного или скептического. Наиболее позитивно настроены преподаватели, которые уже имеют опыт работы с цифровыми технологиями и видят в чат-ботах инструмент для повышения эффективности своей работы. Для достижения максимальной эффективности важно правильно настроить чат-ботов, обучить преподавателей их использованию и регулярно собирать обратную связь для улучшения процесса. Повышение мотивации студентов. Комфортное взаимодействие.

Также выявлено, что большинство преподавателей слышали о чат-ботах, однако уровень их использования остаётся относительно низким, особенно в среднем профессиональном образовании. Основными барьерами для внедрения чат-ботов среди преподавателей является недостаток знаний и навыков работы с технологиями. Отсутствие готовых решений, адаптированных к образовательным организациям. Сомнения в эффективности чат-ботов и их влиянии на учебный процесс. При этом преподаватели, использующие чат-ботов, отмечают их пользу в автоматизации рутинных задач, повышении вовлечённости студентов и упрощении доступа к учебным материалам.

Таким образом, чат-боты позволяют сократить время на выполнение рутинных задач, повысить вовлечённость студентов и обеспечить персонализированный подход к образованию. Цель достигается за счёт автоматизации коммуникации, упрощения доступа к информации и внедрения интерактивных методов обучения.

Список литературы:

1. Макарова В.А., Малыш А.Е., Глухова Н.Н.- Интерактивное обучение в среднем профессиональном образовании// «Вестник науки и образования» №2 (157), 2025 г с. 57-63
2. Тихомирова В.А., Макарова В.А. Теоретические аспекты применения информационных технологий в формировании компетенций студентов медицинского колледжа // «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики». Серия «Гуманитарные науки» № 2, 2024г -с. 99-104
3. Пушкарева Т.В., Макарова В.А., Малыш А.Е. Искусственный интеллект в формировании у преподавателя знаний по интерактивным методам обучения. // Современное педагогическое образование № 4, 2025г- С.219-223
4. Богатова С.М. Роль учителя в эпоху искусственного интеллекта: новые функции и возможности// Современное педагогическое образование № 4, 2025г - С.18-22
5. Безенкова Т.А., Андриенко О.А., Безенков К.Е., Сенчило Н.Т. Цифровые компетенции студентов колледжа как предмет педагогического анализа// Современное педагогическое образование № 4, 2025г - С.162-167

Сведения об авторе:

Макарова Виктория Анатольевна, аспирант, ст. преподаватель, Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования «Московский университет «Синергия», Москва, Россия

Малыш Анатолий Евгеньевич, аспирант, ст. преподаватель, Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования «Московский университет «Синергия», Москва, Россия

Makarova Victoria Anatolyevna, post-graduate student, senior lecturer Non-governmental educational private institution of higher education "Moscow University "Synergy", Moscow, Russia

Malysh Anatoly Evgenievich, postgraduate student, senior lecturer Non-governmental educational private institution of higher education "Moscow University "Synergy", Moscow, Russia

УДК 621.22

Савков А.А.

*Саяно-Шушенский филиал Сибирский федеральный университет, пгт. Черемушки, Россия; АО
«Богучанская ГЭС», г. Козинск, Россия*

Современные системы диагностики гидроагрегатов

Аннотация: традиционные системы мониторинга гидроагрегатов ГЭС не позволяют обеспечить гарантированное обнаружение зарождающегося дефекта, ввиду большого количества данных и больших временных отрезков, подлежащих анализу. Автоматизированные системы диагностики могут облегчить работу персонала по поиску дефектов, повысить надежность работы ГА, снизить время unplanned ремонтов и, что самое важное, обеспечить возможность перехода к ремонту оборудования по техническому состоянию. Основной проблемой на пути является сложность создания надежных алгоритмов поиска неисправностей.

Ключевые слова: диагностика, гидроагрегат, вибромониторинг, вибродиагностика.

Savkov A.A.

Modern diagnostic systems for hydroaggregates

Abstract: Traditional monitoring systems for hydroaggregates at hydropower plants do not allow for guaranteed detection of emerging defects due to the large amount of data and extensive time periods that need to be analyzed. Automated diagnostic systems can facilitate the work of personnel in defect detection, increase the reliability of hydroaggregates, reduce unplanned repair times, and, most importantly, enable a shift to equipment repairs based on technical condition. The main challenge is the difficulty of creating reliable fault detection algorithms.

Keywords: diagnostics, hydraulic unit, vibration monitoring, vibration diagnostics.

За время существования ГЭС научным сообществом был накоплен колоссальный опыт проектирования и эксплуатации основного и вспомогательного оборудования ГЭС. Были разработаны опытным путем методы диагностики гидроагрегатов по различным параметрам. Тем не менее определенная сложность в точной диагностике ГА большой мощности возникает в связи с большим количеством фиксируемых параметров (температуры, вибрации, уровня и давления), временем развития дефекта, а также значительной зависимостью значений от режима работы оборудования и непредсказуемых внешних факторов. Все это можно объединить как необходимость непрерывного накопления и анализа больших баз данных. В настоящее время необходимым условием при проектировании ГЭС является наличие систем АСУ ТП, систем контроля температуры и вибрации гидроагрегата. Благодаря данным системам

упрощается процесс анализа и определения технического состояния ГА для принятия дальнейших решений по изменению режима работы или необходимости вывода агрегата в ремонт. Эффективность данной работы во многом зависит от знаний оператора, его способности по диагностическим признакам точно определить характер дефекта и возможные последствия его развития в будущем.

Для более эффективного процесса диагностики ГА создаются стационарные системы диагностики, построенные на базе стационарных систем термо и виброконтроля. Взаимодействие с данной системой осуществляется оператором, как и при работе с традиционными системами мониторинга - через автоматизированное рабочее место АСУ ТП ГЭС. Системы диагностики включают в себя алгоритмы, которые по диагностическим признакам выдают сообщения о возможном возникновении дефекта в определенном узле агрегата в определённое время, тем самым упрощая процесс диагностики. Тем не менее системы диагностики не могут предстать в виде автоматических систем, так как диагностика невозможна без обслуживающего персонала, способного на творческий подход к работе без привязки к жестким алгоритмам. Отсюда вытекают требования к системам диагностики:

1. Системы диагностики не замещают обслуживающий персонал, а помогают ему в обработке большого объема информации, ответственность за оценку технического состояния оборудования также несет персонал;
2. Системы диагностики должны быть построены так, чтобы создать условия максимально эффективного взаимодействия оператора с ними;
3. Системы диагностики должны быть доступны для изменения существующих или добавления новых алгоритмов поиска неисправностей силами обслуживающего персонала станции после накопления определенного опыта работы как самого агрегата, так и самой системы;
4. Системы диагностики не должны "засорять" окно сигнализации ошибочными сообщениями, поэтому необходимо установить порог вероятности достоверности получаемой информации в ходе эксплуатации системы. Также необходима отстройка систем от переходных режимов;
5. Системы диагностики устанавливаются на ГЭС только после технико-экономического обоснования.

Нормативной базой в вопросе создания и эксплуатации систем диагностики на данный момент является СТО РусГидро 02.02.106-2019 "ГИДРОАГРЕГАТЫ. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ"[1]. В данном стандарте указано, что он "разработан в целях реализации функции автоматизированного мониторинга и диагностирования гидроагрегатов для обеспечения возможности перехода к ремонту по техническому состоянию основного энергетического оборудования". Отсюда следует, что развитие в данном направлении

является актуальной задачей, независимо от того, когда именно произойдет переход. В конечном итоге работа с системами мониторинга и диагностирования должна полностью отражать техническое состояние оборудования наравне с традиционными методами, чтобы не допустить аварийных ситуаций, для предотвращения которых и создаются данные системы. Иначе, как указано в стандарте [1] Данные, формируемые в результате реализации функций автоматизированного мониторинга и диагностирования технического состояния гидроагрегатов, должны являться источником информации для определения индекса технического состояния в соответствии с Методикой оценки технического состояния основного технологического оборудования и линий электропередачи электрических станций и электрических сетей, утвержденная приказом Минэнерго России от 26.07.2017 № 676.

Общие положения стандарта [1] объясняют задачи, функции систем мониторинга и диагностирования, пройдемся отдельно по системам диагностирования.

СД осуществляются для решения задач:

обнаружения и оповещения персонала ГЭС о развивающихся дефектах и неисправностях ГА;

формирование рекомендаций эксплуатационному персоналу по предотвращению развития дефектов и неисправностей ГА

прогнозирования вероятных отказов и необходимости проведения ремонтных работ на ГА или его узлах.

Автоматизированный мониторинг и диагностирование параметров работы ГА с возможностью прогнозирования остаточного ресурса гидротурбины, гидрогенератора и их отдельных узлов должен устанавливаться на ГЭС установленной мощностью 25 МВт и выше.

Функции автоматизированного мониторинга и диагностирования реализуются программно-техническими средствами существующих или вновь разрабатываемых автоматизированных систем агрегатного уровня в составе САУ ГА и станционного уровня в составе верхнего уровня АСУТП.

На рисунках 1 и 2 указаны какие дефекты должно определять программное обеспечение системы диагностирования с учетом особенности особенностей оборудования.



Рисунок 1. диагностируемые дефекты с учетом особенности оборудования.

Как видно из рисунков 1 и 2, количество диагностируемых параметров достаточно велико, поэтому из типового списка выбираются те, что представляют потенциальную пользу при диагностике с учетом особенностей оборудования и истории эксплуатации конкретного агрегата. Особенностью систем диагностики в том, что для каждого агрегата целесообразно создать свой набор диагностируемых параметров, присвоить разный приоритет и значимость того или иного дефекта на каждом агрегате в отдельности.



Рисунок 2. диагностируемые дефекты по роду возникновения.

Система диагностики должна позволять оценить изменение диагностируемых параметров за большие промежутки времени для обнаружения дефектов и выдаче сигнала о их зарождении.

При реализации функции отображения информации на АРМ в качестве основы должны быть положены принципы, изложенные во Временных методических указаниях АСУТП УС [2].

Общие требования к количеству, виду и информационной наполняемости АРМ должны соответствовать Временным методическим указаниям АСУТП ТПС [3].

В данных стандартах изложены требования к графическому оформлению окон АРМ, для обеспечения эффективного взаимодействия оператора с системой.

Экранные формы должны включать неизменяемую статическую часть (мнемосхему, изображение электрической схемы, схемы гидроагрегата, контролируемого узла оборудования и т.д.) и динамическую часть (результаты измерений, изменение состояния и т.д.), которая в зависимости от состояния изменяет цифровые значения, цвет или мигает. Фрагменты мнемосхем должны содержать только те элементы, которые необходимы оператору для контроля и управления объектом, и

представлять логически завершённые части технологического процесса. Основной объём информации, позволяющий оценить ситуацию, должен содержаться на общих фрагментах мнемосхем. В случае отклонения параметров от нормальных значений или изменения состояния внимание персонала должно быть привлечено цветом и миганием. Также персонал должен иметь возможность открыть дополнительное окно с подробной схемой интересующего его узла гидроагрегата.

Заключение

Важным этапом развития гидроэлектростанций является переход к ремонту основного оборудования по техническому состоянию, при этом не снижая надёжность оборудования. Эксплуатационный персонал при работе с вновь вводимыми системами диагностирования должен не потерять своих фундаментальных знаний, быть заинтересованным в работе системы благодаря грамотно спроектированному человеко-машинного интерфейса АСУ ТП ГЭС. Работы по созданию систем диагностики и прогнозирования состояния гидроагрегатов ГЭС России находятся пока ещё на начальной стадии. Более подробное изучение диагностических признаков обеспечит развитие данного направления.

Список литературы

1. СТО РусГидро 02.02.106-2019 ГИДРОАГРЕГАТЫ. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ;
2. Временные методические указания. «Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Условия создания. Представление информации персоналу. Нормы и требования», утверждённые распоряжением ПАО «РусГидро» от 19.01.2017 № 17р;
3. Временные методические указания «Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Типовой перечень сигналов, регистрация, архивирование, отображение технологической информации. Типовые формы. Нормы и требования», утверждённые распоряжением ПАО «РусГидро» от 19.01.2017 № 17р.

Сведения об авторе:

Савков А.А., Саяно-Шушенский филиал Сибирский федеральный университет, пгт. Черemuшки, Россия; АО «Богучанская ГЭС», г. Козинск, Россия

Научный руководитель: Ключах А.А., Старший преподаватель, Сибирский федеральный университет Саяно-Шушенский филиал, пгт. Черemuшки, Россия

Savkov A.A. Sayano-Shushensky branch Siberian Federal University1, JSC "Boguchanskaya HPP"

Scientific supervisor: Klukach A.A., Senior Lecturer, Sayano-Shushensky branch Siberian Federal University1

УДК 669.778

Березуцкий Д.С.¹, Одоевцева М. В.²

¹АО «ВТЗ», Волжский, Россия

²НИУ «МЭИ», Москва, Россия

Очистка оборотной системы металлургического предприятия

Аннотация: В статье рассматриваются современные методы и технологии очистки оборотной воды металлургического предприятия, направленные на снижение экологического воздействия и повышение эффективности использования ресурсов. Проанализированы существующие подходы к удалению органических и механических загрязнений и оценена их эффективность. Особое внимание уделяется комплексным системам очистки, включая механическую фильтрацию и химическую обработку для достижения оптимальных показателей оборотных вод. Представлены результаты численных экспериментов, подтверждающие повышение качества оборотной воды при использовании предлагаемых методов. Полученные данные позволяют рекомендовать внедрение современных технологий очистки оборотных вод для снижения затрат и обеспечения экологической безопасности металлургического производства.

Ключевые слова: металлургическое предприятие, загрязнения, комплексные системы очистки, численные эксперименты, качество оборотной воды.

Berezutsky D.S., Odoevtseva M.V.

Cleaning of the recycling system of a metallurgical enterprise

Abstract: The article discusses modern methods and technologies of recycling water treatment at a metallurgical enterprise aimed at reducing environmental impacts and increasing resource efficiency. The existing approaches to the removal of organic and mechanical contaminants are analyzed and their effectiveness is evaluated. Special attention is paid to complex purification systems, including mechanical filtration and chemical treatment to achieve optimal indicators of recycled water, the results of numerical experiments confirming the improvement of the quality of recycled water using the proposed methods are presented. The data obtained make it possible to recommend the introduction of modern technologies for the treatment of recycled water to reduce costs and ensure the environmental safety of metallurgical production.

Keywords: metallurgical enterprise, pollution, integrated purification systems, numerical experiments, recycled water quality.

Введение

В условиях современного металлургического производства особое значение приобретает эффективное использование водных ресурсов, что обусловлено как экономическими, так и экологическими факторами. Оборотная вода, циркулирующая в технологических цепочках

предприятий, позволяет значительно снизить потребление пресной воды, что способствует уменьшению воздействия на окружающую среду и снижению затрат. Однако качество этой воды напрямую влияет на стабильность технологического процесса, долговечность оборудования и экологическую безопасность предприятия.

Одной из ключевых задач в реализации концепции устойчивого развития является обеспечение высокого уровня очистки оборотной воды от различных загрязнений — органических соединений, взвесей, солей и металлов. Низкое качество воды может привести к образованию накипи, коррозии, снижению эффективности теплообмена и другим технологическим проблемам, а также к экологическим нарушениям при сбросе недостаточно очищенной воды. В связи с этим актуальным является развитие и внедрение современных методов и комплексных систем очистки оборотной воды, способных обеспечить соответствие нормативным требованиям, повысить эффективность использования ресурсов и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. В данной статье рассматриваются современные подходы к очистке оборотной системы металлургического предприятия, а также предлагаются пути оптимизации технологических процессов для достижения максимальной эффективности и экологической безопасности.

Оборотные системы охлаждения в металлургическом производстве являются важнейшими компонентами технологического процесса, предназначенными для эффективного отвода тепла от оборудования и материалов, очистки оборудования от смазочно-охлаждающих жидкостей (сож), а также для поддержания оптимальных температурных режимов и предотвращения перегрева. Благодаря этим системам обеспечивается стабильность работы производственного процесса и высокое качество готовой продукции.

Оборотный цикл представляет собой оборотную систему охлаждения "грязного" типа, разработанную для обеспечения водой различных потребителей на металлургическом предприятии. Тип цикла- "грязный" означает, что оборотная вода содержит загрязнения- окалина, масла и другие промышленные примеси [1].

Основные источники водопотребления в данном оборотном цикле включают следующие направления:

- Охлаждение нагревательных элементов и трубопрокатного оборудования (прямой контакт воды): Вода применяется для непосредственного охлаждения нагретых компонентов оборудования, таких как ролики, подшипники, форсунки и другие части. Этот процесс требует значительных объемов воды и сопровождается её нагреванием и загрязнением окалиной.

- Удаление окалины: Вода используется под высоким давлением для смыва окалины, которая образуется на поверхности металла при высоких

температурах. В процессе этого очищения вода загрязняется окалиной и частицами металла.

- Охлаждение заготовок: Вода применяется для охлаждения горячих заготовок перед их дальнейшей обработкой, чтобы снизить температуру и подготовить их к последующим этапам.

- Дополнительные потребители: в рамках этого цикла вода также может использоваться для других целей, связанных с производством труб, что расширяет спектр её применения в технологическом процессе.

Вода «грязного» цикла проходит следующие этапы поддержания качества охлаждающей воды:

- Удаления окалины, масел и других загрязнений. Это включает в себя отстойники, фильтры и другие устройства.

- Охлаждение воды с использованием градирни.

- Регулярное тестирование и корректировку химического состава воды для предотвращения коррозии, образования накипи. С учетом состава оборотной воды организуется и определяется величина продувки оборотного цикла. Качество сбросных вод (таблица 1) нормируется [2].

Таблица 1 - Качество сбросных вод

Показатели	Качество сбрасываемой воды (норма)
рН, ед. рН	7,2-8,5
Взвешенные вещ-ва, мг/дм ³	50
Солесодержание, мг/дм ³	1680
Нефтепродукты, мг/дм ³	25
ХПК, мгО/дм ³	300

В существующей схеме показатели качества воды превышают нормы предельно допустимой концентрации и варьируются в пределах показанных в таблице 2.

Эффективность эксплуатации «грязного» цикла системы охлаждения определяется количеством загрязняющими компонентами смазочно-охлаждающие жидкости и масла, повышающие значение нефтепродуктов в оборотной воде и окалиной [3]. Содержание СОЖ и нефтепродуктов контролируется по величине химического потребления кислорода (ХПК).

Таблица 2 - Показатели качества воды в оборотной системе SR-9

Показатели	Пределы качества
рН, ед. рН	9,2-9,4
Взвешенные вещ-ва, мг/дм ³	30-280
Солесодержание, мг/дм ³	<1680
Нефтепродукты, мг/дм ³	35-320
ХПК, мгО/дм ³	300-1200

Технологическая схема оборотной системы приведена на рисунке 1.

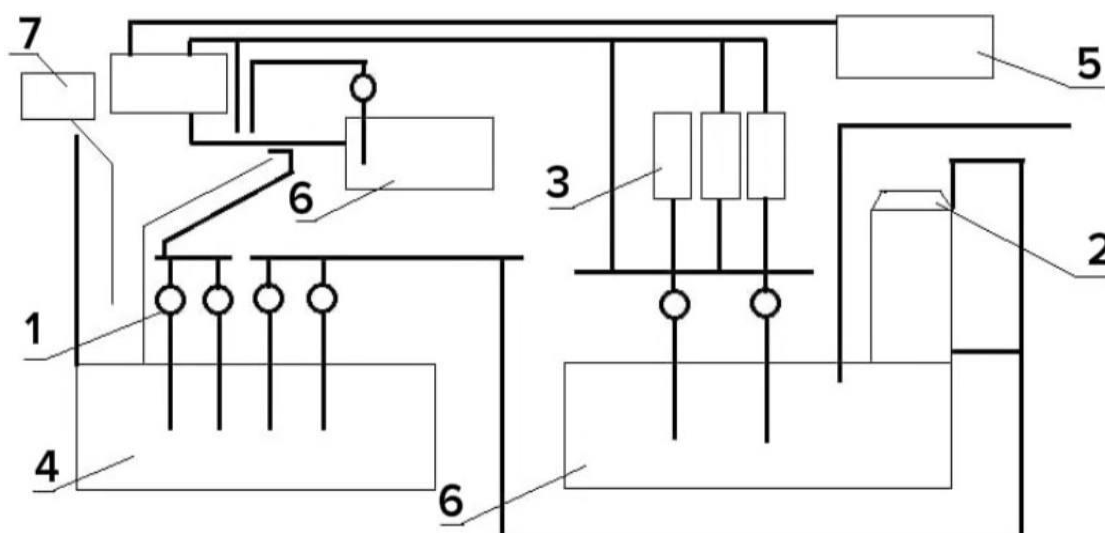


Рисунок 1 – Оборудование цикла: 1-группа центробежных насосов, 2-градирня; 3-напорные фильтры, 4-яма для окалины аварийный бак; 5-резервуары; 6- установка дозирования.

Влияния содержания нефтепродуктов и взвешенных веществ на величину ХПК в оборотной воде описывается уравнением-

$$Y = 699,17 + 416,67 \cdot X_1 + 13,33 \cdot X_2 - 61,00 \cdot X_1^2 + 9X_2^2 + 5,00 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Теоретические значения определены с погрешностью -10,0%

Данное уравнение позволяет определить область обеспечения допустимой величины ХПК (300 мг/дм³) в оборотной системе охлаждения. Такая величина ХПК достигается при содержании нефтепродуктов 40-60 мг/дм³ и содержании взвешенных веществ -60-120 мг/дм³. При всех прочих концентрациях нефтепродуктов величина ХПК превышает норму и оборотную воду вынуждены утилизировать как загрязненный сток.

Для снижения содержания нефтепродуктов взвешенных веществ в действующей схеме, предусмотрены напорные фильтры и резервуары для отстаивания воды [4]. Но данные технологии не обеспечивают требуемый эффект очистки. Усиление механической части очистки оборотной воды путем замены фильтрующего материала и установки гидродинамических фильтров обеспечивают более долгосрочную работу механических фильтров без промывок. В таблице 3 приведены варианты фильтрующих материалов с разной удельной грязеемкостью.

Таблица 3 – Удельная грязеемкость фильтрующих материалов, кг/м³

Фильтрующие материалы	Коагуляция без осветлителя	Коагуляция с осветлителем	Без коагуляции
Антрацит	1,75	1,5	1,0
Кварц	1,5	1,25	0,75
Керамзит	10,0	8,0	6,8

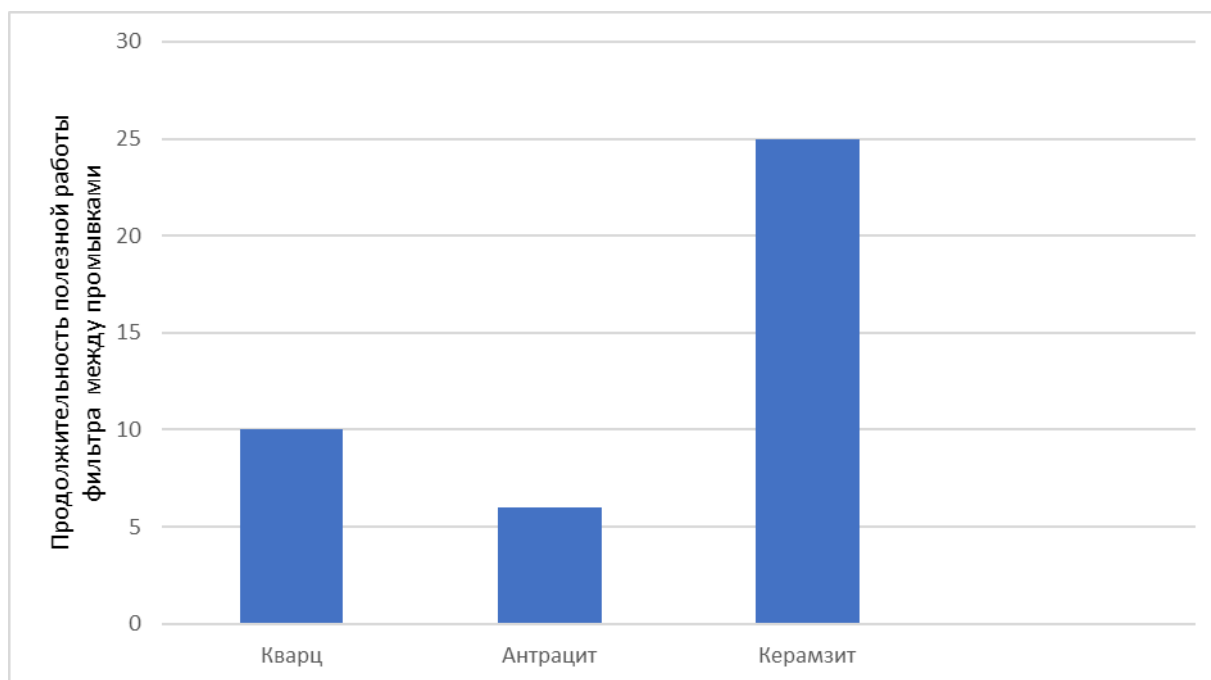


Рисунок 2 - Продолжительность полезной работы фильтра между промывками разного фильтрующего материала

Таблица 4 – Показатели качества воды до механического фильтра и после

Показатели	Параметры до механического фильтра	Параметры после механического фильтра
Взвешенные вещества, мг/л	150	70
ХПК, мгО/дм ³	800	300
Нефтепродукты, мг/дм ³	250	100
Давление, кг/см ²	2,5	1,5
Твердые вещества в суспензии мг/л	120	10

Дополнительное внедрение системы гидродинамических фильтров сократит количество взвешенных веществ до $0,48 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$.

На рисунке 3 приведена зависимость концентрации [4] примесей в очищающем потоке от селективности фильтрующего элемента.

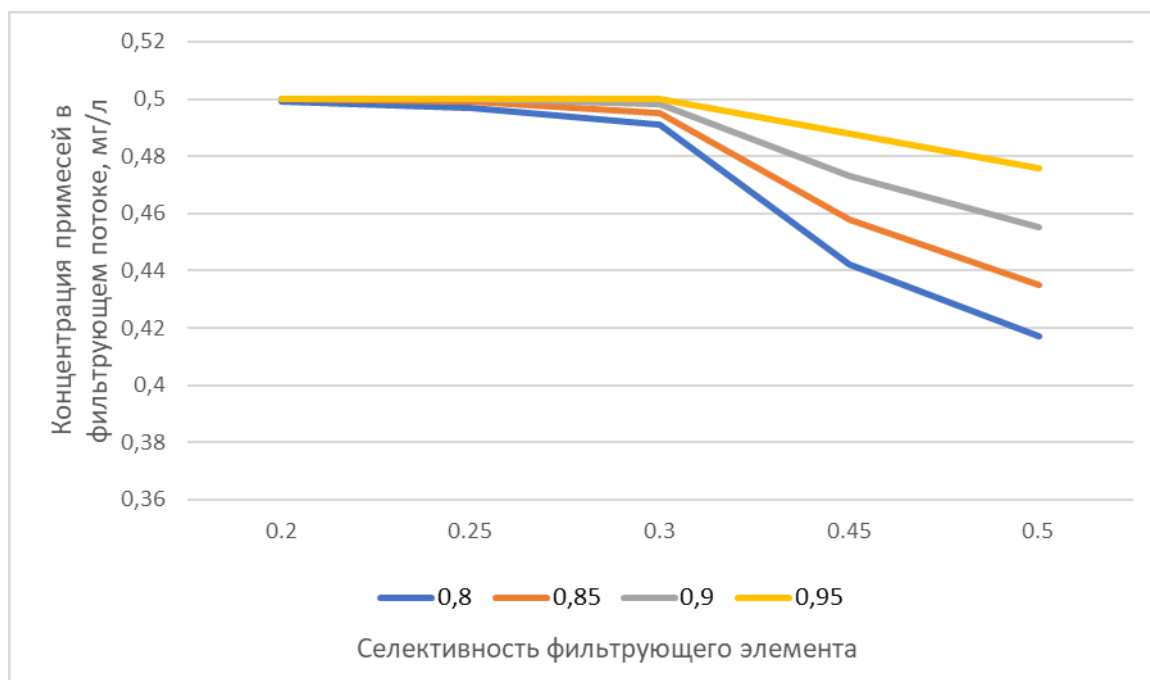


Рисунок 3 – График зависимости массовой доли примесей в фильтрующем потоке от селективности фильтрующего элемента

Максимальный эффект от внедрения гидродинамических фильтров достигается при значениях отношения фильтрующего потока к исходному потоку 95% и максимальной селективности фильтрующего элемента- 50%.

Заключение

Выявлено, что для действующей схемы нормативная величина ХПК в оборотной воде достигается при содержании нефтепродуктов 40-60 мг/дм³ и количестве взвешенных веществ -60-120 мг/дм³. При увеличении концентрации нефтепродуктов величина ХПК в оборотной воде превышает нормативное значение и оборотную воду «грязного» цикла вынуждены утилизировать как загрязненный сток.

Усиление механической составляющей участка очистки стоков, путем замены фильтрующего материала на более грязеёмкий материал и внедрение гидродинамических фильтров обеспечивает соответствие параметров оборотной воды нормативным показателям. Дополнительное внедрение системы гидродинамических фильтров сократит количество взвешенных веществ до 0. 48 $\frac{\text{мг}}{\text{л}}$.

Максимальный эффект от внедрения гидродинамических фильтров достигается при значениях отношения фильтрующего потока к исходному потоку 95% и максимальной селективности фильтрующего элемента- 50%.

Внедрение современных методов очистки оборотной воды является ключевым фактором для достижения устойчивого развития

металлургических предприятий и выполнения требований экологической безопасности.

Список литературы

1. Большина, Е.П. Экология металлургического производства: курс лекций / Е.П. Большина. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. – 155 с.
2. Проскуряков, В. А. Очистка сточных вод в химической промышленности / В. А. Проскуряков, Л. И. Шмидт. – Ленинград: Химия, 1977. – 464 с.
3. Шмиголь, В.В. Методы очистки сточных вод в оборотных системах нефтеперерабатывающих заводов / В.В, Шмиголь, К.И. Тен // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии. – Самара. - 2016. – с.211-214.
4. Омельчук, Ю.А. Использование новых реагентов и технологий в промышленном водопользовании / Ю.А. Омельчук, Г.В. Кучерик; Севастопольский государственный университет. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2020. – 276 с.

Сведения об авторах:

Березуцкий Данил Сергеевич, инженер, АО «ВТЗ», Волжский, Россия

Одоевцева Марина Вячеславовна, к.т.н., доцент, НИУ «МЭИ», Москва, Россия

Berezutsky Danil Sergeevich, JSC "VTZ", engineer

Odoevtseva Marina Vyacheslavovna, NRU "MEI", Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

УДК 616-073.75:681.3:004.8

Гимазова Э.Р., Осипов Е.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Влияние линейных размытий на точность классификации рентгеновских снимков легких нейронными сетями

Аннотация: в статье исследуется влияние размытий на точность классификации рентгеновских снимков легких, выполненной с использованием нейронных сетей. Цель исследования заключалась в изучении того, как различные виды размытий (горизонтальные и вертикальные) влияют на точность классификации здоровых легких, а также легких с бактериальной и вирусной пневмонией. Были использованы методы предварительной обработки данных: Resize и CenterCrop. Оба метода продемонстрировали снижение точности с увеличением процента смаза, что связано с потерей деталей, важных для классификации.

Ключевые слова: нейронные сети, классификация, здоровые легкие, бактериальная пневмония, вирусная пневмония, предобработка изображений, линейные вертикальные и горизонтальные смазы, точность и чувствительность.

Gimazova E.R., Osipov E.A.

The effect of linear blurred lines on the accuracy of classification of lung x-rays by neural networks

Abstract: the article examines the effect of blurred on the accuracy of classification of lung X-rays performed using neural networks. The aim of the study was to study how different types of blurred (horizontal and vertical) affect the accuracy of classification of healthy lungs, as well as lungs with bacterial and viral pneumonia. Data preprocessing methods were used: Center Crop and Resize. Both methods demonstrated a decrease in accuracy with an increase in the percentage of lubrication, which is associated with the loss of parts important for classification.

Keywords: neural networks, classification, healthy lungs, bacterial pneumonia, viral pneumonia, image preprocessing, linear vertical and horizontal blurs, accuracy and sensitivity.

Введение

Рентгеновские снимки легких являются одним из ключевых инструментов диагностики заболеваний легких, включая такие состояния, как пневмония. Нейронные сети способны выявлять сложные паттерны в изображениях, но требуют больших объемов данных для обучения и могут быть чувствительны к качеству входных изображений [1]. Одной из распространенных проблем, снижающих качество снимков, являются размытия. Причинами возникновения размытий могут послужить:

движение пациента, некорректная фокусировка, иные технические факторы.

Размытия на рентгеновских снимках могут быть разного типа, но в данной работе рассмотрены линейные вертикальный и горизонтальный смаз. Оба типа размытий приводят к искажениям реального изображения, что особенно критично для диагностики заболеваний легких. В этой работе особое внимание уделено разработке алгоритмов анализа медицинских изображений для диагностики различных патологий на рентгенограммах грудной клетки [2, 3].

Цель исследования – изучение влияния вертикальных и горизонтальных размытий на точность классификации рентгеновских снимков легких нейронными сетями с использованием двух методов предварительной обработки данных: Resize и CenterCrop.

Результаты исследования позволяют понять, как различные виды размытий влияют на классификацию медицинских изображений, а также позволяют определить наиболее эффективные методы предварительной обработки данных для повышения точности диагностики.

Методы и инструменты обработки изображений и обучения нейронных сетей

В работе рассмотрены ключевые операции и критерии потерь, используемые в обработке изображений и обучении нейронных сетей. Эти техники помогают повысить точность распознавания и классификации объектов, обеспечивая гибкость и эффективность алгоритмов.

Для проведения эксперимента использован набор данных Curated X-Ray Dataset, содержащий 7932 рентгеновских снимка легких. В наборе присутствуют как снимки со здоровыми легкими, так и снимки с патологией (бактериальной или вирусной пневмонией). Исследовано влияние вертикальных и горизонтальных смазов на классификацию изображений с учетом методов предварительной обработки Resize и CenterCrop.

Масштабирование изображений (Resize). Операция Resize предназначена для масштабирования исходного изображения до заданных размеров. В данном методе важным фактором является выбор метода интерполяции, который влияет на качество результирующего изображения. Например, кубическая интерполяция, которая обеспечивает минимизацию потерь деталей.

Центрированная обрезка (CenterCrop). Основное назначение метода центрированной обрезки (CenterCrop) — извлечение центральной части изображения фиксированных размеров. Этот метод помогает стандартизировать размер изображений, концентрируя внимание на центральных областях кадра, содержащих важную визуальную информацию.

Фильтрация изображений. Метод filter2D из библиотеки OpenCV предназначен для применения произвольных фильтров свёртки к изображениям. Подобный фильтр позволяет подготовить данные с вертикальным и горизонтальным линейными смазами.

Кросс-энтропийный критерий потерь. Критерий потери CrossEntropyLoss занимает важное место среди функций потерь, используемых при обучении классификационных моделей. Он идеально подходит для задач многоклассового распознавания, так как вычисляет среднюю величину кросс-энтропии между результатами предсказания и истинными метками классов.

Все рассмотренные методы и инструменты обеспечивают эффективный инструментарий для подготовки и анализа изображений, а также повышения точности обучения нейронных сетей.

Экспериментальная часть

Экспериментальная часть включает предварительное обучение модели на наборе исходных изображений без искажений. Выполнена модификация оригинальной архитектуры AlexNet для адаптации к задаче классификации трех классов объектов.

Особенности измененной архитектуры AlexNet:

На первом слое выбран один входной канал, так как изображения предварительно переведены в черно-белый формат. Характеристики слоя: выходящие каналы соответствовали 64, размер ядра свертки: 11×11 пикселей, шаг перемещения окна: 4 пикселя, заполнение краев изображения padding=2 пикселя. После свертки применена функция активация ReLU, далее проведена операция MaxPooling размером 3×3 , с шагом 2 пикселя.

На втором слое изменено количество входящих и выходящих каналов (64 и 192 соответственно), а также размер ядра свертки равен 5×5 пикселей. Заполнение краев, активация ReLU и MaxPooling произведены аналогично первому слою с теми же параметрами.

Последующие три слоя используют ядро свертки размера 3×3 . Количество каналов изменено последовательно от 384 до 256, сохраняя тот же размер карт признаков благодаря заполнению границ изображением.

Операция свертки завершена на пятом слое MaxPooling, уменьшающим пространственное разрешение выхода. Затем сформирована полносвязная часть модели:

- Два скрытых полносвязных слоя с количеством нейронов 4096 каждый, между которыми используются операции dropout для регуляризации (предотвращения переобучения). Каждый полносвязный слой с функцией активации ReLU.

- Выходной слой производит прямое отображение на количество классов.

Предварительная обработка изображений включает создание искусственных искажений путём добавления направленного смаза с использованием фильтра `filter2D`. Искусственный смаз на рентгеновских снимках создается таким образом, чтобы учесть размеры изображений и обеспечить единообразие эффекта независимо от разрешения и размера снимков. Для каждого вида линейного смаза создано 3 выборки с разными эффектами искажений (1%, 2%, 4%).

Такой подход позволил получать реалистичные искажения, аналогичные естественным условиям съемки (рис.1).

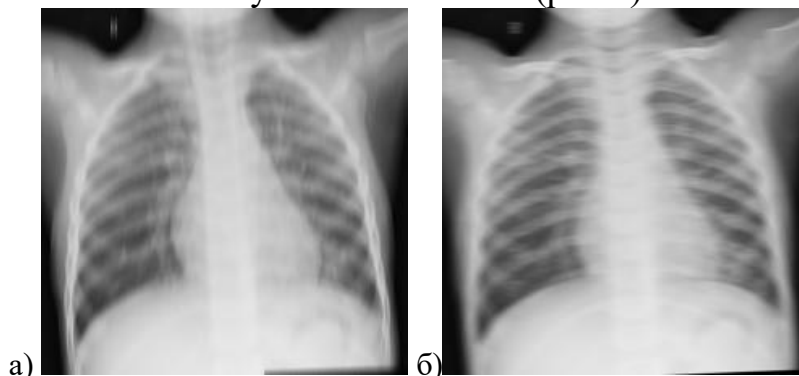


Рисунок 1. Смазанные рентгеновские снимки с максимальной примененной интенсивностью

а) применение вертикального смаза;
б) применение горизонтального смаза.

На обучение подавалось 70% снимков оригинального набора данных, в него вошло 5555 снимков, а это 2290 снимков здоровых легких, 2101 снимок легких с бактериальной пневмонией и 1160 с вирусной пневмонией. Обучение производилось два раза с учетом двух методов предобработки, но процесс обучения был единым.

Первый вариант предварительной обработки:

применение метода приведения изображений в чёрно-белый формат (`transforms.Grayscale()`);

масштабирование изображений до размера 227*227 с установленной по умолчанию билинейной интерполяцией (`transforms.Resize((227,227))`);

приведение к тензору (`transforms.ToTensor()`);

нормализация (`transforms.Normalize((0.5,), (0.5,))`).

Второй вариант предварительной обработки:

применение метода приведения изображений в чёрно-белый формат (`transforms.Grayscale()`);

масштабирование изображений уменьшение только одной стороны до 227 и применение бикубической интерполяции (`transforms.Resize(227, interpolation = transforms.InterpolationMode.BICUBIC)`);

центрированное кадрирование до размеров 227*227 (`transforms.CenterCrop(227)`);

приведение к тензору (`transforms.ToTensor()`);
нормализация (`transforms.Normalize((0.5,), (0.5,))`).

В результате были получены две обученные модели и построены loss-функции потерь, которые представлены на рисунке 2.

Процедура тестирования была организована поэтапно и систематически, чтобы выявить влияние разных линейных смазов на качество классификации модели.

Качество обученной модели было проверено на оставшихся 30% оригинального набора данных. Сначала проводилась проверка точности классификации изображений без смазов. Далее тестирование проводилось для снимков, отсортированных следующим образом: начиная с изображений с

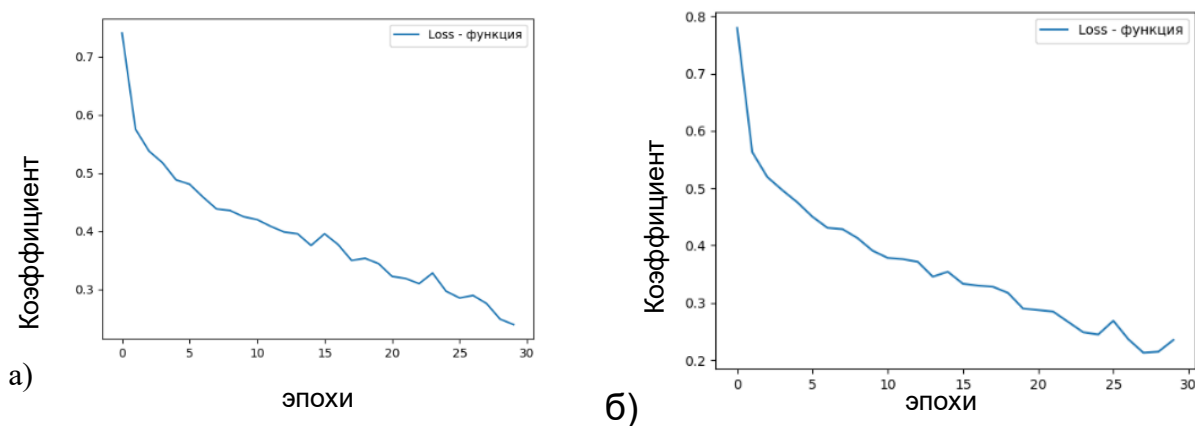


Рисунок 2. Loss-функция

- а) Функция потерь с применением масштабирования;
б) Функция потерь с применением метода центрированной обрезки.

минимальной величиной смаза к изображениям с постепенно увеличивающейся интенсивностью размытия вертикального смаза. Проверка для горизонтального смаза была проведена аналогично. Для каждого уровня интенсивности оценивалась способность модели правильно идентифицировать класс объекта на изображении.

Ключевые показатели эффективности моделей классификации

Были рассмотрены основные метрики, позволяющие оценить успешность классификаций.

Accuracy (Точность). Метрика Accuracy отражает общую долю правильных классификаций в тестовом наборе. Формула расчета выглядит следующим образом:

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

где TP — истинно положительные, TN — истинно отрицательные, FP — ложно положительные, FN — ложно отрицательные.

Precision (Точность). Показатель Precision оценивает долю реальных положительных случаев среди тех, которые были определены моделью как положительные. Вычисляется по формуле:

$$\text{Precision} = \text{TP} / \text{TP} + \text{FP} \quad (2)$$

Recall (Чувствительность). Recall, известный также как чувствительность, характеризует долю фактических положительных случаев, успешно выявленных моделью. Расчет производится следующим образом:

$$\text{Recall} = \text{TP} / \text{TP} + \text{FN} \quad (3)$$

F1-Score (Баланс точности и полноты). F1-Score служит балансирующим показателем между Precision и Recall. Рассчитывается следующим образом:

$$\text{F1} = 2 \cdot \text{Precision} \cdot \text{Recall} / (\text{Precision} + \text{Recall}) \quad (4)$$

Результаты проводимых экспериментов

В результате экспериментов получено сравнение двух видов линейных смазов с учетом разных методов предварительной обработки данных. Общая точность при масштабировании и центрированной обрезки получалась 84,48% и 80,86% соответственно. Оба метода показали снижение точности с увеличением процента смаза, что связано с потерей деталей, важных для классификации.

При предварительном масштабировании влияние горизонтальных дефектов незначительно. Это свидетельствует о большей устойчивости модели именно к горизонтальным дефектам при масштабировании. Однако при использовании центрированной обрезки наблюдается противоположная картина: точность снижается значительно сильнее при увеличении интенсивности горизонтального дефекта, особенно в случае бактериальной пневмонии.

Вертикальные дефекты, напротив, при предварительном масштабировании оказывают существенно большее негативное воздействие на классификационную способность модели. Использование центрированной обрезки показывает стабильность и устойчивость модели именно к вертикальным дефектам, обеспечивая лучшее сохранение качества классификации даже при высокой интенсивности дефектов. Полученные результаты точности отображены на рисунке 3.

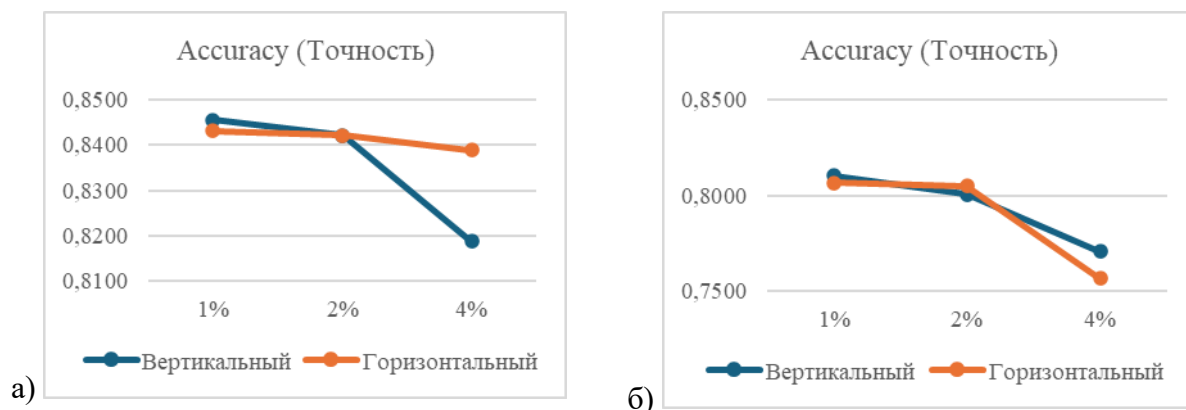


Рисунок 3. Сравнение точности при вертикальном и горизонтальном смазах
а) с использованием масштабирования;
б) с использованием центрированной обрезки.

Закключение

По результатам проведенного исследования установлено, что точность классификации снижается с увеличением процента смаза. Модель при использовании центрированной обрезки продемонстрировала большую устойчивость к вертикальным дефектам, тогда как модель с применением предварительного масштабирования лучше справляется с горизонтальными дефектами. Таким образом, выбор подходящего метода является важным фактором повышения надежности системы классификации заболеваний легких.

Список литературы

1. Зеленина Л.И., Хаймина Л.Э., Деменкова Е.А., Деменков М.Е., Хаймин Е.С., Хрипунов Д.Д. Сверточные нейронные сети в задаче классификации медицинских изображений // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 9. с. 68-73
2. Юсупова Н.С., Магруппова М.Т., Рахимберганава З.М., Мираметов А.Б., Алгоритмы анализа и классификация патологий на рентгенограммах грудной клетки с использованием нейронных сетей // Universum: технические науки. 2024. №12 (129) с. 37-40
3. Мазуров А.И., Потрахов Н.Н. Влияние рассеянного рентгеновского излучения на качество изображение и методы его подавления // Медицинская техника. 2014. №5 (287) с. 12-15

Сведения об авторах:

Гимазова Э.Р., магистрант, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Осипов Е.А., старший преподаватель, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Gimazova E.R., Master's student Kazan (Volga Region) Federal University Kazan, Russia

Osipov E.A., Senior Lecturer, Kazan (Volga Region) Federal University Kazan, Russia

УДК 678.016:391.8(575.3)

Джураева З.А., Мирзобобоева З.М.

*Политехнический институт Таджикского технического Университета имени академика
М.С.Осими, Худжанд, Таджикистан*

Проектирование женского платья с элементами традиционной вышивки на примере Согдийской области

Аннотация: В статье рассматривается процесс проектирования женского платья с включением декоративных элементов, вдохновлённых традиционной вышивкой Согдийской области. Анализируется художественное решение модели, особенности кроя, выбор материалов и техника размещения вышивки на изделии. Приводится пример реального изделия, отражающего синтез культурных традиций и современных дизайнерских решений.

Ключевые слова: проектирование одежды, традиционная вышивка, Согдийская область, декоративные элементы, женское платье.

Juraeva Z.A., Mirzoboboeva Z.M.

Designing a women's dress with elements of traditional embroidery on the example of Sughd region

Abstract: The article explores the process of designing a women's dress incorporating decorative elements inspired by traditional embroidery of the Sughd region. It analyzes the artistic concept of the model, design features, choice of materials, and the technique of embroidery placement on the garment. An example of a real product is presented, reflecting the synthesis of cultural traditions and contemporary design solutions.

Key words: clothing design, traditional embroidery, Sughd region, decorative elements, women's dress.

Национальная одежда является важной частью культурного наследия каждого народа. Вышивка как один из выразительных декоративных элементов в традиционной таджикской одежде выполняет не только эстетическую, но и символическую функцию. Современное проектирование одежды всё чаще обращается к этническим мотивам, стремясь сохранить и актуализировать традиции в современной моде.

Современная мода всё чаще обращается к историко-культурным корням, вдохновляясь древними ремёслами, включая национальную вышивку. Традиционная вышивка, веками хранившая сакральные и декоративные функции, сегодня находит новое воплощение в авторских коллекциях, сценических костюмах и даже повседневной одежде.

Синтез этих двух направлений проявляется в использовании классических орнаментов и узоров в сочетании с современными кроями, материалами и технологиями. Это позволяет не только сохранить ремесленные традиции, но и адаптировать их под актуальные модные

тенденции. Таким образом, одежда становится не просто средством самовыражения, но и носителем культурной памяти народа.

В контексте таджикской моды, особенно в Согдийской области, такой подход позволяет молодёжи воспринимать традиционную эстетику как стильную и актуальную, а мастерам — интегрировать ручной труд в коммерчески успешные изделия.

В современных условиях наблюдается устойчивый интерес к национальной культуре и этническим мотивам в моде. Возрождение традиционных ремёсел, в том числе декоративной вышивки, становится не только средством сохранения культурного наследия, но и важным направлением в развитии современного дизайна одежды. Использование элементов традиционной согдийской вышивки в женском платье позволяет соединить историю и современность, придавая изделиям индивидуальность и глубокий смысл. Это особенно важно в условиях глобализации, когда сохранение культурной идентичности приобретает особую ценность. Таким образом, проектирование одежды с этническими элементами актуально как с точки зрения культурного возрождения, так и с позиции модных тенденций и спроса на уникальные дизайнерские решения.

В качестве объекта исследования рассматривается женское платье, представленное на фото, изготовленное с учётом элементов традиционной согдийской вышивки. Материал платья — плотная однотонная ткань тёмно-фиолетового цвета, на фоне которой ярко выделяются декоративные элементы песочного цвета с вышивкой.

Вышивка выполнена в форме стилизованных "бодом" - образных и растительных узоров, традиционных для региона. Используются нити бежевого, розового, сиреневого и голубого цветов, дополненные паетками и бисером. Также в контексте таджикской моды, особенно в Согдийской области, такой подход позволяет молодёжи воспринимать традиционную эстетику как стильную и актуальную, а мастерам - интегрировать ручной труд в коммерчески успешные изделия.



Рисунок 1. Женское платье с учётом национальной вышивки

Декоративным элементом выступает вышивка гули лола - стилизованный узор тюльпана, широко распространённый в традиционной вышивке региона. Этот мотив символизирует весну, обновление и женственность. Вышивка выполнена нитями ярких цветов: розового, сиреневого, белого и голубого, с добавлением блестящих паеток и бисера, подчёркивающих изящество орнамента. Узоры размещены на воротнике, манжетах и баске, что придаёт образу гармоничную завершенность и национальный колорит.

В конструкции платья ключевыми элементами являются широкий воротник, снимающаяся баска и декоративные манжеты, которые вместе создают выразительный и функциональный образ. Широкий воротник визуально расширяет линию плеч и придаёт изделию элегантность и особый шарм, выступая важным акцентом в композиции. Его форма и пропорции продуманы так, чтобы гармонично сочетаться с остальными элементами платья и подчёркивать верхнюю часть силуэта.

Съёмная баска добавляет модели универсальности и позволяет трансформировать образ в зависимости от ситуации. Она подчёркивает талию, создавая эффект песочных часов, и придаёт дополнительный объём в области бёдер, что делает силуэт более женственным и выразительным. Возможность снятия баски делает платье более практичным и расширяет варианты стилизации.

Манжеты на рукавах, выполненные с декоративными деталями, усиливают общую строгость и торжественность изделия. Они гармонично дополняют широкий воротник, создавая баланс между верхней и нижней частями платья. Длинные рукава с манжетами придают образу завершенность и подчёркивают утончённость.

Таким образом, сочетание широкого воротника, съёмной баски и манжетов позволяет создать платье, которое отличается выразительностью, универсальностью и функциональностью, сохраняя при этом элегантность и гармоничный силуэт.

Кроме эстетической и символической роли, традиционная вышивка выполняет также функцию культурного кода, позволяя идентифицировать региональную принадлежность и даже социальный статус носителя. В Согдийской области, как и в других регионах Таджикистана, определённые узоры и цветовые решения ассоциируются с конкретными местностями и этническими группами, что делает вышивку не только декоративным элементом, но и важным источником этнографической информации [1, с. 45].

Особое внимание при проектировании женского платья было уделено технике исполнения вышивки. Важно было сохранить ручной характер работы, что подчеркнуло бы её уникальность и ремесленную ценность. При этом были использованы современные технологии для предварительной подготовки ткани и закрепления узора, что позволило добиться высокого качества исполнения без потери аутентичности [2, с. 37]. Такой симбиоз традиционного и современного подходов обеспечивает долговечность изделия и его конкурентоспособность на рынке.

Необходимо отметить, что при выборе декоративных элементов предпочтение отдавалось мотивам, имеющим глубокое символическое значение. Так, например, мотив «гули лола» нередко ассоциируется с материнством и возрождением, а растительные орнаменты в виде виноградных лоз или листьев — с плодородием и жизненной силой [3, с. 22]. Включение таких символов в конструкцию платья усиливает его семантическое наполнение, делая его не только предметом одежды, но и своего рода носителем послания.

С практической точки зрения, использование элементов традиционной вышивки в современных моделях требует адаптации под новые формы и конструкции. В этом проекте размещение вышивки было тщательно продумано с учётом композиционного баланса и эргономических особенностей. Например, симметричное расположение узоров на воротнике и манжетах создаёт визуальное равновесие, в то время как декоративные элементы на баске акцентируют внимание на талии, подчеркивая фигуру.

Таким образом, представленное исследование демонстрирует, что интеграция традиционной вышивки в современный дизайн женской одежды способствует не только сохранению культурного наследия, но и расширяет эстетические и функциональные возможности в области проектирования. Это направление обладает высоким потенциалом как в сфере моды, так и в образовательных и культурных программах,

направленных на возрождение и популяризацию национальных ремёсел [1–3].

Проектирование женского платья с использованием элементов традиционной вышивки Согдийской области демонстрирует успешное объединение культурного наследия и современных дизайнерских тенденций. Внедрение национальных орнаментов в конструктивные детали одежды позволяет не только сохранить уникальные традиции, но и представить их в актуальном и востребованном формате. Представленный образец служит отличной основой для разработки коллекций в этно-стиле, способствуя популяризации таджикской культуры и укреплению национальной идентичности через моду. Такой подход открывает новые возможности для творческого выражения и расширения рынка одежды с акцентом на этническую самобытность.

Список литературы

1. Саидова З.Р. «Традиционная вышивка Таджикистана: формы, символика, технологии». Душанбе, 2020.
2. Ходжаева Н.М. «Национальные костюмы народов Центральной Азии». Ташкент, 2018.
3. Абдуллаева Ш.Т. «Художественные ремёсла Согдийской области». Худжанд, 2019.

Сведения об авторах:

Джураева З.А., кандидат экономических наук, доцент, Политехнический институт Таджикского технического Университета имени академика М.С.Осими, Худжанд, Таджикистан

Мирзобобоева З.М., студент, Политехнический институт Таджикского технического Университета имени академика М.С.Осими, Худжанд, Таджикистан

Juraeva Z.A., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Light and Textile Industry , Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi Khujand, Tajikistan

Mirzoboboeva Z.M., student 3rd year, Faculty of Engineering and Technology , Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi, Khujand, Tajikistan

УДК 621.5

Кочарян Ю.Г., Абрамян Е.Р.
Сочинский государственный университет, Сочи, Россия

Использование возобновляемых источников энергии для отопления. Геотермальная энергия

Аннотация: В условиях глобальных экологических вызовов и истощения традиционных источников энергии возобновляемые источники энергии становятся важнейшим элементом перехода к устойчивому развитию. Одним из перспективных направлений в этой области является использование геотермальной энергии, которая представляет собой экологически чистый и практически неисчерпаемый ресурс. В данной статье рассматриваются основные принципы геотермальной энергетики, ее виды, а также технологии, используемые для извлечения тепла из недр Земли. Важное внимание уделено анализу мирового опыта применения геотермальных установок, включая успешные примеры из Исландии, США и Италии, а также рассмотрены экономические, экологические и технические аспекты, связанные с их внедрением. Несмотря на высокие начальные инвестиции и технологические сложности, геотермальная энергия представляется важным компонентом энергетической безопасности будущего. В статье также рассматриваются перспективы и вызовы, стоящие перед геотермальной энергетикой, включая возможности ее применения в странах с ограниченными ресурсами.

Ключевые слова: Система отопления, возобновляемые источники энергии, геотермальные источники энергии, гостиничный комплекс, энергетические ресурсы, энергосбережение, тепловой насос, энергоэффективность, тепловая энергия Земли, климатические изменения, геотермальные электростанции.

Kocharyan Y.G., Abrahamyan E.R.

Utilization of renewable energy sources for heating. Geothermal energy

Abstract: In the context of global environmental challenges and exhaustion of traditional energy sources, renewable energy sources are becoming an essential element of the transition to sustainable development. One of the promising directions in this area is the use of geothermal energy, which is an environmentally friendly and practically inexhaustible resource. This article discusses the basic principles of geothermal energy, its types, as well as technologies used to extract heat from the Earth's interior. Important attention is paid to the analysis of the world experience of geothermal installations, including successful examples from Iceland, USA and Italy, as well as economic, environmental and technical aspects related to their implementation. Despite high initial investments and technological challenges, geothermal energy appears to be an important component of future energy security. The article also discusses the prospects and challenges facing geothermal energy, including the possibilities of its application in countries with limited resources.

Keywords: Heating system, renewable energy sources, geothermal energy, hotel complex, energy resources, energy conservation, heat pump, energy efficiency, Earth's thermal energy, climate change, geothermal power plants.

Введение

За последние годы идея устойчивого развития и перехода на возобновляемые энергетические ресурсы заняла ключевое место в глобальной энергетической стратегии. В условиях стремительных изменений климата, истощения запасов ископаемого топлива и растущей необходимости в экологически безопасных источниках энергии многие страны видят важность в разработке и применении альтернативных решений. Одной из наиболее перспективных технологий в этой сфере считается геотермальная энергия. Почему геотермальная энергия считается экологически чистой? Это объясняется отсутствием углеродных выбросов. Этот вид энергии, основанный на использовании тепла из недр Земли, является надежным, экологически безопасным и практически неограниченным ресурсом, который может эффективно применяться как для генерации электричества, так и для обогрева помещений.

Актуальность темы

В условиях обострения экологических проблем и глобального изменения климата переход на возобновляемые источники энергии становится одним из приоритетов мировой энергетической политики. Этот процесс обусловлен рядом ключевых факторов:

1. Сокращение углеродных выбросов

- Ископаемое топливо, включая уголь, нефть и газ, остается основным источником парниковых газов. Переход на геотермальные технологии, практически исключая выбросы углекислого газа, помогает странам соответствовать международным стандартам, таким как Парижское соглашение.

2. Обеспечение энергетической независимости

- Использование геотермальной энергии позволяет странам, обладающим значительными геотермальными ресурсами (например, Исландии, Кении и Филиппинам), уменьшить зависимость от импортного топлива. Это особенно важно в условиях нестабильной ситуации на мировых рынках энергоресурсов.

3. Истощение запасов углеводородов

- Нефть и природный газ относятся к ограниченным ресурсам, тогда как геотермальная энергия представляет собой практически неисчерпаемый источник, который может использоваться столетиями при грамотной эксплуатации.

4. Экологическая устойчивость

- В отличие от традиционных методов производства энергии, геотермальная энергетика оказывает минимальное влияние на окружающую среду. Она позволяет значительно сократить нагрузку на природные экосистемы, что особенно важно для регионов с уязвимой экологией.

5. Широкие перспективы развития

- Согласно отчетам Международного энергетического агентства (IEA), на 2023 год доля геотермальной энергии в мировом производстве электроэнергии составляет всего около 1%. Этот показатель свидетельствует о значительном потенциале для её дальнейшего роста и внедрения.

Развитие технологий добычи и использования геотермального тепла открывает возможности для решения энергетических и экологических вызовов современности, обеспечивая стабильное развитие и комфортные условия для будущих поколений.

Научная новизна статьи

Научная новизна работы заключается в уточнении принципов работы различных типов геотермальных систем и оценке их эффективности в современных условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике. В статье представлена обновленная классификация геотермальных технологий с акцентом на их экологическую безопасность и энергоэффективность. Дополнительно проведен анализ потенциала геотермальной энергии в конкретных климатических и геологических условиях, что позволяет определить перспективные направления её применения для регионального развития.

Цель работы

Цель данной работы — исследовать возможности использования геотермальной энергии в качестве одного из ключевых элементов устойчивой энергетической системы. В статье будут рассмотрены принципы работы геотермальных установок, оценены их преимущества и недостатки, а также проанализированы перспективы использования геотермальной энергии на глобальном и локальном уровнях. Исследование охватывает как технологические аспекты, так и экономические и экологические преимущества, связанные с использованием геотермальной энергии.

Анализ обоснования выбора использования геотермальной энергии.

Геотермальная энергия — это энергия, которая извлекается из тепла, хранящегося внутри Земли. Это тепло возникает благодаря радиоактивному распаду элементов в земной коре, а также от остаточного тепла, которое Земля продолжает сохранять с момента своего формирования. Геотермальные источники энергии можно разделить на несколько типов в зависимости от их глубины, температуры и

использования: высокотемпературные, среднетемпературные и низкотемпературные источники.

Современные технологии позволяют использовать геотермальную энергию в трех основных направлениях:

Электрогенерация: Геотермальные электростанции активно функционируют в странах с высокой геотермальной активностью, таких как Исландия, Новая Зеландия и Филиппины. По данным Международного энергетического агентства (IEA), в 2022 году глобальная мощность геотермальных станций превысила 15 ГВт.

Отопление и охлаждение: Геотермальные тепловые насосы используются в зданиях для экономии энергоресурсов. Они особенно популярны в странах с умеренным климатом.

Промышленное применение: Геотермальная энергия используется для сушки сельскохозяйственной продукции, аквакультуры и других нужд.

Преимущества геотермальной энергии:

Экологичность.

Постоянный источник энергии (в отличие от солнечной или ветровой энергии).

Малая зависимость от климатических условий.

Проблемы и ограничения:

Высокая стоимость бурения и строительства.

Ограниченность географического расположения.

Риски, связанные с сейсмической активностью.

Принципы работы геотермальных систем

Геотермальная энергия активно применяется для генерации электричества, а также для целей отопления и охлаждения. Основной принцип функционирования геотермальных электростанций основан на использовании подземных источников горячей воды или пара, находящихся в геотермальных резервуарах.

Существуют различные типы таких систем, которые различаются по способу преобразования тепловой энергии:

Системы сухого пара

Такие системы используют высокотемпературный пар, поступающий из подземных пластов, для непосредственного приведения в движение турбин и выработки электроэнергии.

Бинарные системы

В этих системах применяются низкотемпературные источники. Тепло от геотермальной воды передается вторичному теплоносителю, который обладает более низкой температурой кипения. Этот теплоноситель испаряется, и его пар вращает турбины генератора.

Системы с открытым циклом

Такие установки подают горячую воду или пар непосредственно на турбины, а затем сбрасывают отработанную жидкость в природные водоемы или обратно в почву.

Эти технологии позволяют эффективно использовать внутреннее тепло Земли для получения экологически чистой и стабильной энергии, адаптированной под различные климатические условия и энергетические потребности.

Основные этапы работы геотермальной станции:

Добыча тепла из недр Земли:

В земной коре бурятся скважины для доступа к геотермальным ресурсам:

Гидротермальные ресурсы — горячая вода или пар в естественных подземных резервуарах.

Сухой пар — пар, находящийся под высоким давлением, используется для непосредственной выработки электроэнергии.

Горячие скальные породы — тепло извлекается из глубоких слоев породы, которые нагреваются с помощью закачки воды.

Транспортировка тепла на поверхность:

Горячая вода или пар поднимаются на поверхность через систему труб.

Преобразование тепловой энергии в электричество:

На поверхности тепло преобразуется в электрическую энергию с использованием одного из следующих методов:

Типы геотермальных электростанций:

Станции сухого пара:

Используют пар из подземных резервуаров для вращения турбин, подключенных к генератору.

Пример: Geysers в Калифорнии.

Станции на горячей воде (двойного назначения):

Горячая вода нагревает вторичную жидкость (обычно органический рабочий флюид с низкой температурой кипения). Пар от этой жидкости вращает турбины.

Бинарные станции:

Подходят для низкотемпературных геотермальных источников (85–170 °C).

Рабочая жидкость нагревается до испарения и приводит в действие турбины.

Охлаждение и реинжекция:

После передачи тепла вода охлаждается и закачивается обратно в подземные резервуары для поддержания устойчивого цикла.

Типы геотермальных систем:

Геотермальные электростанции: Это крупные установки, использующие высокотемпературные источники, обычно расположенные

в зонах вулканической активности (например, в Исландии или США). Они могут вырабатывать сотни мегаватт электроэнергии.

Геотермальные тепловые насосы: Используются для отопления и охлаждения зданий. Технология основана на использовании тепла, которое находится на небольших глубинах (до 400 метров) и эффективно работает при температурах от 10 до 30°C.

Технические аспекты и технологии:

Современные технологии геотермальной энергетики продолжают развиваться. Важным направлением является повышение эффективности бурения и улучшение характеристик геотермальных насосов. Разработки в области глубокого бурения позволяют использовать ресурсы на значительно большей глубине, что расширяет возможности для эксплуатации геотермальных источников в регионах, ранее считавшихся неподходящими для таких установок. В дополнение, новые методы улучшения теплообмена, такие как гидравлический разрыв (гидроразрывы), могут повысить производительность установок и сделать их более доступными.

Экологические и экономические аспекты:

Геотермальная энергия обладает значительным экологическим потенциалом. В отличие от ископаемых источников, геотермальные станции имеют минимальное воздействие на окружающую среду. Выбросы углекислого газа и других парниковых газов значительно ниже, чем у традиционных угольных или газовых электростанций. Экономически использование геотермальной энергии требует крупных первоначальных вложений в строительство установок, однако затраты на эксплуатацию значительно ниже, а срок службы таких станций может составлять несколько десятков лет.

Заключение

Геотермальная энергия представляет собой одно из наиболее перспективных направлений в области возобновляемых источников энергии. Этот ресурс объединяет экологическую чистоту, устойчивость и способность обеспечивать стабильное энергоснабжение. В условиях нарастающего дефицита ископаемых ресурсов и обострения климатических проблем использование тепла Земли становится стратегически важным шагом для достижения глобальных целей устойчивого развития.

Благодаря своему низкому уровню выбросов углекислого газа геотермальная энергия способствует снижению экологического ущерба и поддерживает выполнение международных обязательств по климату. Она также играет важную роль в повышении энергетической независимости

стран, обладающих соответствующими природными условиями, и помогает сократить зависимость от внешних поставок топлива.

Несмотря на преимущества, массовое внедрение геотермальных технологий требует дальнейших научных исследований, разработки новых методов извлечения тепла и преодоления технических и экологических ограничений. Решение этих задач позволит раскрыть полный потенциал геотермальной энергии и обеспечить её более широкое применение в различных регионах.

Таким образом, геотермальная энергетика не только отвечает на вызовы современности, но и открывает новые горизонты для построения устойчивой энергетической системы будущего. Инвестиции в её развитие станут залогом экологически безопасного и стабильного роста.

Список литературы

1. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. — М.: Физматлит, 2008. — 376 с.
2. Алишаев, М.Г. Оценки показателей циркуляционной системы добычи геотермальной энергии в случае маломощного пласта / М.Г. Алишаев // Известия РАН. Энергетика. – 2019. – № 1. – С. 140 – 158. DOI: 10.1134/S0002331019010047
3. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. — М.: Физматлит, 2008. — 376 с.
4. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии / А.Б. Алхасов. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. — 270 с.
5. Алхасов, А.Б. Возобновляемая энергетика / А.Б. Алхасов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 256 с.
6. Бутузов, В.А. Геотермальные электростанции России / В.А. Бутузов // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2020. – № 3. – С. 72-77. 7.
7. Бутузов, В.А. Геотермальное теплоснабжение: Российские научные и инженерные школы / В.А. Бутузов // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2018. – № 11. – С. 52–61.
8. Бутузов В.А. «Анализ геотермальных систем теплоснабжения России» Промышленная энергетика-2002-№6-стр.53-57.
9. Веселко, А.Ю. Экологические аспекты геотермальной энергетики / А.Ю. Веселко // Геология, география и глобальная энергия. – 2018. – № 4 (71) . – С. 9 – 12.
10. Гафуров А.М. Перспективные области применения энергетических установок на низкокипящих рабочих телах // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2015 – Вып. 25 – № 1 – С. 93–98.
11. Гнатусь, Н.А. Петротермальная энергетика России. Основные тенденции в использовании невозобновляемых природных энергетических ресурсов / Н.А. Гнатусь // Технологии мира. – 2012. – № 7 (45) . – С. 19 – 23.
12. Дмитренко А.В., Винокурова О.Г., Колосова М.А. Модернизация энергетических комплексов железнодорожных станций и возможности использования низкопотенциальной теплоты на основе органического цикла Ренкина // Наука и техника транспорта. – 2017 – № 3 – С. 39–45.
13. Дураева, Е. Возобновляемая энергия в России: от возможности к реальности / Е. Дураева // Международное энергетическое агентство. – 2004. – 120 с. 15. Иванова,

- Е.П. Извлечение ценных химических соединений из гидротермальных растворов / Е.П. Иванова, В.В. Потапов // Инновации в жизнь. – 2017. – № 4 (23). – С. 32 – 45.
14. Котеленко С.В., Сабирова Ю.Р. Геотермальные ресурсы и геотермальные электростанции // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019 – № 11 – С. 220–225.
15. Кочиева, З.А. Состояние и перспективы использования возобновляемых источников энергии в республике Северная Осетия-Алания / З.А. Кочиева // Возобновляемые источники энергии. Материалы пятой всероссийской научной молодежной школы. Москва, 25-26 октября 2006 года. – С. 47 – 50.
16. Курбанов, М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа / М.К. Курбанов. – М.: Наука, 2001. – 260 с.
17. Лабейш, В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / В.Г. Лабейш. – СПб.: СЗТУ. – 2003. – 79 с.
18. Огуречников Л.А. Комбинированная выработка электрической и тепловой энергии в низкотемпературной бинарной электростанции // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2007 – Вып. 49 – № 5 – С. 68–72.
19. Поваров, О.А. Состояние и перспективы развития геотермальной энергетики России / О.А. Поваров, Г.В. Томаров, Н.И. Кошкин // Теплоэнергетика. – 1994. – № 2. – С. 15-22.
20. Smith J., Brown R. Advances in Geothermal Energy Production // Renewable Energy Journal. — 2021. — Vol. 25(4). — P. 112–126.
21. Dickson M. H., Fanelli M. Geothermal Energy: Utilization and Technology. — London: Routledge, 2020. — 328 p.
22. Stefansson V. Geothermal Energy Utilization: Current Status and Future Prospects // Geothermics. — 2021. — Vol. 40. — P. 1–10.
23. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). Renewables 2023 Global Status Report. Доступно по ссылке: <https://www.ren21.net>.

Сведения об авторах:

Кочарян Ю.Г., доцент, кандидат филологических наук, Сочинский государственный университет, Сочи, Россия

Абрамян Е.Р., Сочинский государственный университет, Сочи, Россия

Kocharyan Y.G., Associate Professor, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Sochi State University, Sochi, Russia

Abrahamyan E.R., Sochi State University, Sochi, Russia

УДК 616-073.75:681.3:004.8

Сагирова А.Р., Осипов Е.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Влияние шума «соль и перец» на точность классификации рентгеновских снимков легких нейронными сетями

Аннотация: В статье представлены результаты исследования влияния шума «соль и перец» на точность результатов задачи классификации рентгеновских снимков легких с использованием нейронных сетей. Цель проведенного исследования – определение влияния импульсного шума разной интенсивности на точность классификации снимков здоровых легких, а также снимков легких с бактериальной или вирусной пневмонией. Были использованы два метода предварительной обработки данных: строгое сжатие и пропорциональное масштабирование. Оба метода продемонстрировали снижение точности с увеличением процента шума, что связано с потерей детализации на зашумленных изображениях.

Ключевые слова: здоровые легкие, бактериальная пневмония, вирусная пневмония, нейронная сеть, классификация, предобработка изображений, шум «соль и перец», точность и чувствительность.

Sagirova A.R., Osipov E.A.

The effect of "salt and pepper" noise on the accuracy of classification of lung x-rays by neural networks

Abstract: The article examines the effect of "salt and pepper" noise on the accuracy of classification of lung X-rays performed using neural networks. The aim of the study was to study how noise of different intensity (1,5,10 and 15%) affects the accuracy of classification of healthy lungs, as well as lungs with bacterial and viral pneumonia. Two methods of data preprocessing were used: strict compression and proportional scaling. Both methods demonstrated a decrease in accuracy with an increase in the percentage of noise, which is associated with the loss of details important for classification.

Keywords: healthy lungs, bacterial pneumonia, viral pneumonia, neural networks, classification, image preprocessing, salt and pepper noise, accuracy and sensitivity.

Введение

В условиях растущей нагрузки на медицинские учреждения и дефицита квалифицированных специалистов, вопрос применения автоматизированных систем диагностики в медицине стал весьма актуален. Такие системы способны обрабатывать огромные объёмы данных и выявлять патологии с высокой точностью. Например, выявление патологий заболеваний лёгких, где раннее обнаружение недуга может существенно повысить шансы на успешное лечение.

Тем не менее, с автоматизацией диагностики возникают и серьёзные вызовы. Одним из наиболее значительных является наличие шума типа «соль и перец» на медицинских данных [1, 2], которые могут исказить результаты анализа и привести к неверным заключениям. Этот вид шума особенно опасен, так как он может имитировать патологии, что ставит под угрозу точность диагностики [3].

Несмотря на значительные достижения в области глубокого обучения, устойчивость свёрточных нейронных сетей к различным видам шума остаётся недостаточно изученной. Исследование влияния шума типа «соль и перец» на производительность нейронных сетей может привести к созданию более надёжных и устойчивых алгоритмов, способных обеспечивать высокую точность диагностики. Данное исследование не только актуально, но и необходимо для дальнейшего развития автоматизированной медицины.

Целью данного исследования является изучение влияния шума типа «соль и перец» на точность классификации рентгеновских снимков легких нейронными сетями с использованием двух методов предварительной обработки данных: строгое сжатие и пропорциональное масштабирование.

Результаты исследования позволят расширить знания о влиянии шумов на классификацию рентгеновских снимков легких.

Методы и инструменты обработки изображений и обучения нейронных сетей

Для проведения эксперимента были применены рентгеновские снимки легких из набора данных Curated Dataset for COVID-19 Posterior-Anterior Chest Radiography Images (X-Rays). В работу были взяты 7593 снимка легких, которые состояли из трех групп: здоровые легкие, а также пораженные вирусной и бактериальной пневмонией.

Перед обучением изображения были подготовлены для подачи в нейросеть двумя разными способами.

Первый вариант обработки медицинских снимков. Изображение преобразовывалось в оттенки серого, что позволило упростить структуру данных и снизить вычислительную нагрузку. Затем размеры изображений строго уменьшались до формата 227×227 пикселей, обеспечивая стандартизацию входных данных для последующей обработки и обучения модели. Следующим этапом было преобразование изображений в тензоры, что делает возможным эффективное использование библиотек глубокого обучения, таких как PyTorch. Завершающим шагом являлась нормализация значений пикселей, что способствует ускорению процесса обучения и улучшению качества сходимости модели.

Второй вариант обработки медицинских снимков. Второй вариант схож с первым, но размер изменялся уменьшением меньшей стороны до

227. Большая соответственно тоже уменьшалась для сохранения пропорции изображения. Например, изображение имеет размер (H, W), где H - высота, W – ширина. Если $H > W$, то новое разрешение будет $(H * 227 / W, 227)$, иначе $(227, W * 227 / H)$. Далее производится бикубическая интерполяция, который бережно сохраняет качество изображения даже при изменении масштаба. Этот метод аккуратно вычисляет новые цвета промежуточных точек, минимизируя артефакты и сохраняя чёткость контуров объектов. Затем вырезается центральная область изображения размером 227×227 пикселей и нормализуется.

В работе использовалась популярная функция потерь CrossEntropyLoss, которая сочетает в себе softmax-активацию и отрицательное лог-правдоподобие (NLL), что делает её удобной для обучения моделей, предсказывающих вероятности классов [4].

Следовательно, рассмотренные подходы и средства предоставляют мощный арсенал для обработки и исследования визуальных данных, способствуя повышению качества обучения нейронных сетей.

Экспериментальная часть

Обучение проводилось на нейронной сети AlexNet, где классифицировались рентгеновские снимки легких без шума. Оригинальная архитектура была немного модифицирована для адаптации к задаче.

AlexNet, аналогично оригинальной архитектуре, включает восемь обучаемых слоев, из которых пять являются сверточными, а три — полносвязными.

Для первого сверточного слоя AlexNet был установлен входящий канал равный 1, так как изображение переводилось в черно-белый формат. Так же использовалось 64 фильтра, вместо 96, размером 11×11 , которые применялись с шагом 4 пикселя. После первого слоя следовал слой подвыборки (max pooling), который уменьшал размер выходных данных и помогал избежать переобучения. Во втором сверточном слое использовалось 256 фильтров размером 5×5 , также с последующим слоем подвыборки. Третий, четвертый и пятый сверточные слои использовали 384 и 256 фильтров, соответственно, с меньшими размерами ядер и с уменьшением параметров, что улучшало качество извлечения признаков. После сверточных слоев изображение проходило через три полносвязных слоя. Первый полносвязный слой содержал 4096 нейронов, что позволяло сети обрабатывать сложные комбинации извлеченных признаков. Выходных классов уменьшилось до 3 - нормальные лёгкие, лёгкие с признаками бактериальной и вирусной пневмонии соответственно.

Предварительная обработка изображений включала создание искусственных шумов «соль и перец». Определялись размеры

изображений для подсчёта общего числа пикселей и из этой цифры брался определенный процент пикселей, в нашем случае 1, 5, 10 и 15%, которым случайным образом присваивался чёрный или белый цвет (рис.1).

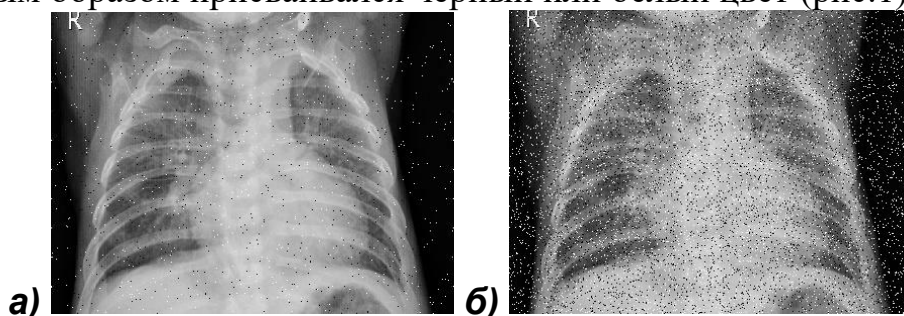


Рисунок 1. Зашумленные рентгеновские снимки разной интенсивностью
а) применение 1% шума «соль и перец»; б) применение 10% шума «соль и перец»

Процедура тестирования проводилась на изображениях с шумами типа «соль и перец» различной интенсивности, используя ту же предобработку, что и при обучении, с целью оценки влияния различных методов предобработки на качество классификации модели.

Ключевые показатели эффективности моделей классификации

Рассмотрим основные метрики, позволяющие оценить успешность классификаций.

Accuracy (Точность). Доля правильных предсказаний среди всех прогнозов.

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

где TP — истинно положительные, TN — истинно отрицательные, FP — ложно положительные, FN — ложно отрицательные.

Precision (Точность). Доля верно предсказанных положительных случаев среди всех предсказанных положительных.

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

Recall (Чувствительность). Доля верно предсказанных положительных случаев среди всех реальных положительных.

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

F1-Score (Баланс точности и полноты). Комбинирует Precision и Recall в одну метрику.

$$F1 = \frac{2 \cdot \text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (4)$$

Результаты проводимых экспериментов.

В результате исследования на рисунках 2-5 мы видим, что здоровые снимки легких демонстрируют наибольшую устойчивость к шумовым искажениям среди всех классов заболеваний. Снимки бактериальной пневмонии показывают немного хуже результаты по сравнению со снимками здоровых лёгких, однако значительно превосходят показатели качества классификации при вирусной пневмонии.

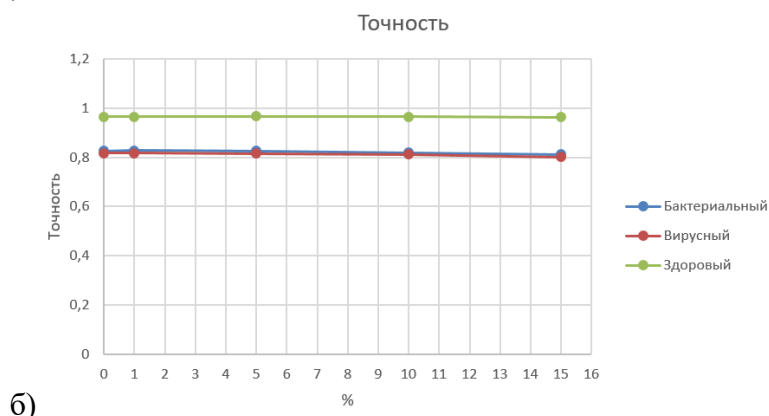
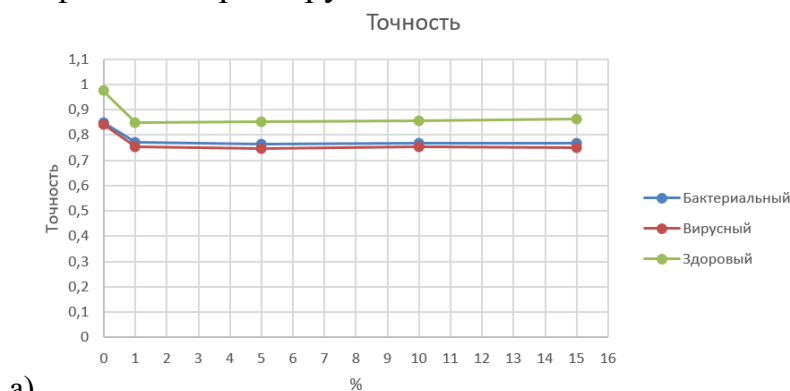
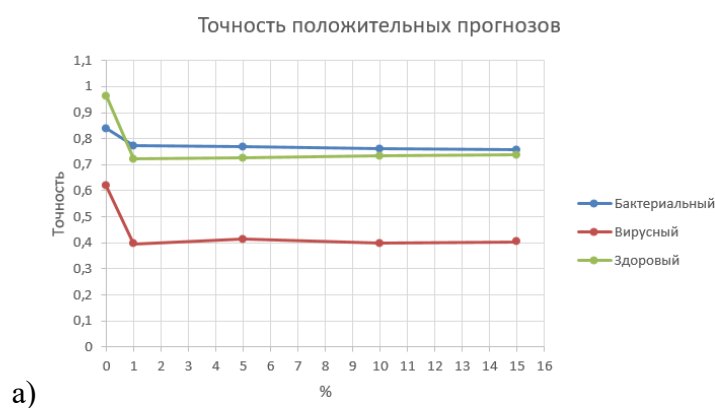
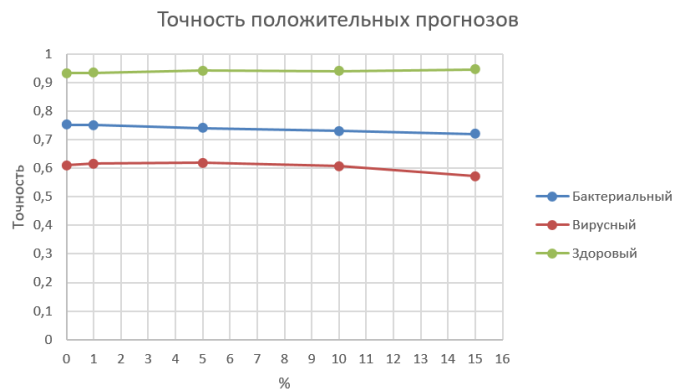


Рисунок 2. Зависимость точности от уровня шума «соль и перец»
а) первый вариант; б) второй вариант

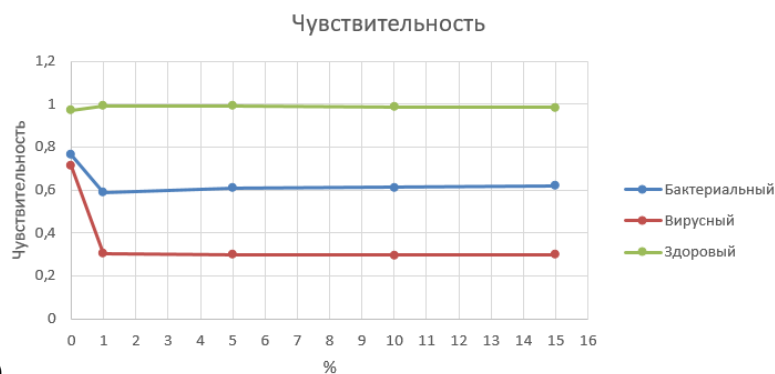




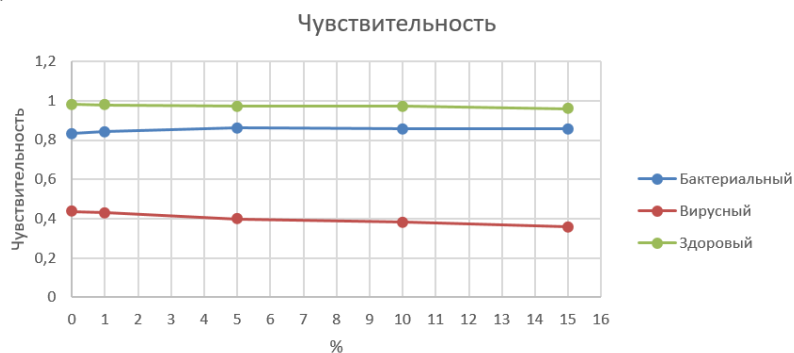
б)

Рисунок 3. Зависимость положительной точности от уровня шума «соль и перец»

а) первый вариант; б) второй вариант



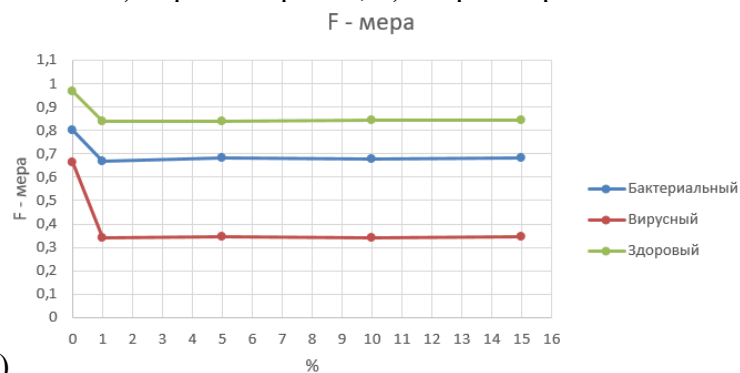
а)



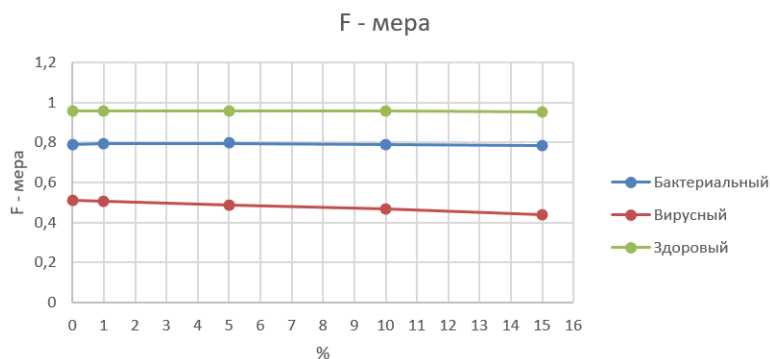
б)

Рисунок 4. Зависимость чувствительности от уровня шума «соль и перец»

а) первый вариант; б) второй вариант



а)



б)

Рисунок 5. Зависимость F-меры от уровня шума «соль и перец»
а) первый вариант; б) второй вариант

Возможная причина – особенность визуализации очагов заболевания: бактериальная пневмония вызывает локальные изменения структуры тканей, которые могут теряться при высоком уровне зашумленности, тогда как вирусная пневмония характеризуется диффузными изменениями и часто двусторонними поражениями, легко скрывающимися случайными артефактами. Избыточные затемнения от воздействия шума приводят к появлению множества ложноположительных результатов и снижают общую точность модели.

Сравнение двух методов предобработки показывает, что на чистых изображениях лёгких первый метод демонстрирует точность 88,85%, тогда как второй — 86,94%. Однако при увеличении уровня шумов точность первого метода снижается быстрее: при шуме в 15% его точность падает до 79,39%, в то время как второй сохраняет показатель на уровне 85,91%.

Заключение

Увеличение уровня шума «соль и перец» существенно затрудняет классификацию изображения распознавание здоровых изображений остаётся относительно лёгким вплоть до повышения интенсивности шума до 15%, а идентификация вирусных изображений становится крайне сложной задачей вследствие малозаметных контрастных характеристик, которые эффективно скрываются добавлением шума. Исследование подчеркивает необходимость дальнейшего изучения методов обработки зашумленных изображения для повышения точности распознавания болезней легких.

Список литературы:

1. Реунов Д.Г., Малышев И.В., Чхало Н.И. Сравнение методов удаления шума на изображении, полученном в зеркальном микроскопе на длине волны 13.84 нм // Институт физики микроструктур РАН. 2022, №12, с. 80-85.
2. Меркурьев С.В. Подавление флуктуационного шума на цифровых рентгенограммах // ЗАО НИПК "Электрон".

3. Косарина Е.И., Михайлова Н.А., Суворов П.В., Демидов А.А. Природа шумов в цифровой радиографии, их моделирование и способы подавления в цифровом радиографическом изображении (обзор) // Труды ВИАМ. 2023. № 6 (124). С. 12.
4. Janocha K., Czarnecki W.M. On Loss Functions for Deep Neural Networks in Classification // Journal of Machine Learning Research (JMLR). – 2017. – Vol. 18. – P. 1–29. – URL: arXiv:1702.05659

Сведения об авторах:

Сагирова А.Р., магистрант, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Осипов Е.А., старший преподаватель, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Sagirova A.R., Master's student Kazan (Volga Region) Federal University Kazan, Russia

Osipov E.A., Senior Lecturer, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

УДК 519.876.5

Кремлева Э. Ш., Сергеев А. В.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Казань, Россия*

Сравнительный анализ эффективности линейной и полиномиальной регрессии для прогнозирования заболеваемости: влияние объёма данных на качество предсказаний

Аннотация: В данной статье проводится сравнительное исследование моделей линейной и полиномиальной регрессии в задаче прогнозирования уровня заболеваемости. Особое внимание уделяется влиянию объёма исходных данных: сначала анализируются модели на ограниченном периоде в девять недель, а затем – на расширенной выборке. Результаты показывают, как увеличение объёма информации меняет адекватность и устойчивость моделей, выявляя преимущества и ограничения каждого подхода в зависимости от доступного объёма данных. Полученные выводы могут служить ориентиром при выборе оптимальной модели для эпидемиологических прогнозов в условиях разной плотности наблюдений.

Ключевые слова: полиномиальная регрессия, линейная регрессия, программирование, дискретная математическая модель, машинное обучение.

В современном мире стремительное развитие технологий и накопление больших объёмов данных открывают новые возможности для анализа и прогнозирования различных процессов, происходящих в природе, обществе и экономике. Одним из фундаментальных инструментов для изучения и описания таких процессов является математическое моделирование – метод, позволяющий формализовать реальные явления с помощью математических структур и алгоритмов. Математические модели помогают не только понять внутренние механизмы исследуемых систем, но и сделать обоснованные прогнозы, что особенно важно в таких областях, как медицина, экология, экономика и социальные науки.

Одним из ключевых направлений математического моделирования является построение моделей зависимости между переменными на основе имеющихся данных. В этом контексте регрессионный анализ занимает центральное место, поскольку он позволяет выявлять количественные связи между факторами и целевыми показателями, а также использовать эти связи для прогнозирования. Среди множества моделей регрессии особое внимание уделяется линейной и полиномиальной регрессиям, которые представляют собой разные подходы к аппроксимации данных и обладают своими преимуществами и ограничениями.

Линейная регрессия – это классическая и наиболее простая модель, предполагающий, что зависимость между независимыми переменными и результатом может быть описана прямой линией или гиперплоскостью. Благодаря своей простоте и интерпретируемости, линейная регрессия широко применяется в различных областях, от экономического анализа до

биомедицинских исследований. Однако в реальных задачах данные часто имеют более сложную структуру, и связь между переменными может быть нелинейной. В таких случаях применение линейной модели может приводить к недостаточно точным прогнозам и потере значимой информации [1].

Для решения этой проблемы используется полиномиальная регрессия, которая расширяет возможности моделирования за счёт включения в модель степенных членов переменных. Это позволяет более гибко описывать криволинейные зависимости и улучшать качество аппроксимации сложных данных. Вместе с тем увеличение степени полинома может привести к переобучению модели, особенно при ограниченном объёме данных, что негативно сказывается на её способности к обобщению и точности прогнозов на новых данных.

Важным аспектом построения регрессионных моделей является влияние объёма и качества исходных данных на итоговую эффективность прогнозирования. Недостаток данных или их неравномерное распределение могут существенно ограничивать возможности как линейных, так и полиномиальных моделей, вызывая снижение точности и устойчивости предсказаний. Поэтому исследование зависимости качества моделей от объёма данных является актуальной задачей, особенно в прикладных областях, где сбор данных может быть затруднён или дорогостоящ.

Одной из таких областей является эпидемиология, где своевременное и точное прогнозирование заболеваемости играет критическую роль для принятия эффективных мер профилактики и контроля заболеваний. Использование математических моделей для анализа динамики заболеваемости позволяет не только выявлять тенденции, но и оценивать влияние различных факторов на распространение болезней. В этом контексте выбор адекватной модели регрессии и понимание влияния объёма данных на качество предсказаний становятся ключевыми задачами.

В рамках нашего исследования мы проводим сравнительный анализ эффективности линейной и полиномиальной регрессии для прогнозирования заболеваемости, уделяя особое внимание тому, как влияет объём доступных данных. Такой подход позволит выявить оптимальные условия применения каждой из моделей и определить, при каких обстоятельствах полиномиальная регрессия действительно превосходит линейную, а когда простая модель оказывается более предпочтительной. Результаты исследования могут иметь важное практическое значение для специалистов в области здравоохранения и эпидемиологии, стремящихся повысить качество прогнозов и улучшить управление рисками.

В исследовании использовались два временных периода: данные за 1–9-ю недели и за 1–19-ю недели, взятые из открытых бюллетеней по гриппу и ОРВИ ФГБУ «НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева» Минздрава России [2].

Для исследования данной темы с последующим анализом был разработан программный код на языке программирования Python.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.preprocessing import PolynomialFeatures
from sklearn.pipeline import make_pipeline
from sklearn.metrics import r2_score

def plot_regressions(weeks, disease, dataset_name):

    next_week = np.array([[len(weeks)+1]])
    x_range = np.linspace(1, len(weeks)+1, 200).reshape(-1, 1)
    X = weeks.reshape(-1, 1)

    # 1. Линейная регрессия
    linear_model = LinearRegression()
    linear_model.fit(X, disease)
    linear_r2 = r2_score(disease, linear_model.predict(X))
    linear_future = linear_model.predict(next_week)[0]

    # 2. Полиномиальная регрессия (4 степени)
    poly_model = make_pipeline(
        PolynomialFeatures(4),
        LinearRegression()
    )
    poly_model.fit(X, disease)
    poly_r2 = r2_score(disease, poly_model.predict(X))
    poly_future = poly_model.predict(next_week)[0]

    plt.figure(figsize=(16, 6))

    plt.subplot(1, 2, 1)
    plt.scatter(weeks, disease, color='blue', label='Исходные данные')
    plt.plot(x_range, linear_model.predict(x_range), 'r-',
             linewidth=2, label=f'Линейная регрессия (R² = {linear_r2:.3f})')
    plt.scatter(next_week[0,0], linear_future, color='green', marker='X', s=150,
                label=f'Прогноз на {len(weeks)+1}-ю неделю: {linear_future:.1f}')
    plt.xlabel('Недели', fontsize=12)
    plt.ylabel('Заболееваемость', fontsize=12)
    plt.title(f'{dataset_name}: Линейная регрессия', fontsize=14)
    plt.legend(fontsize=10)
    plt.grid(True, alpha=0.3)
    plt.xticks(np.arange(0, len(weeks)+2, 2))

    plt.subplot(1, 2, 2)
    plt.scatter(weeks, disease, color='blue', label='Исходные данные')
    plt.plot(x_range, poly_model.predict(x_range), 'g-',
             linewidth=2, label=f'Полиномиальная регрессия (R² = {poly_r2:.3f})')
    plt.scatter(next_week[0,0], poly_future, color='red', marker='X', s=150,
                label=f'Прогноз на {len(weeks)+1}-ю неделю: {poly_future:.1f}')
    plt.xlabel('Недели', fontsize=12)
    plt.ylabel('Заболееваемость', fontsize=12)
    plt.title(f'{dataset_name}: Полиномиальная регрессия 4-й ст.', fontsize=14)
    plt.legend(fontsize=10)
    plt.grid(True, alpha=0.3)
    plt.xticks(np.arange(0, len(weeks)+2, 2))

    plt.tight_layout()
    plt.show()

    # Вывод результатов
    print(f"\n{dataset_name} ({len(weeks)} недель):")
    print(f"Линейная модель R²: {linear_r2:.4f}, Прогноз: {linear_future:.1f}")
    print(f"Полиномиальная модель R²: {poly_r2:.4f}, Прогноз: {poly_future:.1f}")
    print(f"Разница прогнозов: {abs(poly_future-linear_future):.1f}")

    # Первый набор данных (9 недель)
    weeks_9 = np.arange(1, 10)
    disease_9 = np.array([29.4, 39.4, 52.2, 57.9, 68.7, 78.4, 85.3, 90.5, 99.9])
    plot_regressions(weeks_9, disease_9, "Набор данных 1 (9 недель)")

    # Второй набор данных (19 недель)
    weeks_19 = np.arange(1, 20)
    disease_19 = np.array([
        29.4, 39.4, 52.2, 57.9, 68.7, 78.4, 85.3, 90.5, 99.9,
        103.5, 101.3, 91.2, 78.4, 70.1, 63.0, 57.8, 55.8, 40.1, 35.6
    ])
    plot_regressions(weeks_19, disease_19, "Набор данных 2 (19 недель)")
```

Рисунок 1. Программный код на Python

Можно заметить, что были использованы линейная и полиномиальная регрессии с исследованием двух наборов данных.

В результате получаем соответствующие графики.

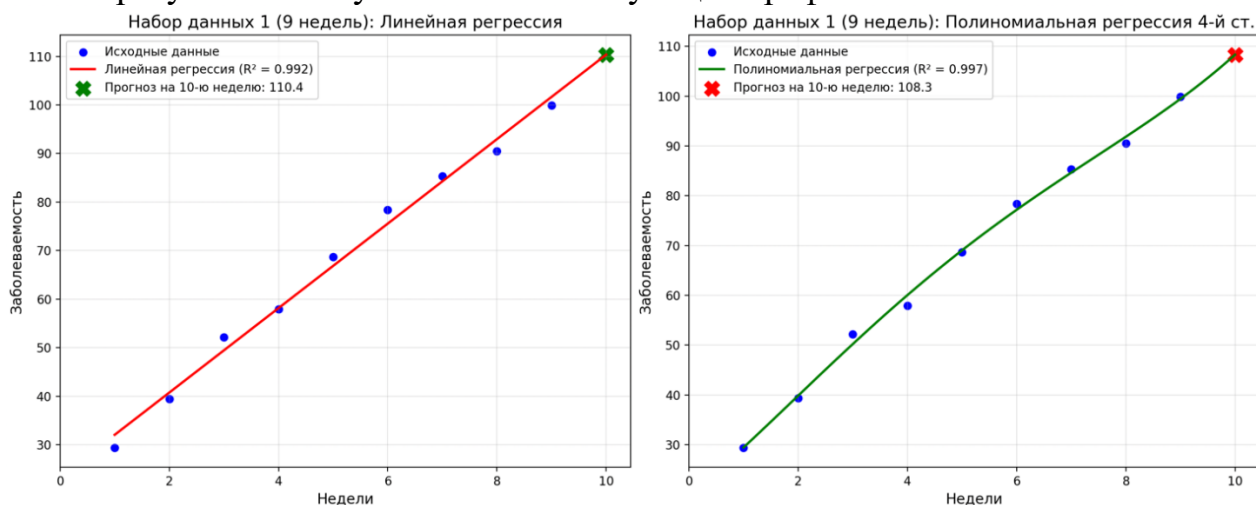


Рисунок 2. Результаты прогнозирования на первом наборе данных

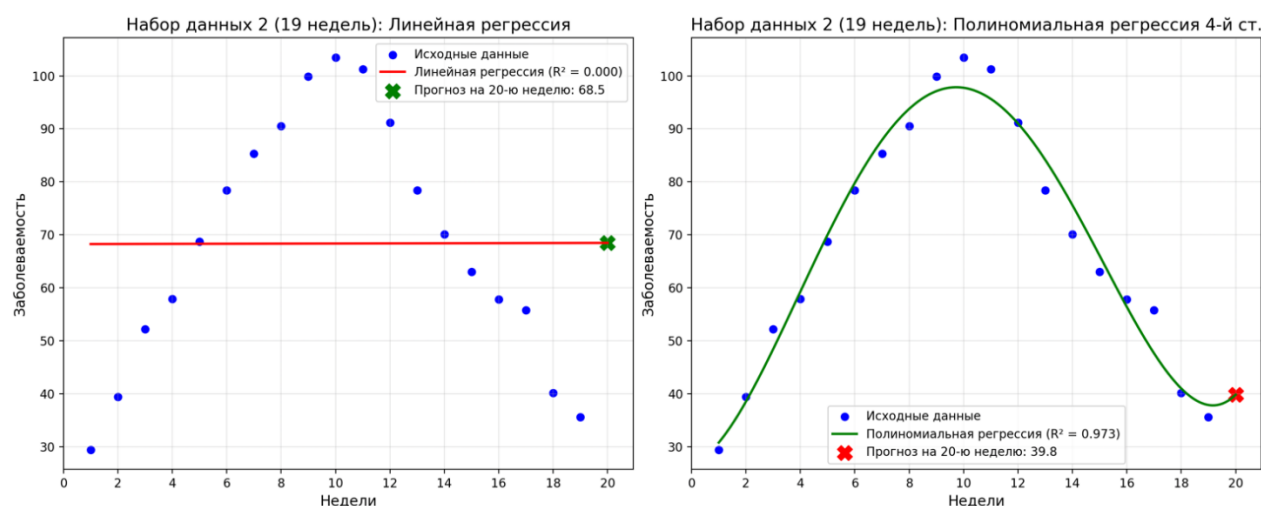


Рисунок 3. Результаты прогнозирования на втором наборе данных

На Рисунке 2 представлены результаты прогнозирования для первого набора данных (1–9 недель). Линейная регрессия показала недостаточную гибкость, что привело к занижению прогнозируемых значений в периоды пиковой заболеваемости.

Для второго набора данных (1–19 недель) разница в эффективности моделей стала ещё более заметной (Рисунок 3). Полиномиальная регрессия продемонстрировала устойчивость к колебаниям данных, в то время как линейная модель продолжала систематически занижать прогнозы. Это связано с тем, что увеличение объёма данных позволило полиномиальной модели лучше выявить сезонные закономерности.

Также получили спрогнозированные данные на 10-ю и 20-ю неделю соответственно.

Набор данных 1 (9 недель) (9 недель):
Линейная модель R^2 : 0.9917, Прогноз: 110.4
Полиномиальная модель R^2 : 0.9972, Прогноз: 108.3
Разница прогнозов: 2.0

Набор данных 2 (19 недель) (19 недель):
Линейная модель R^2 : 0.0000, Прогноз: 68.5
Полиномиальная модель R^2 : 0.9733, Прогноз: 39.8
Разница прогнозов: 28.6

Рисунок 4. Результаты прогнозирования

Сравнительный анализ регрессионных моделей выявил существенное превосходство полиномиальной регрессии над линейной в прогнозировании динамики заболеваемости гриппом и ОРВИ. При прогнозировании на 10-ю неделю по данным первых 9 недель полиномиальная модель дала результат 108,3 случая против ожидаемых 103,5, а на 20-ю неделю по 19-недельным данным - 39,8 случаев при ожидаемых 40,1. Эти результаты демонстрируют высокую точность модели.

Полиномиальная регрессия лучше учитывает нелинейную динамику эпидпроцесса, включая сезонные колебания и перегибы эпидемической кривой. В отличие от нее, линейная модель систематически занижает показатели в пиковые периоды, не отражает сезонность и быстро накапливает ошибку.

Линейная и полиномиальная регрессии, несмотря на свою простоту и прозрачность, обладают рядом ограничений, которые могут существенно снижать их эффективность при моделировании сложных эпидемических процессов. Однако эти модели можно значительно улучшить, либо заменить более совершенными подходами, в зависимости от конкретной аналитической задачи и характеристик имеющихся данных.

Для улучшения линейной регрессии часто применяют методы регуляризации, такие как Lasso и Ridge, которые помогают бороться с проблемой переобучения и повышают устойчивость модели. Lasso-регрессия особенно полезна, когда необходимо автоматически отбирать наиболее значимые признаки, обнуляя коэффициенты менее важных переменных. Ridge-регрессия, в свою очередь, лучше подходит для случаев, когда все признаки потенциально значимы, но сильно коррелированы между собой. Еще более гибким подходом является Elastic Net, комбинирующий преимущества обоих методов. Эти модификации позволяют сохранить интерпретируемость линейных моделей, одновременно повышая их прогностическую способность [3].

Полиномиальную регрессию можно усовершенствовать, комбинируя ее с методами анализа временных рядов. Например, добавление ARIMA-компоненты позволяет учесть автокорреляцию в данных, что особенно важно для эпидемиологических временных рядов. Другой перспективный

подход - использование сплайнов вместо классических полиномов, что дает более гибкую и устойчивую аппроксимацию сложных нелинейных зависимостей. Сплайны, в отличие от полиномов, меньше склонны к резким колебаниям на краях диапазона данных и лучше подходят для описания плавных изменений заболеваемости [4].

Когда речь идет о поиске более совершенных альтернатив, стоит обратить внимание на методы машинного обучения. Градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM) и случайные леса демонстрируют выдающуюся точность в прогнозировании сложных нелинейных процессов, автоматически выявляя важные взаимодействия между переменными. Эти алгоритмы особенно эффективны при работе с большими объемами данных и наличии множества потенциально значимых факторов. Однако их главный недостаток - слабая интерпретируемость результатов, что может ограничивать их применение в медицинских исследованиях, где понимание механизмов распространения заболевания не менее важно, чем точность прогноза.

Байесовские методы представляют собой золотую середину между сложными алгоритмами машинного обучения и традиционными регрессионными подходами. Они позволяют естественным образом учитывать априорные знания экспертов и оценивать неопределенность прогнозов, что крайне важно для принятия обоснованных решений в условиях неполных данных. Гауссовские процессы, например, предлагают элегантный способ моделирования сложных нелинейных зависимостей с оценкой доверительных интервалов [5].

Применимость линейной и полиномиальной регрессий сильно зависит от характера данных и решаемой задачи. Линейные модели хорошо работают для краткосрочных прогнозов, когда зависимость заболеваемости от времени близка к линейной, а также в случаях, когда принципиально важна интерпретируемость результатов. Они остаются популярным инструментом для экспресс-анализа и быстрой оценки тенденций. Полиномиальная регрессия более универсальна и подходит для описания среднесрочной динамики, когда наблюдаются нелинейные изменения показателей. Однако ее применение требует осторожности - слишком высокие степени полиномов могут приводить к переобучению и артефактам в прогнозах.

В реальной практике эпидемиологического прогнозирования оптимальным решением часто оказывается комбинация нескольких подходов. Например, можно использовать полиномиальную регрессию для описания основной тенденции, дополнив ее ARIMA-компонентой для учета временных зависимостей и байесовскими методами для оценки неопределенности. Такой интегративный подход позволяет преодолеть ограничения отдельных методов и создавать более надежные прогностические системы.

Список литературы

1. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. – СПб.: Лань, 2016. – 292 с.
2. Институт гриппа им. А. А. Смородинцева [Электронный ресурс]. URL: <https://new.influenza.spb.ru/surveillance/flu-bulletin/> (дата обращения: 20.05.2025).
3. Брюс, П. Практическая статистика для специалистов Data Science / П. Брюс, Э. Брюс; пер. – СПб.: Питер, 2022. – 352 с.
4. Яндекс Практикум: Machine Learning [Электронный ресурс]. URL: <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/modeli-vida-arima> (дата обращения: 20.05.2025).
5. Гельман, Э. Байесовский анализ данных / Э. Гельман, Дж. Карлин, Х. Стерн. – СПб.: Питер, 2021. – 636 с.

Сведения об авторах:

Кремлева Э. Ш., кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский

технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Казань, Россия

Сергеев А. В., студент, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Казань, Россия

УДК 004

Хить Я.В.¹, Чередниченко М. В.², Тиликин А. Ю.²

¹Институт фундаментальных наук, Краснодар, Россия

²Институт компьютерных систем и информационной безопасности
Краснодар, Россия

Моделирование распространения эпидемий на основе алгоритма SIR

Аннотация: В данной работе рассматривается моделирование распространения инфекционных заболеваний с использованием классического алгоритма SIR (Восприимчивые – Инфицированные – Выздоровевшие). Цель исследования — смоделировать динамику эпидемии в различных условиях, включая разные уровни заразности и скорости выздоровления. Для описания переходов населения между эпидемиологическими группами используется математическая модель, основанная на системе дифференциальных уравнений. Численные эксперименты проведены в Python для визуализации развития эпидемии во времени. Полученные результаты показывают влияние ключевых параметров на скорость и масштаб распространения болезни. Предложенный подход может служить основой для анализа эпидемий и поддержки принятия решений в сфере общественного здравоохранения.

Ключевые слова: теория вероятности, моделирование, эпидемии, модель SIR, прогнозирование. .

Классические модели распространения эпидемий

SIR-модель

SIR-модель является одной из наиболее популярных моделей эпидемиологического прогнозирования. Она делит население на три группы: восприимчивые к заболеванию, инфицированные, выздоровевшие.

Визуализация представлена на рисунке ниже (рис. 1).



Рис. 1. Визуализация SIR-модели.

Дифференциальные уравнения модели:

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= -\frac{\beta SI}{N}, \\ \frac{dI}{dt} &= \frac{\beta SI}{N} - \gamma I, \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I.\end{aligned}$$

$S(t)$ – численность восприимчивых индивидов в момент времени t ;
 $I(t)$ – численность инфицированных индивидов в момент времени t ;
 $R(t)$ — численность переболевших индивидов в момент времени t ;
 β – коэффициент интенсивности контактов индивидов с последующим инфицированием;

γ – коэффициент интенсивности выздоровления инфицированных.

Первое уравнение демонстрирует уменьшение числа здоровых пропорционально контактам с инфицированными.

Второе уравнение демонстрирует, что рост числа зараженных зависит от контактов здоровых и больных, но снижается за счет выздоровления.

Третье уравнение демонстрирует, что число выздоровевших растет пропорционально количеству инфицированных.

Модель SIR также использовалась для анализа распространения Вич [1].

SEIR-модель

Является расширением SIR-модели и учитывает инкубационный период болезни. Добавляется новая категория: носители инфекции.

Уравнения SEIR-модели:

$$\frac{dS}{dt} = \mu N - \mu S - \beta \frac{I}{N} S$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta \frac{I}{N} S - (\mu + \alpha) E$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha E - (\gamma + \mu) I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I - \mu R$$

$E(t)$ — численность носителей заболевания в момент времени t ;

α — величина, обратная среднему инкубационному периоду;

μ — уровень смертности;

Первое уравнение показывает уменьшение числа здоровых пропорционально контактам с инфицированными.

Второе уравнение демонстрирует задержку при переходе от контакта к заболеванию, равную инкубационному периоду.

Третье уравнение описывает переход из состояния «контактный» в состояние «инфицированный».

Четвертое уравнение демонстрирует рост числа выздоровевших пропорционально числу инфицированных, учитывая возможность смерти [2].

SEIR-модель более точна для заболеваний с латентной фазой, таких как COVID-19 и грипп.

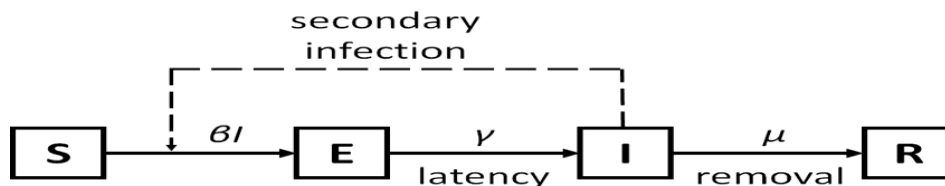


Рис. 2. Визуализация SEIR -модели.

SIS-модель

Модель применима при анализе распространения заболеваний, к которым не вырабатывается иммунитет, например гриппа и ОРВИ. Она описывается следующей системой уравнений:

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta SI}{N} + \gamma I$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I$$

Первое и второе уравнения показывают, что общее число здоровых и больных постоянно, а заражения зависят от контактов между ними.

Второе уравнение описывает изменение числа заболевших, которое растет за счет контактов и уменьшается из-за выздоровлений.

Модель применяется к болезням без пожизненного иммунитета, например, венерическим инфекциям.

Разработка симуляции распространения эпидемий

Разработка основана на математической модели SIR, которая позволяют описывать динамику инфекционных заболеваний без выработки иммунитета. В рамках данной работы была создана программа, реализующая эту модель.

Симуляция была разработана при помощи языка Java, включая библиотеки для визуализации данных (Java FX) и работе с данными (Spring).

Ниже представлены основные методы программной оболочки.

```

private void spreadInfection(Region region) {
    int newInfected = (int) (region.getInfected() * virus.getTransmissionRate());
    newInfected = Math.min(newInfected, region.getPopulation() -
        (int) (region.getInfected() + region.getRecovered() + region.getDead()));
    for (Region neighbor : region.getNeighboringRegions()) {
        if (!neighbor.isQuarantined()) {
            int neighborInfections = newInfected / 2;
            neighbor.setInfected(neighbor.getInfected() + neighborInfections);
        }
    }
    region.setInfected(region.getInfected() + newInfected);
}
    
```

Рис. 3. Метод spreadInfection.

Алгоритм рассчитывает новые случаи заражения, учитывая текущее число инфицированных, заразность вируса и количество здоровых людей.

Учитываются также выздоровевшие и умершие для корректировки числа потенциальных заражений. Если у региона есть соседи без карантина, часть зараженных "перемещается" в них, моделируя распространение инфекции. После расчетов обновляется число зараженных в текущем и соседних регионах, отслеживая динамику эпидемии. Алгоритм учитывает скорость вируса, карантин и численность населения.

```
private void updateRecoveryAndDeaths(Region region) {  
    int recoveries = (int) (region.getInfected() * virus.getRecoveryRate());  
    int deaths = (int) (region.getInfected() * virus.getMortalityRate());  
    region.setInfected(region.getInfected() - (recoveries + deaths));  
    region.setRecovered(region.getRecovered() + recoveries);  
    region.setDead(region.getDead() + deaths);  
}
```

Рис. 4. Метод updateRecoveryAndDeaths.

Алгоритм начинает с расчета выздоровевших на основе числа зараженных и коэффициента выздоровления. Затем вычисляется количество умерших через коэффициент смертности. Число зараженных уменьшается на количество выздоровевших и умерших, а соответствующие категории увеличиваются. Это моделирует динамику здоровья населения, учитывая выздоровление и смертность.

Графическая часть приложения визуализирует данные с помощью цветовой градации: синий — все здоровы, красный — более 1000 зараженных на 100 тыс. км², оранжевый — от 500 до 699, и т.д. Программа обеспечивает наглядную симуляцию эпидемии.

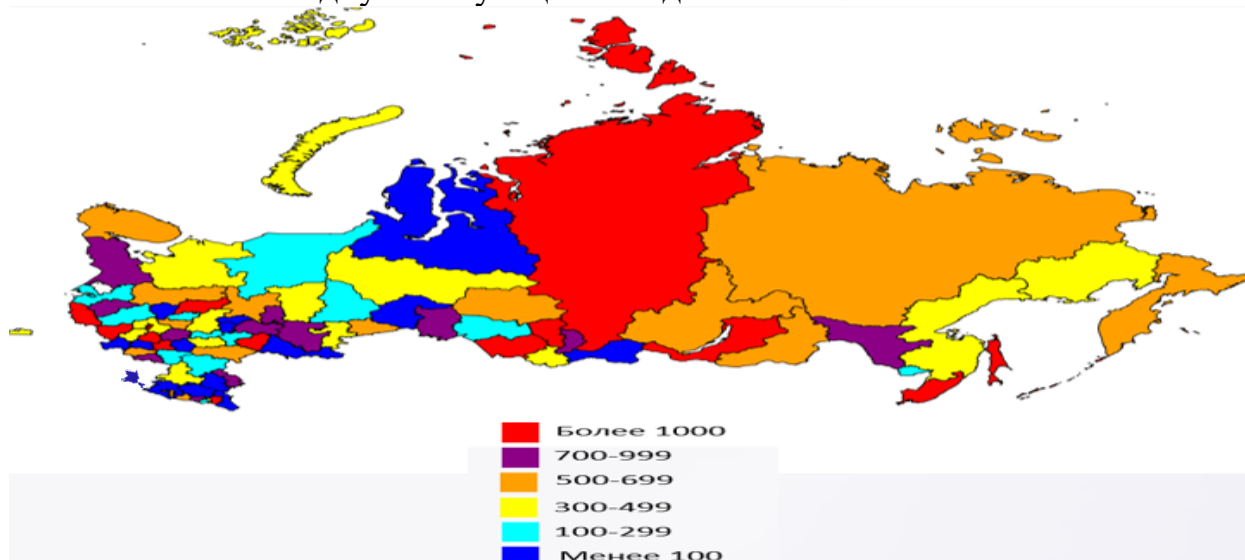


Рис. 5. Графическое представление.

На рисунке ниже представлена подтверждённая карта распространения инфекции в России. Сравнивая 2 варианта можно увидеть схожесть, что доказывает работоспособность разработанной программы.

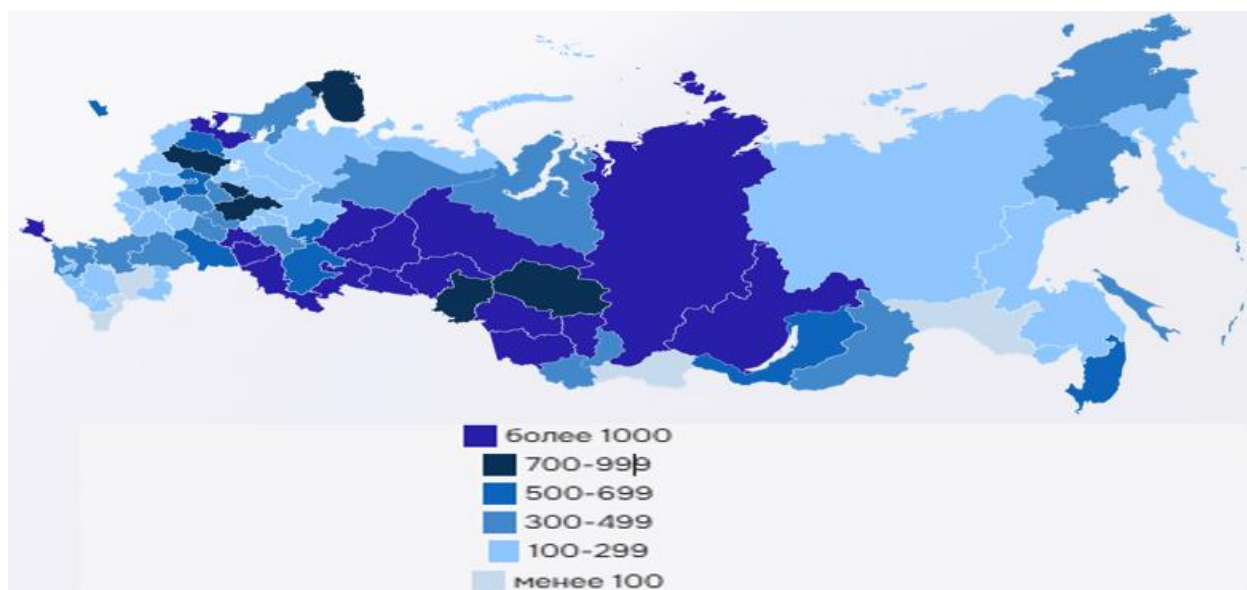


Рис. 6. Карта распространения Вич в России. [3]

Заключение

Применение теории вероятностей и математического анализа в моделировании распространения эпидемий открывает широкие возможности для прогнозирования и управления кризисными ситуациями. Современные технологии сбора данных и методы искусственного интеллекта позволяют создавать более точные и адаптивные модели, способные учитывать множество факторов, влияющих на развитие эпидемий.

Список литературы

1. Прогнозирование динамики эпидемий вирусов нового типа для обоснования планирования мероприятий региональной системы здравоохранения во время пандемий: 2023 г. этап 1 // Saint Petersburg State University URL: https://pureportal.spbu.ru/ru/publications/-sir----%28a95940d7-063d-4f64-b8df-0e8a6c58716c%29.html?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 13.03.2025).
2. Зараза, гостя наша. Как математика помогает бороться с эпидемиями// N+1 URL: <https://nplus1.ru/material/2019/12/26/epidemic-math> (дата обращения: 13.03.2025).
3. ВИЧ/СПИД в России// РУВИКИ URL: (дата обращения: 13.03.2025).

Сведения об авторах:

Хить Я.В., старший преподаватель, Краснодар, Россия

Чердниченко М. В., студент, Институт компьютерных систем и информационной безопасности, Краснодар, Россия

Тиликин А. Ю., студент, Институт компьютерных систем и информационной безопасности, Краснодар, Россия

Мажей Я.В.

Российский технологический университет, Москва, Россия

Сравнительный анализ библиотек автоматизации браузеров: seleniumbase и puppeteer

Аннотация: В статье проведен сравнительный анализ возможностей Python-библиотеки SeleniumBase и JavaScript-библиотеки Puppeteer для автоматизации браузеров и парсинга данных. Рассматриваются их архитектурные особенности и механизмы взаимодействия с браузером, а также поддержка современных технологий передачи. На эмпирическом примере парсинга динамического сайта (выполнение входа, AJAX-загрузка и извлечение информации) сравниваются производительность (время выполнения, потребление CPU/RAM) и устойчивость библиотек. Сделаны выводы о целесообразном выборе SeleniumBase или Puppeteer в зависимости от условий задач.

Ключевые слова: SeleniumBase, Puppeteer, парсинг, автоматизация, WebSocket, GraphQL, cookie, параллельные запросы корутины.

Автоматизация браузера становится все более актуальной как для тестирования веб-приложений, так и для комплексного парсинга динамических сайтов. Традиционно для таких задач использовалась связка Selenium WebDriver (с драйверами Chrome, Firefox и др.) и языков программирования (в частности, Python). Однако при выполнении сложных задач парсинга стандартный WebDriver может оказаться недостаточно гибким и быстрым, особенно когда сайт активно использует AJAX, GraphQL-запросы или антибот-защиту.

В этой связи большое внимание привлекают специализированные инструменты: на Python — фреймворк SeleniumBase, а на JavaScript — Puppeteer. SeleniumBase представляет собой высокоуровневую обертку над Selenium WebDriver с дополнительными возможностями [1]. Puppeteer же — официальная библиотека Google для Node.js, непосредственно управляющая браузерами на основе Chromium (и частично Firefox) через Chrome DevTools Protocol.

В основе SeleniumBase лежит традиционная архитектура Selenium WebDriver: клиент (код на Python) посылает командам WebDriver (через HTTP/JSON) управляющему процессу браузера (например, chromedriver), который уже напрямую взаимодействует с браузером как «пользователь» [1]. Такая схема обеспечивает мультибраузерность (Chrome, Firefox, Safari и др.), но создает дополнительный сетевой оверхед и задержки при каждом действии [2,3].

Puppeteer, напротив, не нуждается в посредниках WebDriver: он открывает сессии DevTools в браузере Chromium и отправляет команды

напрямую по двоичному протоколу CDP. Это убирает накладные расходы WebDriver, делая команды (например, `page.goto` или `page.click`) более «легковесными» и быстрыми. Как отмечают специалисты, такая прямая связь через DevTools Protocol обеспечивает эффективное управление браузером с минимальными затратами. Однако Puppeteer ограничен главным образом Chromium-based браузерами (официальной поддержкой Chrome/Chromium, экспериментальной Firefox) [3].

Puppeteer и SeleniumBase различаются как по архитектуре, так и по возможностям организации параллельной работы. Puppeteer, будучи библиотекой для Node.js, изначально ориентирован на асинхронное выполнение задач. Благодаря поддержке промисов и событийной модели JavaScript, в Puppeteer легко реализовать параллельную обработку: можно открывать несколько вкладок в одном браузерном экземпляре и выполнять одновременные действия через “Promise.all”, пример в Листинге 1. Это позволяет эффективно скрапить десятки и сотни страниц за счет неблокирующего исполнения, а также запускать независимые процессы Node.js для масштабирования нагрузки. Кроме того, Puppeteer отлично работает с headless-режимом, быстро создавая изолированные сессии.

Листинг 1 — Пример параллельного запуска сессии на JavaScript

```
const puppeteer = require('puppeteer');

(async () => {
  const urls = [
    'https://example.com/page1',
    'https://example.com/page2',
    'https://example.com/page3'
  ];

  const browser = await puppeteer.launch({ headless: true });

  // Promise.all для параллельного открытия страниц
  const results = await Promise.all(urls.map(async (url) => {
    const page = await browser.newPage();
    await page.goto(url, { waitUntil: 'domcontentloaded' });
    const title = await page.title();
    await page.close();
    return { url, title };
  }));

  console.log(results);
  await browser.close();
})();
```

SeleniumBase, базирующийся на WebDriver и Python, использует более традиционный подход. Для параллельного запуска тестов применяется, как правило, многопроцессность (через `pytest-xdist` или `multiprocessing`), что подразумевает создание отдельных экземпляров браузера для каждого потока или процесса. Запуск корутин (`asyncio`) в SeleniumBase напрямую невозможен из-за блокирующей природы WebDriver. Несмотря на это, SeleniumBase поддерживает массовое тестирование, но каждый экземпляр требует отдельного процесса, что сильнее нагружает систему.

Поддержка современных стандартов передачи данных AJAX и GraphQL

Обе библиотеки способны работать с динамически загружаемым контентом. AJAX-запросы (`XMLHttpRequest`, `Fetch`) выполняются внутри браузера и обрабатываются для пользователей любыми скриптами. SeleniumBase традиционно ожидает появления нужных элементов на странице (например, с помощью `wait_for_element`), а затем извлекает данные через DOM [4]. Puppeteer обеспечивает аналогичный подход: методы `page.waitForSelector` или `page.waitForNavigation` позволяют дожидаться окончания сетевой активности, прежде чем читать содержимое страницы [5]. При необходимости обе библиотеки могут перехватывать AJAX-запросы: Puppeteer через встроенные события (`page.on('request')/('response')`) при активированном `page.setRequestInterception`, а SeleniumBase — через интеграцию с «selenium-wire» или DevTools.

GraphQL-запросы технически являются HTTP-запросами (чаще всего POST) с JSON-payload. Они «скрыты» внутри страниц тем же образом, что и AJAX. В Puppeteer такой запрос можно поймать через событие `page.on('response')` и фильтрацию по URL. В SeleniumBase для этого могут использоваться инструменты вроде selenium-wire.

Подключения по WebSocket сложнее перехватывать: это двунаправленные каналы поверх протокола HTTP. Puppeteer не предоставляет высокоуровневого метода для прямой работы с WebSocket-фреймами — можно лишь подписаться на события DevTools `Network.webSocketFrameSent/Received` (низкоуровневые CDP-события). Selenium/WebDriver также не имеет встроенных средств для WS — требуются сторонние прокси (`mitmproxy`, `browsermob`) или CDP-команды. Таким образом, и для SeleniumBase, и для Puppeteer работа с WebSocket остается нетривиальной задачей, требующей расширенного вмешательства (например, через DevTools API или внешние библиотеки).

Что касается настройки окружения, то для SeleniumBase требуется установка Python и драйверов браузеров (обычно ChromeDriver, GeckoDriver и т. п.). Библиотека автоматически подбирает совместимую версию драйвера (при необходимости скачивая) [1]. Puppeteer устанавливается через npm (`npm install puppeteer`) и по умолчанию сам

загружает совместимый Chromium-пакет. Puppeteer-код компонуется в Node.js-проектах, а SeleniumBase-файлы пишутся на Python (обычно в формате pytest).

При парсинге часто требуется изменить HTTP-заголовки запросов (например, указать собственный User-Agent или добавлять заголовки авторизации). Оба инструмента это позволяют, но с разными подходами: SeleniumBase (WebDriver). Для установки User-Agent в Chrome-опциях используется аргумент --user-agent

Пример кода на Python представлен в Листинге 2.

Листинг 2 — Установка --user-agent SeleniumBase

```
@from selenium import webdriver
from selenium.webdriver.chrome.options import Options
options = Options()
options.add_argument("--user-agent=MyAgent/1.0")
self.driver = webdriver.Chrome(options=options)
```

Puppeteer. Имеет встроенные методы: page.setUserAgent("строка") задает User-Agent. Чтобы добавить другие HTTP-заголовки ко всем запросам, используется page.setExtraHTTPHeaders({ 'X-My-Header': 'value' }).

Если на сайт необходимо отправить сложные данные (например, GraphQL-запросы или JSON в POST).

Время выполнения операций на сайтах разной сложности для Puppeteer и SeleniumBase различное. На Рисунке 1 сравнивается совокупное время открытия страницы и извлечения контента на простом, среднем и тяжелом сайтах. На легких страницах оба инструмента работают быстро, разница минимальна (Puppeteer ~0,3 с против ~0,4 с у SeleniumBase). Но на более нагруженных страницах разрыв увеличивается: на среднем сайте Puppeteer в среднем завершает задачу за ~0,85 с, тогда как SeleniumBase ~1,0с. На страницах с обилием скриптов и данных Puppeteer сохраняет преимущество – условно ~3 с против ~4 с у SeleniumBase. Это соответствует тому, что Puppeteer обычно ~15–20% быстрее Selenium при рендеринге и скрапинге страниц [3]. Более высокая потребность Selenium (WebDriver) в ресурсах приводит к замедлению на тяжелых страницах, тогда как Puppeteer эффективнее управляет браузером напрямую через DevTools-протокол [6].

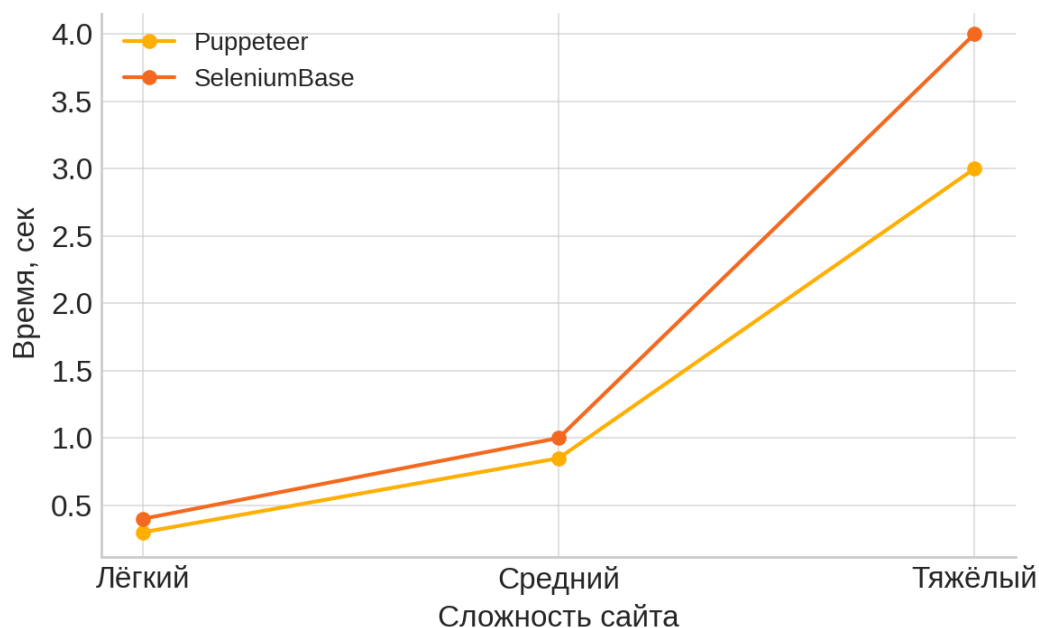


Рисунок 1 — Скорость выполнения операций на сайтах разной сложности

Как видно из Рисунка 2, SeleniumBase потребляет больше ресурсов, что отражается в более высокой загрузке CPU и памяти. В приведенном примере Puppeteer использовал ~30% CPU, тогда как SeleniumBase ~45% (на том же задании). Различие в потреблении RAM еще заметнее: ~300МБ у Puppeteer против ~500МБ у SeleniumBase. Эти данные совпадают с характеристиками инструментов: Selenium (и построенный на нем SeleniumBase) требует больше системных ресурсов из-за работы отдельного драйвера и браузера. Puppeteer же более «легкий» и эффективно использует память, напрямую управляя Chromium [6].

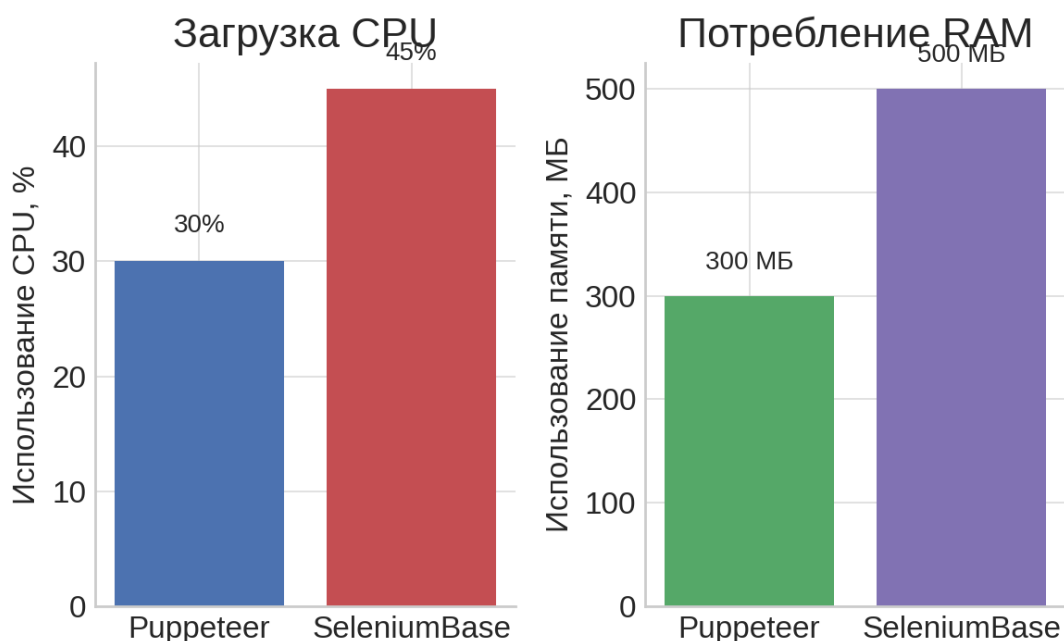


Рисунок 2 — Потребление ресурсов (CPU и RAM)

На Рисунке 3 представлена динамика популярности и тренды на период 2018–2023 годов. Puppeteer стал одним из самых популярных инструментов в своей нише за это время: количество звезд (GitHub) выросло с ~43 тыс. (2018) до ~90 тыс. к 2023 году [7]. SeleniumBase, появившись позже, набрал более скромные ~8–9 тыс. звезд, что логично, учитывая его более узкую аудиторию (Python-специалисты в тестировании и парсинге)[2].

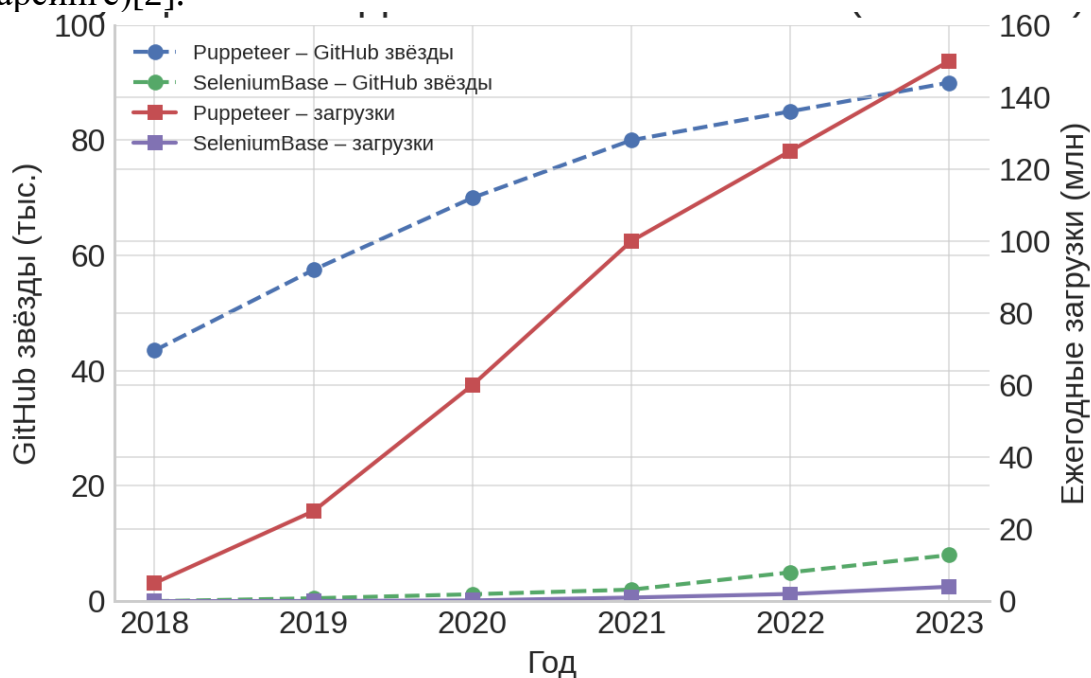


Рисунок 3 — Популярность Puppeteer vs SeleniumBase по годам

Загрузка и использование отражают схожий тренд. Puppeteer активно используется в сообществе JavaScript: уже к 2020 году он имел десятки миллионов загрузок, а в 2023 году еженедельно у Puppeteer фиксировалось свыше 3 млн скачиваний (что эквивалентно ~150 млн в год). SeleniumBase по данным PyPI отстает на порядки — в 2023 году порядка нескольких миллионов загрузок за весь год (около 200 тыс. в неделю по состоянию на 2024 год [2]).

Рост Puppeteer поддерживается его широким применением в веб-скрапинге и тестировании, а также поддержкой Google — он стал «де-факто стандартом» headless-автоматизации Chrome [7]. SeleniumBase же остается нишевым надстроенным решением над Selenium, популярность которого растет более умеренно, хотя и отмечен прогресс

Подводя итоги, Puppeteer опережает SeleniumBase как по техническим метрикам (скорость, экономность), так и по показателям распространенности. Это подтверждают независимые исследования и статистика скачиваний, а также метрики сообщества (GitHub)[3]. SeleniumBase, будучи улучшением Selenium, выигрывает в универсальности (поддержка различных языков, браузеров) и дополняется

инструментами обхода блокировок, но в прямом сравнении по скорости Puppeteer выглядит предпочтительнее для Chrome/Chromium-сценариев.

Список литературы

1. SeleniumBase: Python Framework for Test Automation. Текст : электронный // seleniumbase.io : [сайт]. – 2025. – URL: <https://seleniumbase.io/> (дата обращения: 15.05.2025).
2. Лучшие инструменты автоматизации браузеров. Текст : электронный // Bright Data : [сайт]. – 2024. – URL: <https://ru-brightdata.com/blog/web-data-ru/best-browser-automation-tools> (дата обращения: 15.05.2025).
3. Puppeteer vs Selenium: Which Should You Choose? Текст : электронный // ZenRows : [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.zenrows.com/blog/puppeteer-vs-selenium> (дата обращения: 19.05.2025).
4. SeleniumBase Scraping: Dynamic Content. Текст : электронный // CapSolver Blog : [сайт]. – 2024. – URL: <https://www.capsolver.com/blog/All/seleniumbase-scraping> (дата обращения: 19.05.2025).
5. Automating Web Actions Using Puppeteer and JavaScript. Текст : электронный // Medium : [сайт]. – 2023. – URL: <https://medium.com/@sridinu03/automating-web-actions-using-puppeteer-and-javascript-9b34ed5a01c9> (дата обращения: 20.05.2025).
6. Selenium vs Puppeteer: Which Web Automation Tool Is Right for You? Текст: электронный // Nimble: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.nimbleway.com/blog/selenium-vs-puppeteer-which-web-automation-tool-is-right-for-you> (дата обращения: 20.05.2025).
7. Puppeteer Web Scraping Tutorial. Текст: электронный // Apify Blog : [сайт]. – 2024. – URL: <https://blog.apify.com/puppeteer-web-scraping-tutorial/> (дата обращения: 20.05.2025).

Сведения об авторе:

Мажей Ярослав Владимирович, ассистент, Российский технологический университет, Москва, Россия

УДК 517.95

Кислов В.И.

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», Ханты-Мансийск, Россия

Пространственно-нелокальные краевые задачи и задачи с интегральными условиями для параболических уравнений

Аннотация: Статья посвящена исследованию пространственно-нелокальных краевых задач и задач с интегральными условиями для параболических уравнений. Рассматриваются основные определения и вспомогательные результаты, связанные с этими задачами. Приведены примеры применения этих задач в моделировании теплопроводности с нелокальными граничными условиями и диффузионных процессов. В заключении подчеркивается необходимость в дальнейших исследованиях, направленных на углубление понимания нелокальных процессов и разработку новых методов их моделирования и анализа.

Ключевые слова: пространственно-нелокальные задачи, параболические уравнения, интегральные условия, нелокальные эффекты, методы решения.

Пространственно-нелокальные задачи представляют собой важный класс задач в математической физике, где рассматриваются дифференциальные уравнения с нелокальными граничными условиями. В отличие от классических локальных задач, здесь используются условия, связывающие значения решения и (или) его производных в граничных точках со значениями в других граничных или внутренних точках. В данной статье мы рассмотрим пространственно-нелокальные краевые задачи и задачи с интегральными условиями для параболических уравнений, а также основные определения, разрешимость таких задач и свойства их решений.

Нелокальные задачи начали активно исследоваться в начале XX века. Значительный вклад в развитие теории внесли А.В. Бицадзе и А.А. Самарский.

Основными достижениями в развитии теории А.В. Бицадзе являются:

Разработка теории многомерных сингулярных интегральных уравнений.

Создание важных научных результатов в теории гиперболических систем.

Исследования теории нелокальных краевых задач

Вклад в теорию квазилинейных уравнений и систем

Разработка метода построения точных решений квазилинейных уравнений.

Основными научными результатами А.А. Самарский являются:

Создание фундаментальной работы по численным методам решения уравнений.

Разработка теории разностных схем.

Исследование методов решения задач конвекции-диффузии.

Создание новых подходов к решению параболических уравнений.

Вклад в развитие вычислительной математики.

Нелокальные задачи являются естественным обобщением классических краевых задач, где вместо задания значений решения на границе устанавливается связь этих значений с другими точками области.

Пространственно-нелокальные задачи для нестационарных дифференциальных уравнений включают уравнения, в которых производные функции зависят не только от локальных значений в точке, но и от значений в других точках пространства или времени. Это выражается через интегральные операторы.

Пространственно-нелокальные краевые задачи для параболических уравнений формулируются следующим образом:

Пусть $u(x, t)$ – искомая функция, которая удовлетворяет уравнению:

$$u_{tt} - u_{xxt} + b(x, t)u_{xx} + c(x, t)u = f(x, t) \quad 1)$$

в области $Q = \{(x, t) : 0 \leq x \leq l, 0 \leq t \leq T\}$.

Краевые условия могут включать в себя нелокальные интегральные операторы, например:

$$\int_0^l K(x, y)u(y, t) dy = g(x, t), \quad 2)$$

где,

$K(x, y, t)$ – ядро интегрального оператора;

$g(x, t)$ – заданная функция.

Задачи с интегральными условиями для параболических уравнений формируются так:

Пусть $u(x, t)$ удовлетворяет уравнению (3) в области Q :

$$u_{tt} - u_{xxt} + a(x, t)u_{xx} + b(x, t)u_{xt} + c(x, t)u = f(x, t) \quad 3)$$

Граничные условия могут включать интегральные операторы, например, как оператор, приведенный в уравнении (2) [1, с. 59-64].

Рассмотрим пример параболического уравнения с нелокальными граничными условиями:

$$u_{tt} - u_{xxt} + u = 0$$

в области $Q = (0, l) \times (0, T)$. Граничные условия могут быть заданы следующим образом:

$$u(0, t) = \int_0^l K(x, y)u(y, t) dy,$$

где,

$K(x, y)$ – ядро интегрального оператора [2, с. 43].

Для доказательства разрешимости пространственно-нелокальных задач для нестационарных дифференциальных уравнений используются

методы функционального анализа и теории операторов. Основные этапы включают:

Существование решения: необходимо показать, что существует хотя бы одно решение, удовлетворяющее заданным интегральным или нелокальным условиям. Зачастую оно достигается через построение последовательности приближенных решений и доказательство их сходимости к точному решению.

Единственность решения: необходимо доказать, что решение является единственным, что обеспечивает однозначность решения задачи. Оно может быть достигнуто через анализ свойств интегральных операторов и их ядер.

Решения пространственно-нелокальных задач обладают рядом важных свойств, которые зависят от структуры интегральных условий и свойств ядра интегрального оператора. Основные свойства включают:

Непрерывность: решения обычно являются непрерывными функциями, если ядро интегрального оператора и граничные условия удовлетворяют определенным условиям гладкости.

Дифференцируемость: решения могут быть дифференцируемыми, если ядро и граничные условия допускают дифференцирование под знаком интеграла.

Ограниченность: в зависимости от структуры задачи, решения могут быть ограниченными на всей области определения.

Устойчивость: в зависимости от задачи, решения обладают устойчивостью к малым возмущениям начальных данных. [3, с. 1174].

Для решения пространственно-нелокальных задач используются различные методы, включая:

Метод разделения переменных: данный метод применяется для линейных уравнений с постоянными коэффициентами.

Метод Фурье: данный метод используется для решения задач с периодическими граничными условиями.

Метод конечных разностей: данный метод преобразует дифференциальные уравнения в систему алгебраических уравнений, которые решаются численно.

Метод конечных элементов: данный метод позволяет аппроксимировать решение в виде линейной комбинации базисных функций.

Метод Галеркина: данный метод позволяет получить приближенное решение с помощью проекций.

Пространственно-нелокальные задачи находят широкое применение в моделировании различных физических процессов, таких как:

Теплопроводность с нелокальными граничными условиями: учёт влияния температуры в других точках тела позволяет более точно моделировать процессы теплопередачи.

Волновые уравнения: моделирование волновых процессов с интегральными условиями может учитывать влияние колебаний в различных точках пространства.

Диффузионные процессы: интегральные условия могут учитывать влияние концентрации в различных точках на динамику диффузионных процессов.

Экологические модели: описание распространения загрязняющих веществ в окружающей среде.

Экономические модели: моделирование процессов распространения экономических явлений [4, с. 126].

Практические аспекты применения пространственно-нелокальные задач:

Вычислительные технологии, подразумевающие использование суперкомпьютеров, применение воспроизводимых вычислений, разработку специализированного программного обеспечения.

Экспериментальная проверка, подразумевает сравнение теоретических результатов с экспериментальными данными, валидацию математических моделей, калибровку параметров данных моделей.

Дальнейшие исследования в этой области могут привести к более глубокому пониманию нелокальных процессов и разработке новых методов их моделирования и анализа, а также могут быть направлены на:

Теоретические исследования:

Изучение новых классов нелокальных задач.

Развитие теории разрешимости.

Исследование качественных свойств решений.

Прикладные аспекты:

Разработка новых математических моделей.

Создание эффективных численных методов.

Применение в инженерных задачах.

Междисциплинарные исследования:

Взаимодействие с физикой.

Сотрудничество с инженерией.

Применение в экологии и экономике.

Пространственно-нелокальные краевые задачи и задачи с интегральными условиями представляют собой важный и активно изучаемый класс задач в математической физике. Они находят применение в различных областях, включая теплопередачу, диффузию и волновые процессы. Решение таких задач требует применения современных методов математического анализа и численного моделирования.

Список литературы

1. Жаринов В., Владимиров В. Уравнения математической физики. – Litres, 2022. – 399.

2. Кириллова Г. А., Кожанов А. И. Обратные задачи для параболических уравнений высокого порядка. – 2004. – 102.
3. Кожанов А. И., Пулькина Л. С. О разрешимости краевых задач с нелокальным граничным условием интегрального вида для многомерных гиперболических уравнений // Дифференциальные уравнения. – 2006. – Т. 42. – №. 9. – С. 1166-1179.
4. Самарский А. А., Вабищевич П. Н. Численные методы решения задач конвекции-диффузии. – 2003. – 246.

Сведения об авторе

Кислов В.И., аспирант, ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», Ханты-Мансийск, Россия

Миронов А.Н., Копылова Я.А.

Российский технологический университет, Москва, Россия

Аспекты управления архитектурой корпоративных хранилищ данных в сценариях цифровой трансформации

Аннотация: В статье исследуются вызовы, с которыми сталкиваются корпоративные хранилища данных в условиях быстрой цифровой трансформации: отрыв архитектуры от реальных бизнес-требований, разрозненность процессов разработки и эксплуатации, а также дефицит обратной связи между проектными моделями и фактами работы ИТ-среды. Проанализированы современные парадигмы (Event-Driven Architecture, микросервисы, Data Lake, Data Mesh) и их ограничения при отсутствии интеграции с эксплуатационными данными. В качестве инструмента преодоления выявленных проблем предложен подход, реализуемый в платформе SILA Union, позволяющий объединять многослойные модели бизнеса и ИТ с метриками мониторинга, инцидентами и CI/CD-данными. Показано, что подобная «живая» архитектура обеспечивает актуальность моделей, ускоряет принятие решений и снижает технический долг.

Ключевые слова: Корпоративное хранилище данных; архитектура данных; живая архитектура; эксплуатационные данные; SILA Union.

Mironov A.N., Kopylova Y.A.

Aspects of managing the architecture of corporate data warehouses in digital transformation scenarios

Abstract: The article explores the challenges faced by corporate data warehouses in the context of rapid digital transformation: the disconnection of architecture from real business requirements, the fragmentation of development and operation processes, as well as the lack of feedback between design models and the facts of the IT environment. Modern paradigms (Event-Driven Architecture, microservices, Data Lake, Data Mesh) and their limitations in the absence of integration with operational data are analyzed. As a tool for overcoming the identified problems, an approach implemented in the SILA Union platform is proposed, which allows combining multi-layered business and IT models with monitoring metrics, incidents and CI/CD data. It is shown that such a “live” architecture ensures the relevance of models, accelerates decision-making and reduces technical debt.

Key Words: Enterprise data warehouse; data architecture; living architecture; operational data; SILA Union.

Постановка проблемы

Современные организации всё чаще сталкиваются с необходимостью быстрой цифровой трансформации, которая требует не только внедрения новых ИТ-решений, но и качественного переосмысления подхода к управлению корпоративными данными. Хранилища данных (ХД), ранее

построенные как основа для аналитики и поддержки управленческих решений, уже не справляются с требованиями времени. Они испытывают всё возрастающее давление со стороны характеристик, обозначаемых как «пять V»: Volume, Velocity, Variety, Veracity, Value [1].

В качестве основных вызовов, с которыми сталкиваются компании можно выделить:

Скорость: частота генерации и потребления данных увеличивается в разы. Большинство существующих корпоративных хранилищ данных были спроектированы для периодической загрузки информации из оперативных систем (например, ETL-процессов на уровне дня или недели). Сегодня бизнес требует событийной обработки в реальном или почти реальном времени — что реализуется через технологии потоковой передачи данных;

Объём: согласно исследованию IDC, мировой объём данных достигнет 175 зеттабайт к 2025 году [2]. Хранилища должны масштабироваться горизонтально, поддерживать хранение как структурированных, так и неструктурированных данных, и быть готовыми к обработке петабайтных объёмов;

Надёжность и доступность: современные бизнес-процессы опираются на данные в круглосуточном формате. Любое нарушение в доступе к данным может привести к прямым убыткам и репутационным рискам. При этом многие корпоративные хранилища данных были спроектированы без учёта отказоустойчивости и высокой доступности;

Разрозненность систем: в процессе цифровизации каждый проект, бизнес-юнит или команда разрабатывает собственные источники и витрины данных, часто без единой архитектурной координации. Это приводит к эффекту data silos, когда данные одного подразделения не доступны или не совместимы с данными других [3];

Устаревшие архитектуры: централизованные модели хранилищ, построенные по классическим схемам Data Warehouse, плохо масштабируются в условиях роста количества источников, высокой изменчивости требований и перехода к микросервисной архитектуре. Возникает необходимость в переходе к гибким архитектурным моделям, таким как Data Lake, Data Mesh, Event-Driven Architecture (EDA) [4].

Таким образом, перед организациями стоит системная проблема: корпоративное хранилище данных, как критически важный элемент ИТ-ландшафта, не поспевает за темпами изменений бизнес-среды и ИТ-инфраструктуры. Проблема уже вышла за рамки уровня системной интеграции и требует архитектурного и процессного переосмысления роли хранилищ данных в цифровом ландшафте предприятия.

Причины проблемы

Несостоятельность корпоративных хранилищ данных в современных условиях цифровой трансформации редко объясняется исключительно

техническими ограничениями. Далее рассмотрим ключевые причины, лежащие в основе деградации эффективности хранилищ данных.

Отсутствие единого подхода к управлению данными

Во многих организациях управление данными осуществляется в рамках отдельных проектов, бизнес-подразделений или ИТ-команд, без единого корпоративного центра ответственности. Это приводит к следующему:

- дублированию логики обработки данных;
- несогласованности бизнес-терминов и определений;
- конфликтующим источникам "истинных" значений;
- отсутствию процессов валидации и сертификации данных.

Эти симптомы указывают на отсутствие формализованной системы Data Governance — совокупности политик, процедур, ролей и стандартов, регулирующих управление данными как стратегическим активом

Отсутствие единой точки синхронизации данных

В рамках организации каждый ИТ-сервис или прикладное решение имеет собственную команду поддержки и развития. В результате жизненный цикл данных становится изолированным в рамках конкретного решения, ответственность за качество и актуальность данных становится размытой, а при изменениях в одном из узлов (например, обновлении схемы БД) последствия не анализируются на уровне всей архитектуры.

Ухудшает ситуацию тот факт, что с появлением «эпохи Highload» первые решения для снижения нагрузки на реляционные СУБД появились уже в середине 2000-х: Memcached (2004), а позднее — Redis (2009). Они позволяли ускорять обработку «горячих» запросов за счёт хранения часто используемых данных в памяти. Однако использование внешнего кэша вводит сложность поддержки целостности: любые изменения в основной БД требуют инвалидации или синхронизации кэша, что часто приводит к рассогласованию и тяжёлым для отладки проблемам согласованности.

В итоге отсутствует единая система владения данными, что делает невозможным реализацию архитектурных подходов, таких как единый каталог данных, отслеживание происхождения и контроль качества.

Отсутствие единого архитектурного подхода

В организациях часто отсутствует согласованная архитектура данных, охватывающая принципы взаимодействия систем, правила интеграции источников данных и эталонную модель предметных областей.

Это приводит к спонтанному росту интеграционных связей, что усложняет сопровождение и развитие. Особенно остро эта проблема проявляется в мультиоблачных и гибридных инфраструктурах, где без архитектурной координации невозможно обеспечить консистентность и совместимость между частями хранилищ данных.

Кроме того, архитектурные артефакты (если они существуют) часто остаются "мёртвыми" документами, не отражающими реальную картину

эксплуатации. Это связано с тем, что архитектура проектируется разово на этапе внедрения, а затем не поддерживается в актуальном состоянии.

Популярные архитектурные парадигмы — такие как Data Lake или Event-Driven Architecture (EDA) — активно внедряются, но без надлежащего управления часто усугубляют проблему:

в Data Lake данные сбрасываются в сыром виде, без метаданных и политики качества, превращаясь в Data Swamp — “болото данных”, непригодное для анализа [5];

в EDA события передаются между микросервисами, но без единой схемы событий, репликация и интерпретация данных становится фрагментарной.

Архитектура, даже построенная на современных концепциях, быстро устаревает, если она не сопровождается единой методологией проектирования и эксплуатации. В условиях коротких итеративных циклов разработки и распределённой ответственности между командами архитектурное управление становится критически важным

Таким образом, основная проблема не в том, что архитектура не строится — проблема в том, что она строится разрозненно, стихийно, и не сопровождается согласованной методологией.

Существующие подходы и их ограничения

Современные архитектурные проблемы в корпоративных хранилищах данных и ИТ-инфраструктуре в целом невозможно решить исключительно за счёт внедрения новых технологий или платформ. Однако справедливо отметить, что многие концепции, лежащие в основе эффективного управления данными и архитектурного планирования, уже разработаны и широко обсуждаются в отраслевом и академическом сообществе.

Существует ряд проверенных временем подходов, направленных на структурирование архитектуры и управления данными:

Enterprise Data Architecture (EDA) — структурная модель, описывающая, как организация собирает, хранит, интегрирует и использует данные. Включает концепции subject area models, data domains, data stewardship, master data и другие.

Data Warehouse + ETL-подход — классическая архитектура, в которой данные из операционных систем обрабатываются с помощью ETL-процессов и загружаются в централизованное хранилище. Этот подход обеспечивает надёжность, но недостаточно гибок для современных требований к скорости данных, так как не поддерживает потоковую обработку в реальном времени, плохо масштабируются при росте числа источников и объёма данных, требует значительных усилий на изменение схемы при добавлении новых источников;

Data Lake — хранилище данных в сыром виде, ориентированное на масштабируемость и работу с полу- и неструктурированными данными. В теории решает проблему разнообразия источников, но на практике часто

превращается в "болото данных" при отсутствии политики метаданных и качества.

Event-Driven Architecture (EDA) — архитектура, основанная на передаче событий между системами и микросервисами. Позволяет достичь высокой реактивности и масштабируемости, но требует строгого подхода к стандартизации событий и модели взаимодействия компонентов.

Data Mesh — подход к распределённой архитектуре данных, при котором каждый домен (например, подразделение или бизнес-функция) владеет своими данными как продуктом. Этот метод усиливает децентрализацию и ускоряет инновации, но предъявляет высокие требования к организационной зрелости;

Кэширование — как уже упоминалось ранее для снижения латентности часто используют in-memory кэши (Memcached, Redis). Они эффективны для «горячих» выборок, но вводят риски рассогласования данных. Например, Redis не гарантирует строгую консистентность при репликации — между мастером и репликами может быть задержка, приводящая к устаревшим данным на чтении, то есть дополнительный кэш-слой усложняет архитектуру и требует механизмов инвалидации и реконсистенции.

Внедрение любой архитектурной парадигмы сталкивается с одной и той же фундаментальной проблемой: быстро меняющаяся ИТ-среда и неконтролируемая множественность процессов препятствует эффективному использованию внедренной методологии. Зачастую в крупных организациях происходит следующая ситуация: внедряется новая система (например, CRM, ERP, BI), но архитектура данных при этом не обновляется, у каждой команды свои сроки и стандарты разработки, общий жизненный цикл данных разрушается из-за отсутствия централизованного управления схемами, правами доступа, семантикой.

В результате архитектура устаревает практически на следующий день после её утверждения. Без постоянной синхронизации архитектурных артефактов с реальной эксплуатацией архитектура превращается в статичный документ, не отражающий действительность.

Данные эксплуатации как основа живой модели

Современным организациям для построения гибкой и масштабируемой архитектуры данных необходимо не только чётко формализовать модели процессов и систем, но и обеспечивать постоянную актуализацию этих моделей на основе реальных эксплуатационных данных. Для этого можно использовать платформу SILA Union, которая представляет собой комплексное программное решение, предназначенное для проектирования, моделирования и анализа корпоративной архитектуры, включая бизнес-процессы, ИТ-ландшафт и нормативное регулирование.

В SILA Union реализовано несколько функциональных возможностей, которые позволяют строить адаптивные системы управления данными:

поддержка методологий и нотаций — SILA Union включает более 200 встроенных моделей (BPMN 2.0, UML, ArchiMate, TOGAF и др.), что позволяет организовать единое пространство для описания бизнес-процессов, информационных потоков, событийно-ориентированных сценариев и технологических компонентов;

генерация документации и отчётов — на основании созданных моделей платформа автоматически формирует нормативные документы (архитектурные описания, регламенты, технические задания) и аналитические отчёты, сокращая трудозатраты на подготовку сопроводительной документации;

импорт и экспорт данных — SILA Union обеспечивает гибкую интеграцию с внешними системами через REST API, поддержку прямого подключения к СУБД (PostgreSQL, Oracle, отечественные решения типа Jatoba), брокерам сообщений и файловым импортёрам (CSV, Excel, XML, JSON).

Основной функциональной особенностью является возможность интеграции различных внешних источников данных, таких как системы мониторинга, инструменты CI/CD, системы управления инцидентами, каталоги сервисов и CMDB. Через REST API или прямые коннекторы эти данные регулярно загружаются в SILA Union и соотносятся с моделью архитектуры — формируя динамические связи между проектными артефактами и эксплуатационными реализациями.

Помимо прочего, система позволяет на основе агрегированных данных проводить различные виды анализа:

функционально-стоимостной анализ — позволяет оценить затратность процессов и компонентов, выявить наиболее ресурсозатратные элементы и оптимизировать распределение ресурсов;

имитационное моделирование — на основе загруженных метрик и статистик система может моделировать сценарии изменения нагрузки или отказа узлов, прогнозируя влияние на бизнес-процессы и рекомендации по профилактическим мерам;

сравнительный анализ — автоматически выявляет расхождения между запланированными архитектурными решениями и реальными конфигурациями, что позволяет своевременно корректировать модели и снижать технический долг;

нормативно-правовой контроль — при подключении репозитория нормативных документов SILA Union проверяет соответствие процессов и систем установленным стандартам (ISO, ИБ-стандарты, внутренние регламенты).

Таким образом, интеграция эксплуатационных данных в процесс архитектурного моделирования, которую реализует SILA Union, позволяет

перейти от статических схем к динамическим «живым» моделям, более точно отражающим состояние корпоративной ИТ-среды и адаптирующимся к данным, присутствующим в системе.

Заключение

В статье показано, что традиционные корпоративные хранилища данных и классические архитектурные модели не успевают за темпами развития ИТ-инфраструктуры и меняющимися требованиями бизнеса. Основные причины отставания — отсутствие единого подхода к управлению данными, разрозненность команд и систем, а также методологический разрыв между проектированием и эксплуатацией.

Обзор современных парадигм продемонстрировал их потенциал, но одновременно выявил их ограниченную эффективность при разрозненных процессах разработки и недостатке обратной связи с эксплуатацией.

В качестве инструмента интеграции проектных моделей и реальных эксплуатационных данных рассмотрена платформа SILA Union. Она обеспечивает многослойное описание архитектуры, автоматизированный импорт метрик и инцидентов, а также аналитические механизмы для сопоставления «проектного» и «фактического» состояния.

Внедрение подобных решений позволяет создать «живую» архитектуру, способную адаптироваться к изменениям, снижать технический долг и ускорять принятие обоснованных решений. Ключевым условием успеха является не столько выбор конкретного инструмента, сколько организация процессов управления архитектурой и данные о её эксплуатации в едином цикле «проектирование–внедрение–обновление».

Таким образом, переход к адаптивному архитектурному управлению на основе эксплуатационных данных является необходимым этапом для обеспечения надёжности, масштабируемости и оперативности корпоративных хранилищ данных в условиях постоянной цифровой трансформации.

Список литературы

1. 5V's of big data [Электронный ресурс]. — 2023. URL: <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/5-Vs-of-big-data> (Дата обращения 14.05.2025)
2. The Digitization of the World [Электронный ресурс]. — 2025. URL: <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf> (Дата обращения 14.05.2025)
3. What Are Data Silos? Why Are They Problematic? [Электронный ресурс]. — 2024. URL: <https://www.oracle.com/database/data-silos/> (Дата обращения 14.05.2025)
4. How to Move Beyond a Monolithic Data Lake to a Distributed Data Mesh [Электронный ресурс]. — 2018. URL: <https://martinfowler.com/articles/data-monolith-to-mesh.html> (Дата обращения 14.05.2025)

5. Data Swamp [Электронный ресурс]. — 2023. URL: <https://www.dremio.com/wiki/data-swamp/> (Дата обращения 14.05.2025)
6. Моделирование бизнес-архитектуры с применением инструментария SILVA [Электронный ресурс]. — 2019. URL: <https://silaunion.ru/articles/modelirovanie-biznes-arkhitektury-s-primeneniem-instrumentariya-sila?ysclid=mb9daw5dg7252128308> (Дата обращения 14.05.2025)
7. Эволюция архитектуры данных: как потребности бизнеса изменили инструменты для хранения данных [Электронный ресурс]. — 2022. URL: <https://habr.com/ru/companies/vk/articles/692554/> (Дата обращения 14.05.2025)
8. Data mesh: децентрализация аналитических данных в эпоху больших данных - подходы, архитектура и преимущества [Электронный ресурс]. — 2024. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=75141105> (Дата обращения 14.05.2025)
9. Позиционирование и значимость интеграционной архитектуры в корпоративной архитектуре банка в условиях цифровой трансформации [Электронный ресурс]. — 2024. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80376452> (Дата обращения 14.05.2025)

Сведения об авторах

Миронов Антон Николаевич, старший преподаватель, Российский технологический университет, Москва, Россия

Копылова Яна Антоновна, ассистент Российский технологический университет, Москва, Россия

Mironov Anton Nikolaevich, Senior Lecturer Russian Technological University Moscow, Russia

Kopylova Yana Antonovna, Assistant Professor Russian Technological University Moscow, Russia

УДК 002.304

Панченко Е.А., Сенан А.М.

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

Способы наблюдения за трещинами в конструкциях зданий и сооружений

Аннотация: В статье рассматриваются способы наблюдения за трещинами в зданиях и сооружениях. В ходе комплексного анализа научной литературы были выявлены современные способы наблюдения за трещинами, приведены основные достоинства и недостатки каждого из методов мониторинга зданий. Также была установлена взаимосвязь между геометрическими характеристиками трещин и оптимальным способом контроля динамики раскрытия трещин. Перечислено оборудование, которое необходимо использовать при наблюдении за трещинами в зависимости от уровня точности и ответственности строения.

Ключевые слова: обследование зданий, техническое оборудование, трещины, раскрытие трещин, наблюдение за трещинами.

Panchenko E.A., Senan A.M.

Methods of monitoring cracks in structures of buildings and structures

Abstract: The article discusses ways to monitor cracks in buildings and structures. In the course of a comprehensive analysis of the scientific literature, modern methods of monitoring cracks were identified, and the main advantages and disadvantages of each of the building monitoring methods were presented. The relationship between the geometric characteristics of cracks and the optimal way to control the dynamics of crack opening was also established. The equipment that must be used for crack monitoring is listed, depending on the level of accuracy and responsibility of the structure.

Key words: buildings survey, technical equipment, cracks, opening of cracks, cracks monitoring.

Трещины – это разрыв в материале конструкции, образованный в ходе механических повреждений, неправильных условий эксплуатации, ошибках в проектировании и монтаже, неверно подобранного сечения конструкции, а также в отсутствии мер предостережения от агрессивных сред[2, с. 118].

По размеру трещины делятся на:

волосные – ширина раскрытия до 0.1 мм;

мелкие – до 0.3 мм;

развитые – от 0.3 до 0.5 мм;

большие – до 1 мм;

значительные – более 1 мм.

Трещины в зданиях и сооружениях могут свидетельствовать о серьезных проблемах, связанных с их устойчивостью и безопасностью. Поэтому мониторинг и наблюдение за трещинами являются важными задачами для инженеров[4].

Способы наблюдения за трещинами:

Визуальный осмотр – это самый простой и распространенный метод выявления трещин в конструкциях[2]. На основе данного метода можно выявить характер трещин, их число и направление, установить примерную ширину раскрытия. Данный способ является первостепенным в ходе обследования зданий, так как не требует наличия оборудования. Главными плюсами данного метода являются скорость и простота наблюдений.

К основным недостаткам относится низкая точность выявления геометрических размеров трещин, что затрудняет отслеживание динамики (роста размера трещин во времени) и возможность пропуска мелких трещин в силу невнимательности.

Второй способ – использование простейших средств измерения таких как: линейка, рулетка, штангенциркуль. При наблюдении данным способом появляется возможность с точностью определить ширину раскрытия трещин, длину трещины и глубину разрыва материала, если трещина относится к значительным. В отличие от первого способа, данным методом можно отслеживать динамику возникновения и роста трещин, путем фиксации размеров во временном интервале, который подбирается в зависимости от степени ответственности здания. Недостатком данного метода всё еще является не высокая точность.

Третий способ – маркеры или маяки. Маркеры устанавливаются вдоль трещин для отслеживания их роста. Это могут быть нанесенные на конструкцию линии поперек трещины, либо же специальные маяки, которые устанавливаются с обеих сторон от нее. Конструктивно маяки состоят из двух прозрачных пластин, которые устанавливаются по разные стороны от трещины путем шпаклевки, либо же путем холодной сварки [3, с. 8]. На одну пластину наклеивают систему координат с маленькой квадратной сеткой одинакового шага, а на другую перекрестие, которое потом подгоняют под центр системы координат. В зависимости от роста трещин пластины разъезжаются в разные стороны и перекрестие начинает двигаться вдоль координатной оси, что позволяет зафиксировать величину расширения трещин и характер движения. Данный способ является очень точным и не требует постоянного присутствия на объекте строительства. Главный недостаток этого метода – возможность отцепление маяка от конструкции в связи со слабым клеем или же путем отрыва его прохожими или животными.

Четвертый – Геодезический метод. Это один из наиболее точных и надежных способов мониторинга деформаций и перемещений конструкций. Он основан на использовании геодезических инструментов и технологий для измерения изменений в положении и форме объектов.

Инструменты и оборудование:

Теодолиты – используются для измерения углов между точками;

Нивелиры – позволяют измерять высотные изменения и определять уровень;

GPS и GNSS – оборудование – используется для определения координат точек с высокой точностью.

Преимущества геодезического метода:

Высокая точность: Позволяет получать данные с точностью до миллиметров.

Долгосрочный мониторинг: Подходит для регулярных проверок состояния сооружений на протяжении длительного времени.

Возможность измерения больших объектов: Эффективен для мониторинга крупных зданий и инфраструктурных объектов.

Недостатки геодезического метода:

Необходимость в квалифицированном персонале: Требуется опытный геодезист для проведения измерений и анализа данных.

Высокая стоимость оборудования: Закупка и обслуживание геодезических инструментов могут быть затратными.

Влияние внешних факторов: Погодные условия и вибрации могут повлиять на точность измерений, поэтому важно учитывать эти факторы при планировании наблюдений.

Пятый – Ультразвуковое и радиолокационное обследование трещин в зданиях и сооружениях — это современные неразрушающие методы контроля, которые позволяют эффективно выявлять и оценивать состояние конструкций. Каждый из этих методов имеет свои особенности, преимущества и ограничения.

Ультразвуковое обследование – Принцип действия:

Ультразвуковое обследование основано на использовании высокочастотных звуковых волн, которые вводятся в материал конструкции. Когда ультразвук проходит через материал, он отражается от границ раздела (например, от трещин, пустот или других дефектов). Анализ отраженных сигналов позволяет определить наличие и характер дефектов.

Преимущества:

Высокая точность: Позволяет обнаруживать мелкие трещины и дефекты с высокой разрешающей способностью.

Глубокое проникновение: Ультразвук может проникать на значительные глубины в материалах.

Неразрушающий метод: Не требует разрушения или повреждения исследуемой конструкции.

Недостатки:

Зависимость от свойств материала: Эффективность метода может снижаться в зависимости от типа материала и его состояния.

Необходимость в подготовке поверхности: Для получения качественных результатов может потребоваться предварительная подготовка поверхности.

Квалификация оператора: Требуется опытный специалист для интерпретации результатов.

Радиолокационное обследование – Принцип действия:

Радиолокационное обследование (или георадарное обследование) использует радиоволны для исследования структуры конструкции. Сигналы, отраженные от различных слоев и дефектов внутри материала, анализируются для определения их местоположения и характеристик.

Преимущества:

Не требует контакта с объектом: Метод может быть использован для обследования объектов без их разрушения.

Возможность обследования больших площадей: Эффективен для мониторинга больших площадей и сложных конструкций.

Способность обнаруживать различные материалы: Может использоваться для выявления не только трещин, но и пустот, арматуры и других элементов.

Недостатки:

Ограниченная глубина проникновения: Эффективность снижается на больших глубинах или в плотных материалах.

Зависимость от условий среды: Результаты могут быть искажены наличием влаги, загрязнений или других факторов.

Сложность интерпретации данных: Требуется опытный специалист для анализа полученных данных.

Шестой – Датчики и системы мониторинга за трещинами. Это важные инструменты для оценки состояния зданий и сооружений, а также для предотвращения аварий и обеспечения безопасности. Такие системы позволяют в реальном времени отслеживать развитие трещин, их размеры и другие параметры, что помогает своевременно реагировать на изменения и принимать необходимые меры.

Основные виды датчиков:

Датчики перемещения (датчики смещения) – Измеряют перемещение или сдвиг конструкции в различных направлениях. Используются для определения изменений в геометрии трещин.

Датчики деформации (стрейн-гейджи) – Измеряют деформацию материала, что позволяет выявлять напряжения и потенциальные трещины. Устанавливаются на поверхности или внутри конструкции.

Термодатчики – Используются для мониторинга температуры, которая может влиять на расширение и сжатие материалов, а также на развитие трещин.

Датчики влажности – Измеряют уровень влажности в окружающей среде или внутри конструкции, что может быть критически важным для оценки риска трещинообразования.

Оптические датчики – Используют лазеры или оптические волокна для мониторинга изменений в геометрии конструкции. Позволяют получать высокоточные данные о состоянии трещин.

Акустические датчики – Улавливают звуковые волны, возникающие при развитии трещин, что позволяет выявлять их наличие до визуального обнаружения [1, с. 103].

Виды систем мониторинга:

Автоматизированные системы мониторинга (ASM) – Сочетают несколько типов датчиков и обеспечивают автоматическую запись и анализ данных. Позволяют получать данные в реальном времени и отправлять уведомления о превышении пороговых значений.

Системы дистанционного мониторинга – Используют беспроводные технологии для передачи данных с датчиков на центральный сервер или облачное хранилище. Обеспечивают доступ к данным из любой точки мира.

Системы видеонаблюдения – Используют камеры для визуального мониторинга состояния конструкций. Могут быть интегрированы с аналитическими инструментами для автоматического обнаружения изменений.

Заключение

Наблюдение за трещинами в зданиях и сооружениях — это важный аспект обеспечения безопасности и долговечности конструкций. Выбор метода наблюдения зависит от конкретных условий, бюджета и требований к точности. Комбинирование различных методов может обеспечить более полное понимание состояния объекта и своевременное принятие мер по его защите. Регулярный мониторинг поможет предотвратить серьезные аварии и сохранить жизнь людям, использующим данные сооружения.

Список литературы

1. Лукина, О.В. Обследование и испытание сооружений: уч. пособие. – М.: Стройиздат, 1987. – 264с.
2. Козачек, Н.В. Обследование и испытание зданий и сооружений: уч. издание. – М.: Высшая школа, 2004. – 448с.
3. Сазыкин И.А. Обследование и испытание сооружений: уч. пособие. – М.: РГОТУПС, 2003. – 94с.
4. Леденев, В.И. Обследование технического состояния гражданских зданий перед реконструкцией и капитальным ремонтом: уч. пособие. – Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 24с.

Сведения об авторах:

Панченко Е.А., студент, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия
Сенан А.М., кандидат технических наук, доцент Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

Panchenko E.A., student Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia,
Senan A.M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Architecture of Civil and Industrial Buildings, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

УДК 622.24

Казанцева А.М.

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Кластеризация данных по результатам геомеханического моделирования для задач освоения скважин

Аннотация: Статья посвящена кластеризации данных, полученных путем моделирования геомеханических параметров на одном из месторождений Западной Сибири. В работе выполнено построение 1Д геомеханической модели, рассмотрена технология построения классическим подходом дизайнов гидравлического разрыва пласта, сформирована библиотека упругих свойств. В ходе построения модели восстанавливались недостающие данные и кривые, подбирались определенные зависимости для вычисления необходимых параметров. В рамках выделенных механических фаций горных пород разреза получены корреляционные зависимости осредненных значений упругих свойств и градиентов напряжений от величины пластового давления.

Ключевые слова: геомеханика, освоение скважин, моделирование, кластеризация данных, библиотека геомеханических свойств.

Kazantseva A.M.,

Clustering of data based on the results of geomechanical modeling for well development tasks

Abstract: The article is devoted to clusterization of data obtained by modeling geomechanical parameters at one of the deposits in Western Siberia. The article presents the construction of a 1D geomechanical model, the technology of constructing hydraulic fracturing designs using the classical approach, and the library of elastic properties. During the construction of the model, missing data and curves were restored, and certain dependencies were selected to calculate the necessary parameters. Within the framework of the identified mechanical facies of the rocks of the section, correlation dependences of the average values of elastic properties and stress gradients on the reservoir pressure are obtained.

Key words: geomechanics, well development, modeling, data clustering, library of geomechanical properties.

В настоящий момент, гидроразрыв пласта (ГРП) является ключевым методом интенсификации добычи углеводородного сырья, а для низкопроницаемых коллекторов является обязательным условием для обеспечения экономической эффективности разработки.

В то же время, ГРП наряду с ростом добычи существенно повышает риски прорыва в водо- и газонасыщенные зоны, что, в свою очередь, приводит к неоптимальной работе скважин. Главной задачей для минимизации таких рисков является обеспечение надежных, физически обоснованных дизайнов ГРП, позволяющих не допускать прорыва в

нежелательные зоны и в то же время обеспечивать высокую эффективность работы скважины.

По причине того, что наибольший вклад в формирование дизайна гидроразрыва пласта вносят упругие свойства (модуль Юнга и коэффициент Пуассона) и градиенты напряжений пород коллектора, задача минимализации рисков сводится к обеспечению высокой достоверности этих параметров.

В рамках данной работы выполнено обобщение результатов геомеханического моделирования для формирования физически обоснованной таблицы (библиотеки) упругих свойств и напряжений для пород.

Для построения качественной геомеханической модели необходима полная кондиционная исходная информация. К исходной информации относится [1, с.70]:

Стандартный комплекс ГИС для литологического расчленения (электрометрия, радиоактивный каротаж, кавернометрия);

Расширенный комплекс ГИС: скорости продольной и поперечной волны (АКШ), волновой акустический каротаж (с наличием минимального горизонтального напряжения), плотностной метод (ГГК-п), замеры диаметра скважины в нескольких плоскостях (профилеметрия), ХМАС, FMI;

Геолого-технические исследования (ГТИ): скорость бурения, продолжительность бурения, вес бурового раствора (БР), температура БР, расход БР, номинальный диаметр, газосодержание;

Буровые события: затяжки, посадки, поглощения, выходы газа из пласта;

Керновые исследования фильтрационно-емкостных свойств, динамических и статических скоростных и прочностных свойств;

Исследования XLOT, LOT, миниГРП.

Качество первичных данных влияет на достоверность проводимых построений и, как следствие, на достоверность самой модели. В первую очередь, требуются качественные замеры данных акустического (ΔT (DT) – интервальное время пробега волны, ΔT_s (DTS) – интервальное время пробега поперечной волны) и плотностного гамма-гамма (ГГК-п) каротажей – основных методов геофизических исследований скважин (ГИС), дающих информацию о механических свойствах горных пород.

При построение 1Д ГММ реализованы следующие пункты:

Сбор и анализ данных ГИС, выбор опорных скважин, восстановление недостающей информации;

Анализ керновых исследований, построение сопоставлений упруго-прочностных свойств;

Анализ данных ГТИ, проведенных ГРП, создание калибровочной информации;

Расчет горного и порового давлений;
Расчет профилей упруго-прочностных свойств;
Расчет напряженных состояний;
Построение моделей механических свойств (1D геомеханика).

Первым шагом моделирования был расчет вертикального напряжения горных пород. Вертикальное напряжение (литостатическое или горное давление) рассчитывалось методом объемной плотности: путем интегрирования значений плотностного каротажа по глубине с экстраполяцией до устья. Расчет поровых давлений производился с использованием данных ГИС, с последующей калибровкой по данным замеров пластового давления.

Далее выполнялся расчет динамических и статических упругих свойств. Переход от динамических к статическим свойствам осуществлялся на основе корреляционных зависимостей, полученных в ходе анализа результатов лабораторных исследований керна. Следует отметить, что по причине отсутствия керна во многих интервалах, переход к статическим свойствам для всех типов пород осуществлялся в соответствии с общей корреляцией.

Для выделения механических фаций по каждой группе пластов была выполнена кластеризация упругих свойств. По результатам анализа результатов кластеризации и по сопоставлению их с данными керновых исследований были выделены механофации [2, с.7].

Последним шагом построения 1D геомеханической модели для ГРП был расчет минимального и максимального горизонтальных напряжений. В качестве калибровочной информации для минимального горизонтального напряжения использовались данные мини-ГРП – давление закрытия трещины.

Таким образом, в качестве результатов 1D геомеханического моделирования были получены непрерывные профили статических упругих свойств и минимального горизонтального напряжения.

Полученные непрерывные профили упругих свойств и напряжений позволяют детально охарактеризовать особенности в рамках каждого литологического пропластка.

На основании непрерывных кривых был выполнен анализ распределения величин упругих свойств и напряжений в рамках каждой механической фации горных пород. По результатам анализа выполнена аппроксимация (осреднение) непрерывных данных в ступенчатую функцию с единственным значением для каждой физико-механической фации [3, с.102].

Результаты анализа диаграмм в виде средних значений упругих свойств и минимального горизонтального напряжения по пластам представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Средние значения для выделенных механофаций горных пород в пластах

Пласт	Механические фации (с привязкой к литологии)	Коэффициент Пуассона	Модуль Юнга, Мпси	Напряжение, Пси	Градиент напряжений, атм/м
X1	Алевролит	0.205	4.179	5815.98	0.14
	Аргиллит	0.227	3.995	6100.99	0.147
	Глина	0.238	3.744	6043.75	0.149
	Песчанник	0.215	3.861	5783.34	Grad_PP+0.073 7
	плотный	0.243	5.112	6288.61	0.148
X2	Аргиллит	0.257	4.106	7266.90	0.219
	Аргиллит бит.	0.194	3.102	6119.93	0.139
	Глина	0.230	3.656	6599.12	0.147
	Песчанник	0.188	4.274	6008.69	0.454*Grad_PP +0.0036
	Плотный	0.158	4.456	5897.91	0.128
X3	Алевролит	0.238	4.171	6941.42	0.144
	Аргиллит	0.241	4.005	7046.61	0.13
	Глина	0.239	3.608	6829.39	0.151
	Песчанник	0.217	4.256	6731.44	0.0025*Grad_P P+0.0351
	Плотный	0.219	4.957	6912.10	0.131
	Уголь	0.183	3.413	6637.22	0.095

В результате анализа диаграмм распределения были сделаны следующие выводы:

- упругие свойства и напряжения песчаников, алевролитов и внутрипластовых глинистых отложений имеют высокую вариабельность величин по площади, связанную с изменением пластового давления в процессе разработки;

- упругие свойства и напряжения плотных отложений имеют выдержанный характер и могут быть описаны средними величинами.

Полученные таким образом средние величины упругих свойств и градиентов напряжений совместно с данными РИГИС могут быть использованы для построения ступенчатой (аппроксимированной/осредненной) геомеханической модели.

Геомеханические характеристики пород пласта являются ключевыми величинами, влияющими на параметры моделируемых трещин ГРП. Получаемый результат математического моделирования во многом зависит от качества и полноты входящей информации, что говорит о предпочтительности использования непрерывных профилей упругих свойств и напряжений. В то же время большие временные затраты при построении дизайнов с использованием высокодискретных (с шагом 0.1-

0.2м) данных стимулируют осуществление аппроксимации результатов геомеханического моделирования.

Отклонение осредненных полученных данных по геомеханической модели и данных факта ГРП составляет менее 5%.

Равномерное распределение скважин по площади месторождения и широкий охват необходимым набором входной и калибровочной информации позволяет с достаточно высокой детальностью охарактеризовать напряженно-деформированное состояние объектов исследования.

В рамках выделенных механических фаций горных пород разреза получены корреляционные зависимости осредненных значений упругих свойств и градиентов напряжений от величины пластового давления. Данные зависимости в составе библиотеки геомеханических свойств для симулятора ГРП позволяют осуществлять оценку упруго-прочностных характеристик при наличии данных литологической разбивки на основе данных РИГИС и градиента пластового давления на момент планирования ГРП.

На планируемых к освоению вертикальных скважин возможен перенос унифицированных параметров с опорных скважин для индивидуального расчета предварительных параметров, используемых в технологии ГРП. В связи с этим возможно спланировать с наименьшими погрешностями трещину ГРП и измерить ее геометрию, также подобрать оптимальное количество пропанта.

Список литературы

1. Расчет устойчивости ствола скважины для предотвращения осложнений при бурении / С.В. Лукин, С.В. Есипов, В.В. Жуков, Ю.В. Овчаренко, А.Ю. Хомутов, Т.Н. Шевчук, И.В. Сусяков. - Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2016, №6. - С. 70-73.
2. Ельцов И.Н., Самойлов М.И., Торопецкий К.В., Борисов Г.А. Построение петрофизических зависимостей с использованием кластерного анализа. SPE-201970-RU
3. Морева В.А., Кулешов В.С., Павлов В.А., Самойлов М.И. Замеры высоты трещины гидроразрыва пласта как метод верификации геомеханической модели// НТВ «Каротажник», Тверь: Изд. АИС. 2021. Вып. 8 (314). С.93-109.

Сведения об авторе:

Казанцева А.М., аспирант, Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия
Kazantseva A.M., PhD student, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Ганиев А.А.

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ,
Казань, Россия*

Необходимость разработки программного средства по администрированию работы салона для новорожденных

Аннотация: Статья посвящена проблеме автоматизации внутренних и внешних процессов в малых предприятиях на примере создания web-приложения для клиентов и администратора массажного салона для новорожденных. Рассматриваются проблемы в работе салона и подходы к их решению с помощью компьютерных технологий. Идет анализ ключевых аспектов цифровизации бизнеса, включая онлайн-запись, управление расписанием, CRM—систему и финансовую интеграцию. Предложена архитектура программного решения на основе современных технологий, а также учтены нормативные требования, включая защиту персональных данных и стандарты медицинского массажа. Реализация проекта позволит повысить эффективность работы салона, улучшить качество обслуживания клиентов и увеличить прибыль за счет масштабирования бизнеса.

Ключевые слова: (WEB приложение, массажный, салон, автоматизация, чистота, расписание, специалист).

Ganiev A.A.

The need to develop a softwhere tool for the administration of the salon for newborns

Abstract: The article is devoted to the problem of automation of internal and external processes in small enterprises using the example of creating a web application for clients and the administrator of a massage salon for newborns. The problems in the work of the salon and approaches to their solution using computer technology are considered. Key aspects of business digitalization are being analyzed, including online recording, schedule management, CRM—system, and financial integration. The architecture of the software solution based on modern technologies is proposed, as well as regulatory requirements, including personal data protection and medical massage standards, are taken into account. The implementation of the project will increase the efficiency of the salon, improve the quality of customer service and increase profits by scaling the business.

Keywords: WEB application, massage, salon, automation, cleanliness, schedule, specialist

В настоящее время цифровизация проникает во все сферы жизни, меняет структуры, процессы и ИТ-системы, а также людей, которые живут и работают в этих изменившихся реалиях. Компании, стремящиеся к успешной цифровизации, могут либо оптимизировать существующую

бизнес-модель и процессы и таким образом получить дополнительные источники выручки, либо заменить свою бизнес-модель на более совершенную [5]. Таким образом, внедрение компьютерных технологий, автоматизация рутинных операций в медицине и отказ от использования бумаги в деятельности актуальна и сегодня. Важно повысить эффективность работы, и качество обслуживания. Исследования Ф. Котлера[1] подчеркивают, что для успеха сервисных компаний ключевым является клиентоориентированность и удобство взаимодействия. [5]

Бизнес модель массажного салона для новорожденных держится на предоставлении уникального продукта –массажа. Для успеха бизнеса, массаж должен быть предоставлен маленькому клиенту в уникальной упаковке содержащим пользу для здоровья, удобством получения услуги. Необходимо отметить массаж положительно влияет на организм, затрагивает все его системы и улучшает его состояние при регулярном применении, такие как система кровообращения, мышцы, суставы сухожилия, а также регулирует правильное положение внутренних органов, успокаивает нервную систему, и становится фундаментом гармоничного развития ребенка. Необходимо понимать, что процедура массажа может иметь ограничения или противопоказания, поэтому программы массажа в массажных салонах для новорожденных должны разрабатываться в строгом соответствии с существующими нормами безопасности, и при правильном применении улучшить состояние здоровья маленького пациента, поэтому существуют стандарты [8].

Стандарты предоставления услуг подразумевают что:

в помещениях заведений поддерживается высокий уровень чистоты;
используемые масла гипоаллергенны и имеют сертификаты качества;
методы, применяемые в практике, являются безопасными и эффективными.

личное присутствие родителей во время сеанса, наблюдая за процессом, что значительно укрепляет доверие и усиливает чувство безопасности;

подробная отчетность и пояснения специалистов по проведенным процедурам и регистрация в журналах.

отсутствие очередей, возможность выразить отзыв о работе повышает удобство доверие к проводимым процедурам

регулярное повышение квалификации специалистов на специализированных курсах;

прозрачный учет предоставляемых услуг в контролирующих органах.

Все перечисленное невозможно сделать без автоматизации рутинных операций, необходимо проанализировать проблемы и определить требования к специализированному программному обеспечению. Рассмотрим работу традиционных «массажных» салонов, здесь можно

выделить несколько основных и актуальных проблем, влияющие на качество предоставляемых услуг:

1) Проблема записи на сеанс

Не всегда есть возможность дозвониться в салон. Телефон может быть занят, не услышан или проигнорирован работником.

Запись через мессенджеры может также не осуществиться по ряду причин, сбой интеграционных процедур

Не всегда есть четкая информация о доступности специалистов-информация об отмене или перекрестного назначения на специалиста, неполного графика специалистов

2) Сложности ведения расписания и планирования

Ведение расписания администратором салона на бумажном носителе (журнал, ежедневник) может привести к ошибкам, перекрытию времени, отсутствия свободного времени.

Планирование работы на длительные периоды времени, может занять много времени, привести к хаотичным переделкам расписания, а также возможна потеря информации.

3) Отсутствие информации об услуге в электронном виде

Требуется информация об оказываемых услугах для дистанционного ознакомления со списком показаний и противопоказаний, и дистанционная индивидуальная консультация специалиста.

4) Отсутствие персонального подхода к клиентам

Получение персонализированных предложений в зависимости от истории посещений салона и от количества оказанных услуг.

5) Сложности или отсутствие возможности дистанционной оплаты.

Необходимо иметь различные варианты электронной оплаты. Такой подход привлекает внимание клиентов.

6) Сложности или отсутствие учета квалификации персонала, отслеживание необходимости обновлять сертификаты и медкнижек.

7) Сложности или отсутствие учета и обслуживания медоборудования.

Таким образом администрирование массажного салона без применения средств автоматизации, достаточно сложная задача и требует от администратора усердной работы, коммуникативных качеств.

Перечисленные проблемы увеличивают риск потери клиентов, риск увеличению конкуренции, риску потери прибыли, что является серьезной проблемой для бизнеса.

Опираясь на данные компании McKinsey[4], внедрение цифровых технологий в сфере услуг изменяет следующие показатели:

Повышается производительность за счет автоматизации рутинных операций, освобождаются трудовые ресурсы

Снижаются затраты на технику и инфраструктуру

удовлетворенность клиентов увеличивается на 25-40 %.

коэффициент удержания клиентов улучшается на 20-25 %,
снижение количество отмен записей на 15-20 %.
увеличение количества новых клиентов на 25 %,

На основе сказанного и выявленных проблем перечислим какие преимущества может предоставить хорошо грамотно спроектированное программное обеспечение:

Программное обеспечение позволяет разгрузить администратора от рутинных операций, от записи на прием и планирования расписания, до заказа материалов специалистам, дает легкость внесения изменений без риска обрушить остальные договоренности.

Программное обеспечение сократит время обслуживания клиентов за счет более быстрого поиска, подстановки данных в шаблоны документов, постановки задач работникам.

Программное обеспечение позволит сделать информацию о салоне доступной и понятной как для клиентов, так и для врачей, за счет размещения на информационных страницах.

Программное обеспечение поднимет персонализацию обслуживания на новый уровень, информация о пожеланиях клиента и истории обслуживания будет доступна для обслуживающего персонала, не будет упущено ни одной детали.

Программное обеспечение автоматизирует функции по учет доходов и расходов, минимизирует ошибки.

Программное обеспечение позволит планировать на стратегическую глубину, а именно планирование маркетинговых, кредитно- финансовых операций.

Программное обеспечение в совокупности преимуществ способствует развитию салона, а при налаживании процессов, возможно масштабирование бизнеса в сеть салонов и кратному увеличению доходов.

Опираясь на исследования Ф. Райхельда[3] можно сделать вывод, что для завоевания доверия клиентов и развития бизнеса, необходимо создание собственного специализированного программного обеспечения или выбрать одно из готовых решений. В настоящее время существуют различные системы в том числе иностранных производителей, выполняющие аналогичные функции, рассмотрим некоторые присутствующие на Российском рынке такие комплексы как 1С:Медицина, МедОфис. Достоинства данных решений неоспоримы они имеют приятный интерфейс, возможна работа с различными платформами, реализованы интеграции с различными системами, есть возможность адаптировать под массажный салон. Недостатки для малого бизнеса тоже есть, это высокая стоимость лицензии, высокая стоимость обслуживания, непрозрачное ценообразование на расширение функционала, высокая стоимость адаптации к специфике салона.

Выделим главные недостатки для принятия решения о создании собственного продукта и перечислим их:

Большая стоимость готовых решений

Большая стоимость внедрения готовых решений

Законодательные ограничения применения в России.

Чтобы создать собственные решения, сформулируем требования к специализированному программному обеспечению, оглядываясь на рекомендации Томаса Давенпорта[2] по цифровой трансформации бизнеса, новое программное обеспечение для массажного салона, должно включать:

- 1) Автоматизированная система записи клиентов и расписания
- 2) Планирование материальных ресурсов на основе расписания
- 3) CRM-система для управления взаимодействием с клиентами
- 4) Финансовая интеграция
- 5) Telegram-бот для связи с клиентами

Нефункциональные требования:

Скорость и удобство работы пользовательского интерфейса

Производительность сервера и высокая скорость передачи данных

Требования к технологическому стеку диктуются современными требованиями к web приложениям, из соображения цена качество работы и наличия разработчиков для расширения возможностей.

Поэтому предполагаемая архитектура должна содержать три уровня и может выглядеть следующим образом:

Фронтенд: Next.js, React, что обеспечивает современный и удобный пользовательский интерфейс

Бэкенд: Strapi, Node.js

База данных: MongoDB или Postgresql или набирающая популярность колоночная база данных ClickHouse.

API для Telegram-бота, чтобы обеспечить оперативную связь с клиентами

Хостинг: Vercel, DigitalOcean или AWS, что гарантирует высокую доступность и производительность системы.

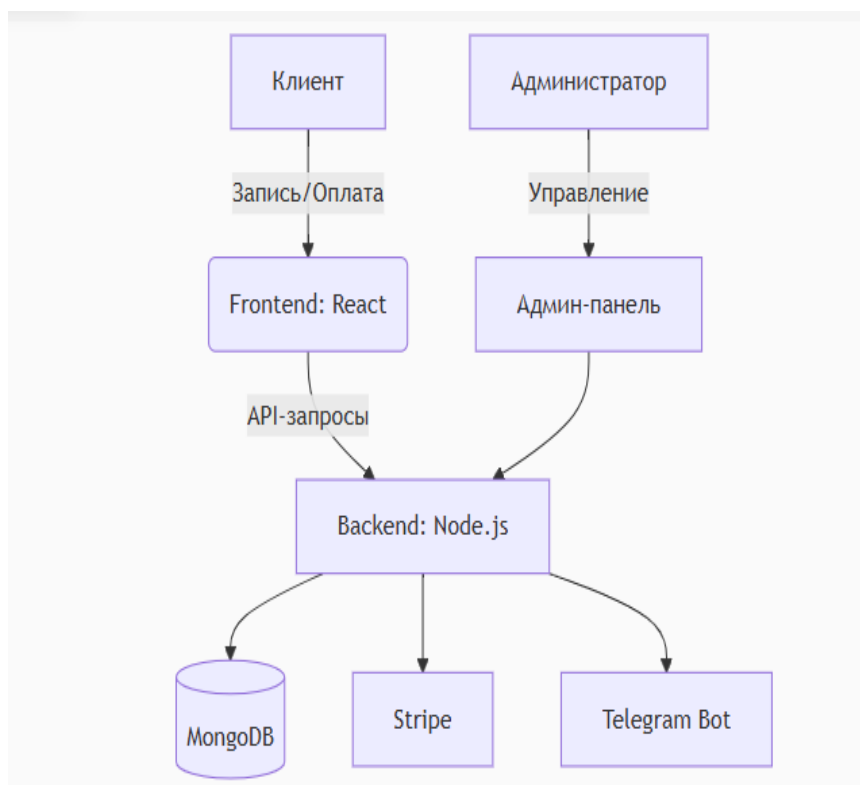


Рисунок 1. Обложка журнала «Аллея науки»

Кроме того, необходимо учитывать, нормативные требования, указанные в документах:

Федеральный закон ФЗ-152 «О персональных данных». Проблема сохранения охраняемых государством сведениях о человеке [6]

Рекомендации по порядку оказания педиатрической помощи, согласно приказа Министерства здравоохранения и социального развития РФ 16.04.2012 номер 366н. Необходимо обеспечивать качественное предоставление услуг массажа с учетом возраста пациентов.[7]

Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 26.11.2018 744н «Об утверждении профессионального стандарта “Специалист по медицинскому массажу”». Учет специфики и требований к предоставлению услуг массажа[8]

Изучая бизнес-процессы приема в массажном салоне можно представить следующим образом: запись, прием, процедура, оплата, сбор статистики, публикация материалов о пользе массажа. Отсюда можно уточнить функциональные требования к программному обеспечению:

Онлайн-запись, календарь сеансов, для четкого понимания расписания клиентом и специалистами, возможности совмещения нескольких процедур в течение нужного отрезка времени

Создание интерфейса для информации о пациенте до проведения процедуры и ее выбора, а также готовые рекомендуемые наборы процедур

Создание подсистемы авторизации и аутентификации для исключения попадания личной и коммерческой информации лицам не имеющим прав доступа.

Создание интерфейса внесения результатов после приема.

Создание интерфейса для возможности оставить обратную связь

Создание интерфейса для различных способов оплаты для того чтобы их отсутствие не приводило к отказу от покупки услуги

Создание подсистемы сбора статистики проведенных процедур.

Создание подсистемы отчетности - набор отчетов и выходных форм, поддерживающих процесс обслуживания клиентов

Публикация информационных статей

Кроме того, необходимо расширить нефункциональные требования:

Время отклика системы должно быть менее одной секунды.

Размещение сервисов и баз данных на территории Российской Федерации.

Скорость скачивания и размещения информации на сайте

На данный момент создан минимальный работающий проект, обеспечивающий работу массажного салона для новорожденных, который включает следующие функции: процедура авторизации и аутентификации, форма записи на прием, календарь сеансов, выбор процедур и наборов процедур, оформление результатов приема, реализация оплаты, набор отчетных форм, возможность опубликовать информацию, форматирование текста статьи. Опыт внедрения программного обеспечения в массажный салон для новорожденных уменьшил затраты на рутинные операции записи на прием и на ознакомление клиентов с процедурами, а также позволил осуществлять онлайн оплату.

Таким образом разработка полнофункциональной версии актуальна и необходима, так как выполнение всех требований, позволит исключить бумажные процедуры, обеспечит соответствие требованиям законодательства, улучшит качество предоставляемого обслуживания, оптимизирует управление салоном. И наконец, позволит значительно повысить прибыль. Например, за счет расширения географии распространения массажного салона.

Список литературы

1. Филип Котлер. Основы маркетинга. Краткий курс. Пер. с англ – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2007. -656с: ил.- Парал. тит. англ. ISBN 978-5-8459-0376-1(рус.), С.501-513.
2. Томас Дейвенпорт , Внедрение искусственного интеллекта в бизнес-практику: преимущества и сложности: / Томас Дейвенпорт; пер. с англ. З. Мамедьянова. — Москва: Сбербанк, 2019. — 250 с.: ил., табл.: 24 см — (Библиотека Сбербанка [Искусственный интеллект]); ISBN 978-5-907274-30-3. С.7-10
3. Райхельд, Ф., Марки Р. Искренняя лояльность. Ключ к завоеванию клиентов на всю жизнь / Фред Райхельд, Роб Марки; пер. с англ. С. Филина [науч. ред. И. Чичмели]. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. — 352 с. ISBN 978-5-91657-377-0., С221-251.

4. Том Коупленд, Тим Коллер, Джек Муррин. Стоимость компаний: оценка и управление. 3-е изд., перераб. и доп. / Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп - Бизнес», 2005. — 576 с.: ил. ISBN 5-901028-98-8 (рус.),
5. Кулагин В., Сухаревски А., Мефферт Ю. Digital@Scale: Настольная книга по цифровизации бизнеса / Владимир Кулагин, Александр Сухаревски, Юрген Мефферт. М.: Интеллектуальная Литература, 2019. — 293 с. ISBN 978-5-6042320-7-1
6. О персональных данных: федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 152-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2006. — № 31 (часть I). — Ст. 3451.
7. Рекомендации по порядку оказания педиатрической помощи, согласно приказа Министерства здравоохранения и социального развития РФ 16.04.2012 номер 366н
8. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 26.11.2018 744н «Об утверждении профессионального стандарта “Специалист по медицинскому массажу”».

Сведения об авторе:

Ганиев Азамат Альбертович, студент, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия

Научный руководитель: Габитов Р.И. к.т.н., доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия

Ganiev Azamat Albertovich, student, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia

Supervisor: Gabitov Rustem Ildusovich, PhD, Associate Professor, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia

УДК 519.71, 629.4.015, 62-752, 534.015, 004.032.26

Елисеев А.В., Каменяр М.Е.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Динамика механических колебательных систем в разработке методологических основ нейромеханических аналогий

Аннотация: Предмет исследования — нейромеханические аналогии между структурно-функциональными свойствами механических колебательных систем (рычажные связи, неудерживающие взаимодействия, вибрационные поля) и моделями нейронных сетей для создания гибридных систем, сочетающих физические законы и алгоритмы машинного обучения. Цель — разработать методологическую основу для интеграции механики и ИИ, обеспечивая адаптацию к нагрузкам, энергоэффективность и надёжность за счёт синтеза физических и алгоритмических принципов. Аналогии охватывают элементную базу, структурные схемы и эквивалентные преобразования, демонстрируя выраженные связи между механическими системами и нейросетями. Результаты указывают на перспективные направления: разработка интеллектуальных систем для динамического контроля и создание нейросетей с признаками механических колебаний.

Ключевые слова: Механические колебательные системы, динамические состояния, адаптивное управление, неудерживающие связи, нейронные сети.

Eliseev A.V., Kamenyar M.E.

Dynamics of mechanical oscillatory systems in the development of methodological foundations of thermomechanical analogies

Abstract: The subject of the research is neuromechanical analogies between the structural and functional properties of mechanical oscillatory systems (lever connections, unilateral interactions, etc.) and neural network models for creating hybrid systems combining physical laws and machine learning algorithms. The goal is to develop a methodological framework for integrating mechanics and AI, ensuring load adaptation, energy efficiency, and reliability through the synthesis of physical and algorithmic principles. Analogies cover the elementary base, structural schemes, and equivalent transformations, demonstrating pronounced connections between mechanical systems and neural networks. The results point to promising areas: the development of intelligent systems for dynamic control and the creation of neural networks with signs of mechanical vibrations.

Key words: Mechanical oscillatory systems, dynamic states, adaptive control, structural and functional analysis, non-retaining connections, neural networks.

В последние годы значительно возрос интерес к нейронным сетям, реализованным в виде физических объектов — механических, электронных и оптических систем. Это связано с их способностью преодолевать ограничения традиционных моделей, таких как высокое энергопотребление и несоответствие законам физики. Аналоговые

системы на основе физических аналогов показывают снижение энергозатрат и ускорение обработки данных. Появились методы обучения таких систем, учитывающие реальные физические ограничения.

Сформировались две ключевые тенденции: рост спроса на самообучающиеся технические системы и поиск альтернатив в виде физических объектов, способных выполнять функции вычислений без цифровых технологий [1-5]. Одним из путей решения задачи может быть разработка аналогий между математическими моделями нейронных сетей и механическими колебательными системами. Это открывает возможности для создания гибридных интеллектуальных систем, где физические законы влияют на процесс обучения.

I. Динамика механических систем как основа нейромеханических аналогий. Методология структурного математического моделирования предполагает представление механических колебательных систем в виде динамических схем, аналогичных системам автоматического управления, где входные и выходные сигналы определяются в зависимости от объекта исследования. Формирование таких схем основано на элементной базе, включающей параметры жесткости, вязкого трения и массо-инерционных свойств, а анализ динамических состояний проводится с использованием передаточных функций, описывающих взаимодействие элементов системы, включая рычажные связи и податливость. Интеграция этих методов с концепциями нейронных сетей позволяет выявить общие принципы: параметры жесткости и податливости рассматриваются как аналоги коэффициентов связей в сетях, массо-инерционные свойства — как инерционные эффекты узлов, а вязкое трение — как механизмы стабилизации динамики. Это открывает возможность использования методов анализа механических систем для оптимизации алгоритмов нейросетей. Перспективным направлением является разработка универсальных подходов, объединяющих теорию управления, структурное моделирование и нейросетевые модели, что может привести к созданию технических систем, сочетающих физическую предсказуемость с адаптивностью вычислительных алгоритмов. Подобный подход служит развитием динамических аналогий, которые позволили распространить научные результаты между колебательными системами различной природы, в частности, между механическим и электрическими колебательными системами, движения которых задаются схожими дифференциальными уравнениями[6].

II. Анализ рычажных механизмов. Рычажные связи играют ключевую роль в динамике механических колебательных систем, определяя взаимодействие между элементами через межпарциальные передаточные функции, выражающие отношения амплитуд смещений, сил или моментов[7]. Метрика плеч рычагов позволяет классифицировать эти связи и выделять типы динамических режимов — линейные

взаимодействия и критические эффекты, такие как резонанс или подавление колебаний. Интеграция этих принципов с нейронными сетями открывает возможность интерпретировать рычажные связи как весовые коэффициенты, а критические режимы — как пороговые условия, аналогичные функционированию нейронов. Это создаёт основу для разработки гибридных адаптивных систем, где параметры механических моделей регулируются методами, заимствованными из машинного обучения, что повышает устойчивость, энергоэффективность и адаптивность технических решений.

III. Учет неударживающих связей. Неударживающие связи — это особенность механических колебательных систем, при которой возможны временные нарушения контакта между элементами под действием интенсивных нагрузок. Они играют ключевую роль в моделировании переходов между фазами контакта и свободного движения, особенно важных для анализа взаимодействия элементов вибрационных машин. Эти связи описываются обобщённой функцией зазора, учитывающей кинематические параметры: смещение, скорость, ускорение и резкость (третью производную смещения). Условия отрыва классифицируются по порядку: отрыв по ускорению связан с превышением инерционных сил над силами сцепления, а отрыв по резкости — с нелинейными эффектами при высокочастотных воздействиях. В результате формируются траектории свободного движения — от простых параболических до хаотических, что зависит от частотно-амплитудных характеристик системы.

Аналогии этих процессов можно найти в нейронных сетях: обобщённая функция зазора сопоставляется с функциями активации, такими как сигмоидная или ступенчатая. Сигмоидная функция отражает плавный переход, аналогичный постепенному изменению динамического состояния, а ступенчатая — резкий отрыв. Фаза свободного движения интерпретируется как латентный период активности нейрона, соответствующий обработке информации во внутренних слоях сети. Таким образом, принципы неударживающих связей могут быть использованы для моделирования пороговых механизмов передачи сигналов в нейросетях.

IV. Построение вибрационных полей с учетом особенностей системы требований и критериев оптимальности. В современных задачах динамики технических объектов концепция вибрационного поля рассматривается как инструмент анализа и управления колебательными системами. Вибрационное поле определяется как пространственно-распределенная активность, где амплитуды колебаний в различных точках системы отражают её реакцию на внешние воздействия. Такой подход позволяет перейти от локального анализа отдельных точек к оценке системы как целостной структуры, где взаимодействия между элементами формируют общую динамику. Например, изменение частоты или направления внешних воздействий может влиять на распределение

энергии в поле, что требует адаптивной настройки параметров, таких как жесткость или демпфирование.

Интересной параллелью является сопоставление методов управления вибрационными полями с принципами, используемыми в сложных адаптивных системах. Например, распределенная обработка информации в вибрационном поле может быть аналогична алгоритмам, где множество локальных параметров взаимодействует для достижения глобальной цели. Коэффициенты связи между элементами системы, регулирующие передачу энергии, можно сравнить с весовыми коэффициентами в оптимизационных моделях, которые балансируют вклад отдельных компонентов в общее состояние. Такие аналогии позволяют применять методы адаптивного управления, где настройка параметров происходит на основе обратной связи, подобно тому, как алгоритмы корректируют свои переменные для минимизации целевой функции.

Заключение. Проведенные поисковые исследования механических колебательных систем закладывают теоретическую основу, которая может служить базой для разработки аналогий, связывающих динамику механических колебательных систем с принципами, используемыми в других областях анализа сложных процессов, в частности, в математических моделях нейронных сетей. Рассмотрен ряд аспектов — от учета неударяющих связей до формирования вибрационных полей и оптимизации критических состояний, — каждый из которых может быть рассмотрен как в рамках механических колебательных систем, так и в рамках математических моделей нейронных сетей.

В качестве предварительных выводов можно отметить следующие особенности. Структурные математические модели механических колебательных систем и математические модели нейронов могут быть рассмотрены как основа для разработки нейро-механических аналогий. В рамках нейро-механических аналогий рычажные связи могут быть интерпретированы как весовые коэффициенты нейросетей, что открывает путь к проектированию адаптивных механических систем, где динамические режимы регулируются по аналогии с обучением нейронов. Неударяющие связи в рамках механических представлений способны реализовать функции активации нейронов. Классификация динамических состояний на основе амплитудно-частотных характеристик предполагает аналогию с типами различных нейронов, обладающих специфическими свойствами. Управление вибрационными полями технических объектов предопределяет развитие системы аналогий, учитывающих взаимосвязь локальных и глобальных свойств нейронов, формирующих нейронную сеть.

Результаты работы формируют научно-методологическую основу для междисциплинарного подхода, объединяющего механику, теорию управления и анализ сложных систем на основе нейронных сетей. Это

открывает перспективы для дальнейшей разработки гибридных моделей, их экспериментального исследования и практического применения в таких областях, как робототехника, энергоэффективные технологии и адаптивное управление.

Список литературы

1. Draghici, Sorin. (2000). Neural Networks in Analog Hardware - Design and Implementation Issues. International journal of neural systems. 10. 19-42. 10.1016/S0129-0657(00)00004-1.
2. Wright, L.G., Onodera, T., Stein, M.M. et al. Deep physical neural networks trained with backpropagation. (2022). Nature 601, 549–555. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04223-6>
3. Stern, Menachem & Arinze, Chukwunonso & Perez, Leron & Palmer, Stephanie & Murugan, Arvind. (2020). Supervised learning through physical changes in a mechanical system. Proceedings of the National Academy of Sciences. 117. 202000807. 10.1073/pnas.2000807117.
4. Markovic, Danijela & Mizrahi, Alice & Querlioz, Damien & Grollier, Julie. (2020). Physics for Neuromorphic Computing. 10.48550/arXiv.2003.04711.
5. Stern, Menachem & Murugan, Arvind. (2023). Learning Without Neurons in Physical Systems. Annual Review of Condensed Matter Physics. 14. 417-441. 10.1146/annurev-conmatphys-040821-113439.
6. Olson H.F. (1958) Dynamical Analogies, 2nd ed., Van Nostrand
7. Eliseev S.V., Eliseev A.V. (2020) Theory of Oscillations. Structural Mathematical Modeling in Problems of Dynamics of Technical Objects. Series: Studies in Systems, Decision and Control, Vol.252, Springer International Publishing, Cham, 521 p.

Сведения об авторах:

Елисеев А.В., доцент, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Каменяр М.Е., студент, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Eliseev A.V., Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Kamenyar M.E., Student Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

УДК 622.276.4

Гумбатов Э.Э.

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Метод построения кривых относительных фазовых проницаемостей при моделировании водогазового воздействия в условиях ограниченности исходных данных

Аннотация: Статья посвящена методу построения кривых относительных фазовых проницаемостей (ОФП) при моделировании водогазового воздействия на пласт (ВГВ), на основе базовых кривых, без учета воздействия ВГВ. В статье рассматривается построение ОФП с учетом гистерезиса и смешивающегося вытеснения и без их учета, для чисто трехфазной модели. Также в статье рассматривается моделирование ОФП с помощью корреляций и их выбор при помощи автоадаптации в симуляторе tNavigator. Все расчеты в работе выполнены в условиях отсутствия лабораторных данных исследования ядра экспериментом вытеснения нефти газом.

Ключевые слова: ОФП – относительные фазовые проницаемости, ВГВ – водогазовое воздействие на пласт, СВ – смешивающееся вытеснение, Гистерезис ОФП.

Gumbatov E.E.

A method for constructing curves of relative phase permeability in the modeling of water and gas effects in conditions of limited initial data

Abstract: The article is devoted to the method of constructing relative phase permeability (RPP) curves when modeling water-gas stimulation on the reservoir (WGS), based on basic curves, without taking into account the WGS effect. The article considers the construction of RPP taking into account hysteresis and miscible displacement and without taking them into account, for a purely three-phase model. The article also discusses the modeling of RPP using correlations and their selection using autoadaptation in the tNavigator simulator. All calculations in the work were performed in the absence of laboratory data from the core study experiment of oil displacement by gas.

Keywords: RPP - relative phase permeabilities, WGS - water-gas stimulation on the reservoir, MS - miscible displacement, RPP hysteresis.

Введение

Построение кривых ОФП для водогазового воздействия при дефиците данных

В современном моделировании разработки нефтяных месторождений кривые относительных фазовых проницаемостей (ОФП) являются фундаментальной основой для прогнозирования фильтрационных

процессов и оценки технологической эффективности. Эти кривые количественно описывают способность каждой фазы (нефти, воды, газа) течь через пористую среду при наличии других фаз, являясь ключевой функцией от насыщенности. Точность задания ОФП напрямую определяет достоверность гидродинамических расчетов, прогноза дебитов, обводненности и, в конечном счете, извлекаемых запасов [1].

Особую сложность представляет моделирование водогазового воздействия (ВГВ или WAG - Water Alternating Gas), одного из наиболее распространенных методов увеличения нефтеотдачи. При ВГВ происходит попеременное или совместное закачивание воды и газа (часто – углеводородного или CO₂), что приводит к сложному взаимодействию фаз: многократному вытеснению нефти как водой, так и газом, формированию смешанных зон, проявлению гистерезисных эффектов (зависимости ОФП от истории изменения насыщенностей). Традиционные двухфазные кривые ОФП (нефть-вода или нефть-газ) становятся недостаточными. Требуется моделирование трехфазной фильтрации с учетом гистерезиса, что предполагает использование специализированных наборов трехфазных ОФП или моделей гистерезиса на основе двухфазных данных [2].

Однако на практике исходные данные для построения таких кривых зачастую крайне ограничены. Лабораторные исследования трехфазных ОФП и гистерезиса технически сложны, дороги и требуют значительного времени, а керновый материал репрезентативного качества может отсутствовать. Геологическая неоднородность пласта делает проблематичной экстраполяцию ограниченных лабораторных данных на всю модель. В результате, инженер-модельщик сталкивается с необходимостью построения адекватных кривых ОФП для ВГВ, опираясь лишь на скудную информацию: возможно, одну-две двухфазные кривые (например, нефть-вода при дренировании), базовые петрофизические характеристики (проницаемость, пористость) и общие представления о пласте.

Целью данной статьи является рассмотрение практических методов и подходов к построению кривых относительных фазовых проницаемостей, необходимых для моделирования водогазового воздействия, в условиях острого дефицита исходных лабораторных данных. Мы сосредоточимся на методах, позволяющих максимально использовать доступную информацию, опираться на корреляции, физические принципы и обоснованные допущения для получения практически применимых и геологически осмысленных кривых ОФП, обеспечивающих приемлемую точность прогнозных расчетов ВГВ.

1. Исходные данные

Базовые кривые ОФП действующего ПТД рассматриваемого объекта:

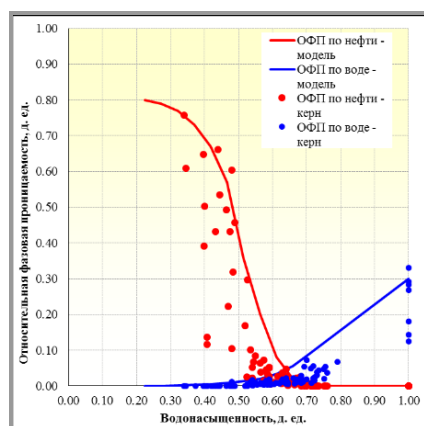


Рисунок 1 – ОФП рассматриваемого объекта в системе нефть-вода

Объект нефтяной, исследований керна в системе газ-нефть нет, однако газовый фактор довольно высокий – $90 \text{ м}^3/\text{т}$, что уже вызывает риск образования техногенной газовой шапки вследствие снижения давления пластового ниже давления насыщения, что вызывает еще больший интерес к тематике исследования [3].

2. Математическая модель 3х фазного ОФП без учета гистерезиса и смешивающегося вытеснения.

Определение наличия гистерезиса и смешивающегося/несмешивающегося вытеснения при моделировании водогазового воздействия на пласт заключается в первую очередь в моделировании флюида. Если вытеснение несмешивающееся и влияние гистерезиса пренебрежимо мало, то его можно не учитывать. В таких случаях возможно оперативно оценить кривые ОФП по мат.моделям корреляции Corey и LET [4].

Такой расчет производится на обратных зависимостях, т.е. фазовая проницаемость по газу возрастает с уменьшением количества нефтенасыщенной части, следовательно математически возможно рассчитать начальную и остаточную насыщенность газом, а их вид по корреляциям.

Пример расчета по корреляции LET

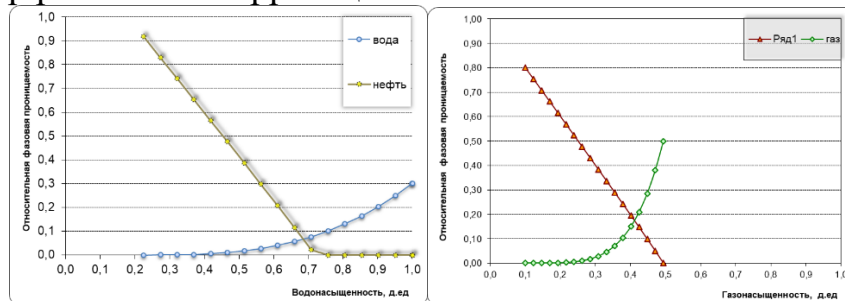


Рисунок 2 – ОФП по LET корреляции

3. Построение ОФП с учетом гистерезиса и смешивающегося вытеснения нефти газом

Даже ввиду отсутствия исследований керна на вытеснение газом, в ПО tNavigator. Для этого необходимо настроить гистерезис и

смешивающееся вытеснение, а предварительно построить корреляцию по Corey и LET, как ранее было показано.

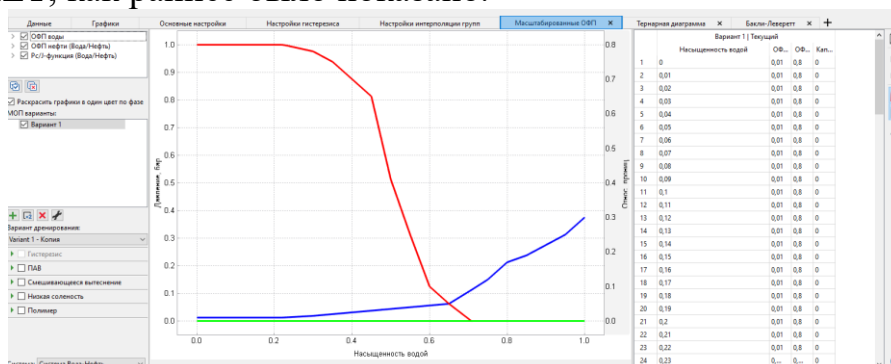


Рисунок 3 – корреляция LET в системе нефть-газ

Все критические точки совпадают с ОФП из актуального ПТД, следовательно можно переходить к следующему пункту, а именно настройке гистерезиса и смешивающегося вытеснения. Смесимость определяется с помощью PVT, а гистерезис предлагается определять при помощи расчетов на ГДМ, а именно запустить серию расчетов с различным гистерезисом на фактические данные и определить наиболее подходящую кривую, которая соответствует всем критериям.

Для примера произведена серия расчетов с различными кривыми ОФП во всех ее возможных вариациях с учетом гистерезиса.

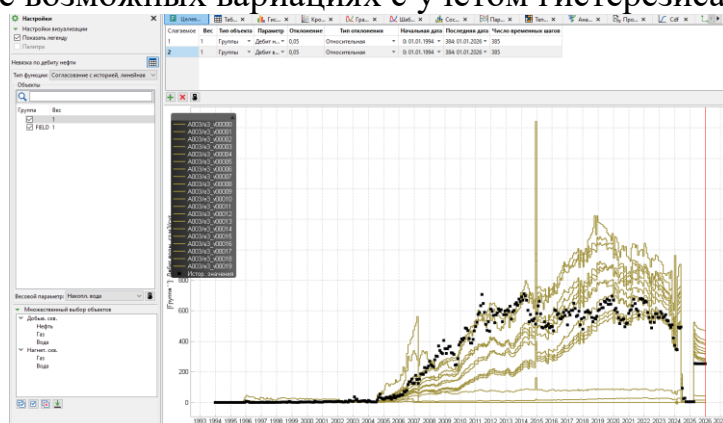


Рисунок 4 – автоадаптация в tNavigator

В результате была найдена наиболее подходящая кривая, согласно расчетам на которой расхождение с фактическими данными составило всего 3% (рисунок 5)

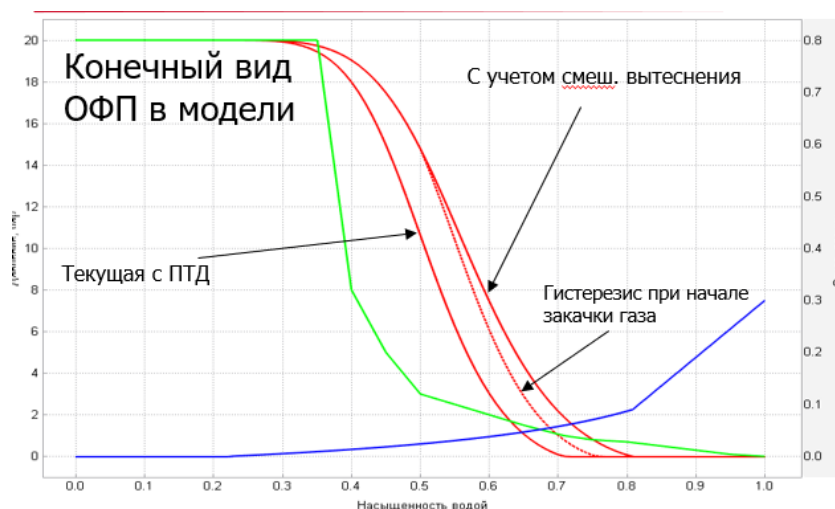


Рисунок 5 – Итоговая кривая ОФП

Выводы

Таким образом, был описан один из возможных методов для определения критически важных кривых относительных фазовых проницаемостей с учетом гистерезиса и смешивающегося вытеснения в условиях дефицита исходных данных.

Список литературы:

1. Физика пласта: Учебное пособие / Авт.-сост. Т.Б. Кочина, В.Н. Спиридонова, Н.Н. Родионцев, И.А. Круглов. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2017. – 214 с.
2. Методы увеличения нефтеотдачи пластов [Электронный ресурс]. // Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» - 2021 - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/16405336>
3. Черняев А.В., Шпуров И.В. Совершенствование разработки коллекторов юрских отложений //Известия вузов. Нефть и газ, 2012, № 4, -С. 53-57.
4. Опыт применения третичных методов увеличения нефтеотдачи на месторождениях Пермского края. // Н.А. Лядова, А.В. Распопов, Л.Н. Мужикова и др. / Нефтяное Хозяйство. – 2015. - №7. – С. 92 – 95.

Сведения об авторе:

Гумбатов Эмир Эльчинович, магистрант ТИУ, Тюмень, Россия
Gumbatov Emir Elchinovich, Master's student at TIU, Tyumen, Russia

УДК 622.276

Гуляев В.Н., Серенко Р.А.

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Особенности применения потокоотклоняющих технологий физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пласта

Аннотация: В статье рассмотрены потокоотклоняющие технологии физико-химических методов увеличения нефтеотдачи. Представлены критерии выбора технологий и параметры пластов для применения различных составов. Описаны условия проведения обработок для каждой стадии разработки месторождения. Рассмотрены экологические аспекты применения технологий. Выделены рекомендации по области применения и ограничения эффективности методов.

Ключевые слова: Физико-химические методы увеличения нефтеотдачи, потокоотклоняющие технологии, приемистость, проницаемость, пористость, мощность пласта.

Gulyaev V.N.

Features of application of flow-deflecting technologies of physico-chemical methods of increasing oil recovery

Abstract: The article examines flow-diverting technologies within the framework of physicochemical methods for enhancing oil recovery. Criteria for selecting technologies and reservoir parameters for the application of various compositions are presented. The conditions for performing treatments at different stages of field development are described. The ecological aspects of technology application are analyzed. Recommendations for the scope of application and limitations of method effectiveness are outlined.

Key words: Physicochemical methods of enhanced oil recovery, flow-diversion technologies, injectivity, permeability, porosity, formation thickness.

Современная нефтедобывающая отрасль сталкивается с необходимостью повышения эффективности извлечения нефти из залежей с высокой неоднородностью коллекторских свойств, развитой системой фильтрационных каналов и обводненными зонами. Острая конкуренция на рынке и ужесточение экологических стандартов требуют внедрения все более совершенных физико-химических методов увеличения нефтеотдачи (ФХ МУН), основу среди которых составляют потокоотклоняющие технологии. Благодаря своей гибкости, масштабируемости и эффективности, данные технологии заняли прочное место в технологическом арсенале нефтегазовой отрасли России. [1, с. 331].

Потокоотклоняющие технологии позволяют целенаправленно регулировать направления фильтрационных потоков и перераспределять

закачиваемые агенты, снижая потери вытесняющих фаз через зоны повышенной проницаемости и обеспечивая вовлечение в разработку неэффективно дренируемых зон.

В статье рассмотрены современные направления и области эффективного применения потокоотклоняющих составов, систематизированные по группам технологий, с детализацией критериев выбора на основе геолого-физических характеристик объектов. [2, с.807].

Область применения каждой из потокоотклоняющих технологий детерминируется комплексом критериев: эффективной мощностью пласта, проницаемостью, пористостью, интегральной проводимостью, расчетной и рекомендуемой приемистостью, а также расчленённостью коллекторов. Эти параметры оказывают определяющее влияние на эффективность удержания и селективности воздействия используемых химических систем.

Технологии можно применять на любой стадии разработки месторождения и участка воздействия.

На первой стадии разработки месторождения применение технологии необходимо для увеличения безводного периода работы добывающих скважин, уменьшения разности скоростей продвижения фронта закачиваемой воды между пропластками до добывающих скважин, снижения рисков прорыва закачиваемой воды по наиболее проницаемым интервалам пласта из-за неоднородности ФЕС (как латеральной, так и горизонтальной), снижения неравномерности выработки запасов, вызванное неравномерностью ввода в эксплуатацию проектного фонда скважин.

На второй стадии разработки месторождения применение технологии дополнительно необходимо для достижения проектного коэффициента охвата пласта заводнением, равномерной выработки запасов по разрезу, продления срока максимальной добычи нефти по месторождению.

На третьей стадии разработки месторождения применение технологии дополнительно необходимо для увеличения добычи нефти, снижения темпов падения добычи нефти.

На четвёртой стадии разработки месторождения применение технологии дополнительно необходимо для довыработки запасов нефти - достижения (либо увеличения) проектного КИН, поддержания текущей добычи нефти, поддержания рентабельности эксплуатации добывающих скважин, продления срока разработки месторождения.

Гелеобразующие составы на основе полиакриламида (ПАА): ГОС и ГОС(Т).

Гелеобразующие составы серии ГОС широко применяются для изоляции высокопроницаемых интервалов и перенаправления потоков нагнетаемой воды.

Стандартные ГОС эффективны в пластах с мощностью пласта 0,5–25 метров (рекомендуемая область), проницаемостью менее 300 мД и пористостью 0,16–0,22. При этом приемистость нагнетательных скважин составляет 100–250 м³/сут.

Термостабильные модификации (ГОС(Т)) предназначены для условий повышенной температуры, их эффективное использование предполагается при мощности 1–25 м, проницаемости 5–150 мД, пористости 0,14–0,20 и приемистости до 300 м³/сут.

Осадко-гелеобразующие системы: ГОС-1АС, ГОС-1АС(Т), БО ГОС-1АС.

Эти составы (включая термостойкие варианты) созданы для фильтрации и селективной изоляции каналов, часто используемых в условиях с сильно выраженной неоднородностью.

Рекомендуемый диапазон параметров: эффективная мощность 1–37 м (ГОС-1АС) и 5–35 м (ГОС-1АС(Т)), проницаемость более 5 мД (или более 50 мД для термостойкого варианта), пористость 0,15–0,25, приемистость 150–900 м³/сут.

Большие объемы (БО ГОС-1АС) применяются для особо крупных интервалов или при очень высокой приемистости (свыше 200 м³/сут.). [1, с. 342].

Эмульсионные и эмульсионно-суспензионные составы: ЭС, ЭСС-АС.

Эмульсионные системы (ЭС) эффективны при мощности пласта 6–46 м, высоких значениях проницаемости и приемистости (100–300 м³/сут).

Эмульсионно-суспензионные составы (ЭСС-АС) расширяют диапазон применения: мощность 1–36 м, проницаемость 5–550 мД, пористость 0,15–0,25. ЭСС-АС особенно востребованы при работах в неоднородных терригенных коллекторах, обеспечивая селективное перекрытие высокопроницаемых интервалов.

Термогелеобразующие технологии: ТермоГОС, РВ-3П-1МС.

Эти технологии ориентированы на высокотемпературные пласты. ТермоГОС применяется при мощности до 25 м, проницаемости до 180 мД, пористости 0,13–0,23 и приемистости 50–400 м³/сут.

Состав РВ-3П-1МС предназначен для меньших диапазонов: мощность 1–16 м, проницаемость до 25 мД, пористость 0,14–0,19.

Водорастворимые осадкообразующие: СОТ-12.

Технология СОТ-12 эффективна в пластах средней и малой мощности (до 27 м), с проницаемостью до 260 мД и пористостью 0,14–0,22, рассчитанная на приемистость 40–210 м³/сут. Подобные реагенты удобны для работ в скважинах с ограниченными возможностями по закачке реагентов.

Гелеобразующие термотропные системы: EW225R, Sixell.

Основаны на инновационных подходах, обеспечивая гелеобразование под действием высокой температуры.

EW225R рекомендуется для пластов мощностью 1,5–35 м, проницаемости до 65 мД, пористости 0,14–0,21, приемистости 60–210 м³/сут.

Sixell используется при мощности 1–16 м и проницаемости до 70 мД. [3, с. 117].

Осадко-гелеобразующие: Геопан МС.

Гелеобразующий состав Геопан-МС отличается широким диапазоном применимости по мощности (2–32 м) и проницаемости (1–200 мД), при поддержании высокой селективной изоляции в диапазоне пористости 0,13–0,17.

Рекомендуется для объектов с небольшим запасом воды, сложной структурой и малой приемистостью (75–240 м³/сут).

Для гелеобразующих составов допускается проведение обработки на нагнетательных скважинах с выявленным по данным комплекса ГИС наличием ЗКЦ (до 20%), если интервал ЗКЦ является частью разрабатываемого пласта, являющегося в свою очередь гидродинамически связанным с реагирующими скважинами.

Наличие ЗКЦ (до 20%) на обрабатываемой скважине в интервале водоносного горизонта позволяет уменьшить непроизводительную закачку воды после обработки технологией за счёт частичной фильтрации реагента в зону ЗКЦ и образованию гелевой «пробки».

Если в процессе проведения работ обнаруживаются риски, связанные с невозможностью достижения планового объёма закачки из-за быстрого роста давления, рекомендуется уменьшить объёмную скорость закачки состава.

Если это не обеспечивает необходимого результата, следует снизить концентрацию активных веществ, однако она не должна быть ниже минимально допустимого уровня.

При резком увеличении давления (более чем на 30% от рабочего значения) закачку состава прекращают, а затем выполняют продавку либо закачку технической воды до тех пор, пока давление не снизится до уровня, составляющего не более 10-15% от давления водовода.

Каждая технология характеризуется ограничениями по области эффективных пластовых свойств.

Гелеобразующие на основе ПАА и их термостойкие аналоги лучше подходят для слабо и средне продуктивных зон, требующих долговременной изоляции.

Осадко-гелеобразующие системы и их модификации эффективны в зоне высокой неоднородности фильтрационных свойств.

Эмульсионные и эмульсионно-суспензионные системы незаменимы для селективного воздействия в разобщённых коллекторах.

Термогелеобразующие и термотропные системы реализуют сверхбыструю или управляемую изоляцию при высокой температуре пласта.

Правильный выбор технологии основан на сопоставлении технологических параметров с параметрами зоны применения. [3, с. 114].

Важным фактором является охрана окружающей среды

При закачивании рабочих агентов по технологии обеспечиваются мероприятия, выполняемые при обустройстве и эксплуатации нефтяных месторождений.

Оснащение нагнетательных скважин устройствами, предотвращающими излив воды из пласта в случае разрыва напорного водовода (дополнительной задвижкой или краном КВД).

Использование исправного герметичного оборудования и арматуры в системах подготовки и закачивания рабочих агентов.

Обеспечение надежной изоляции водоносных горизонтов в скважинах от продуктивных пластов.

Потокоотклоняющие технологии доказали свою незаменимую роль в современной нефтедобыче, особенно на поздних стадиях разработки и на объектах со сложной геологией. Их грамотная кластеризация и целевое применение в соответствии с пластовыми параметрами позволяет увеличить коэффициент извлечения нефти и стабилизировать уровень добычи.

Современные химические композиции позволяют эффективно решать задачи изоляции зон обводнения, перераспределения потоков и повышения охвата пласта выработкой.

Перспективы дальнейшего развития заключаются в синергии новых подходов к синтезу реагентов и цифровых технологий мониторинга для адаптивного управления процессами на месторождениях.

Список литературы

1. Алтунина Л.К. Физико-химические аспекты технологий увеличения нефтеотдачи / Алтунина Л.К., Кувшинов В.А. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – №9. – С.331–344.
2. Эпов И.Н. Потокоотклоняющие технологии как метод увеличения нефтеотдачи в России и за рубежом / Эпов И.Н., Зотова О.П. // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 12-4. – С. 806–810.
3. Земцов Ю.В. Обзор физико-химических МУН, применяемых в Западной Сибири, и эффективности их использования в различных геолого-физических условиях / Земцов Ю.В., Баранов А.В., Гордеев А.О. // Нефть. Газ. Новации. 2015. №7. С.11-122.

Сведения об авторах:

Гуляев В.Н., кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Серенко Р.А., студент, магистрант, Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Gulyaev V.N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Leading Researcher, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Serenko R.A. Student, master's student, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

УДК 628.1

Шевцов М.Н., Гуськова Е.А.
Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

Современные технологии подготовки воды и очистки сточных вод в Хабаровском крае

Аннотация: Очистка сточных вод: новые тенденции в защите окружающей среды
Очистка сточных вод является краеугольным камнем экологической безопасности, поскольку она позволяет сохранить водные ресурсы и предотвратить их загрязнение. Сегодня в этой области наблюдаются революционные сдвиги, открывающие новые горизонты в защите окружающей среды. Зарождение новых подходов В эпоху бурного технологического прогресса традиционные методы очистки сточных вод уже не могут полностью справиться с возросшими проблемами. Именно поэтому возникли новые взгляды и подходы, объединенные понятием "техники и технологии XXI века". Эти подходы ориентированы на решение актуальных вопросов, которые ранее не учитывались. Водный дефицит и необходимость качественной воды Доступность чистой воды для населения и различных отраслей экономики напрямую зависит от состояния водных ресурсов и эффективности систем водоснабжения и водоотведения. В России, в частности в Дальневосточном регионе, наблюдается интенсивный водозабор.

Ключевые слова: сточные воды, механические, химические, физико-химические, биологические методы очистки, отстойники, аэротенки.

Согласно данным Государственного водного кадастра, годовой объем забираемой воды составляет около 2400-2500 миллионов кубических метров. При этом более половины (51%) приходится на поверхностные пресные воды, остальные объемы распределяются между подземными и морскими водами.

Водопользование в Хабаровском крае В Хабаровском крае водные ресурсы активно используются для водоснабжения населенных пунктов, промышленных и транспортных предприятий. Наиболее значительными потребителями являются промышленность и жилищно-коммунальное хозяйство. Среди отраслей промышленности выделяется электроэнергетика, потребляющая до 70% общего объема воды, используемого промышленным сектором. Новые направления в очистке сточных вод Техники и технологии XXI века в сфере очистки сточных вод предполагают:

* Инновационные методы очистки: Использование современных технологий, таких как мембранная фильтрация, фотокатализ и электрохимическая очистка, позволяет удалять из сточных вод широкий

спектр загрязнителей, включая микропластик и фармацевтические препараты, которые ранее не поддавались традиционным методам. [1]

Децентрализованные системы очистки: Вместо строительства крупных централизованных очистных сооружений все чаще применяются децентрализованные системы очистки, которые устанавливаются непосредственно на месте возникновения сточных вод. Это снижает затраты на транспортировку и обработку, а также способствует локальному очищению водных ресурсов.

* **Регенерация ресурсов:** Современные технологии позволяют извлекать из сточных вод ценные ресурсы, такие как фосфор и азот, которые могут повторно использоваться в сельскохозяйственных и промышленных целях.

* **Устойчивые решения:** Техники и технологии XXI века уделяют большое внимание устойчивости, минимизируя энергопотребление и выбросы парниковых газов, а также способствуя использованию возобновляемых источников энергии в процессе очистки сточных вод.

Цифровые технологии: Цифровизация процессов очистки сточных вод позволяет осуществлять автоматический мониторинг и управление, повышая эффективность и снижая эксплуатационные затраты. Значение очистных сооружений. Очистные сооружения, построенные по новым технологиям, обеспечивают несколько важных преимуществ:

* Улучшение качества воды и снижение загрязнения водных ресурсов.

* **Защита здоровья населения и экосистем.** Экономия природных ресурсов.

* **Сохранение биоразнообразия водных объектов.**

Увеличение рекреационного и эстетического потенциала водоемов. Заключение Очистка сточных вод с применением передовых техник и технологий XXI века является критической мерой для защиты окружающей среды и обеспечения устойчивого водопользования. Инновационные методы очистки, децентрализованные системы, регенерация ресурсов, устойчивые решения и цифровые технологии в совокупности создают комплексный подход к очистке сточных вод, который отвечает растущим потребностям общества. Реализация этих подходов позволит сохранить водные ресурсы, улучшить качество жизни и защитить здоровье будущих поколений.

В среднем по Хабаровскому краю более 70% от общего количества забираемой воды, после использования, сбрасывается в водные объекты в виде сточных промышленных, хозяйственно-бытовых, ливневых и шахтно-рудничных вод.

Проблемы, возникающие в водном хозяйстве связаны с реализацией водоохраных мероприятий сопровождающиеся большими материальными затратами и прежде всего на строительство очистных сооружений, а также с ухудшением качества воды в поверхностных

источниках и как следствие с изменением экологической обстановки в бассейнах Хабаровского края.

Общая мощность сооружений очистки сточных вод в регионе на настоящий момент пока еще недостаточная. Существенным недостатком, снижающим эффективность работы очистных сооружений, является медленное обновление технологического оборудования. В результате в водоисточники со сточными водами ежегодно поступает значительное количество загрязняющих веществ, таких как взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, фосфор общий, азот аммонийный СПАВ, нитраты, железо, алюминий, медь, органические вещества и нефтепродукты.[2]

Несмотря на постоянную работу существующих очистных сооружений, общее количество остаточных загрязнений, выносимых с очищенными водами, превышает самоочищающуюся способность водоемов. Поэтому в настоящее время для решения такой проблемы предлагается доочистка. Эффективным методом доочистки является фильтрование. Таким образом, как для подготовки технической воды, так и для доочистки сточных вод целесообразно применять различные конструкции фильтров. Наиболее широкое распространение в системах водоснабжения и водоотведения получили зернистые фильтры, работающие без образования осадка на поверхности фильтрующей загрузки. Известно, что грязеемкость обычных скорых фильтров не превышает $1,5 \text{ кг/м}^2$, двухкамерных фильтров – 40 кг/м^2 .

Проведенные нами исследования показали, что фильтрование в несколько ступеней, использование более пористого фильтрующего материала, направления фильтрации с убывающей крупностью зерен и безреагентного метода осветления позволяют существенно увеличить грязеемкость загрузки.

Установлен характер влияния высоты загрузки, диаметра зерен загрузки и скорость фильтрования на эффект очистки, продолжительность фильтроцикла, скорость прироста потерь напора и грязеемкость.

На основании проведенных исследований и изучения существующих тенденций совершенствования зернистых фильтров в Хабаровском государственном техническом университете разработаны новые конструкции фильтров с увеличенной грязеемкостью.

Известны радиальные фильтры, в которых движение очищенной жидкости направлено от центра к периферии. Однако исследования процесса фильтрования, проведенные нами, дают основание утверждать, что более рациональным режимом будет являться такой, при котором движение потока будет от периферии к центру, то есть в направлении возрастающей скорости. Это подтверждается исследованиями других авторов. Но при использовании в радиальном фильтре однослойной загрузки состояния предельного насыщения достигают в первую очередь первые по движению жидкости слои загрузки. [3]

В этом случае фильтр заканчивает по достижении предельных потерь напора, и это в основном за счет первых слоев загрузки, тогда как предыдущие слои могут оказаться недогруженными. Для более равномерного использования всего объема фильтрующей загрузки нами предлагается установить вертикальную перфорированную перегородку специальной конструкции, разделяющую всю загрузку на два слоя: наружный – крупнозернистый и внутренний – мелкозернистый. При чем размер фракций в обоих слоях загрузки должен быть подобран таким образом, чтобы они достигали предельных потерь напора почти одновременно. Это предложение реализовано в радиальном фильтре (патент №1722529). Для небольших расходов воды можно также использовать конструкцию двухступенчатого напорного фильтра (а.с. №1719018) отличающегося тем, что он имеет внутренний цилиндрикоконический элемент, разделяющий фильтр на две ступени, тем самым увеличивается грязеемкость фильтра и продолжительность фильтроцикла.

На реках Хабаровского края в период паводков наблюдается резкое увеличение содержания взвешенных веществ в основном за счет грубодисперсных примесей. Дополнительное повышенное содержание грубодисперсных примесей в виде песка имеет место в течение года за счет русловых процессов. Все это создает трудности в эксплуатации систем водоснабжения и в первую очередь очистных сооружений. Сороудерживающие сетки на водозаборах не удерживают мелкий песок, который попадает на очистные сооружения ухудшая их работу и эффект очистки.

Для решения этой проблемы Хабаровским государственным техническим университетом совместно с МУП Водоканал г. Хабаровска прорабатываются пути, позволяющие выделять мелкий песок из воды в начале технологической схемы очистных сооружений водопровода. К ним относятся предложения по устройству новых конструкций песколовков, модулей тонкослойных элементов, устанавливаемых перед смесителями, а также специальные гидроциклоны. В связи с большой производительностью очистных сооружений по подготовке питьевой воды в г. Хабаровске подача всего расхода воды на очистку приведет к увеличению количества гидроциклонов, осложнит процесс отделения песка от воды (наибольший эффект очистки наблюдается на концентрированных суспензиях), и приведет к увеличению продолжительности дальнейшего осаждения коагулированной взвеси в отстойниках. Поэтому предлагается подавать на гидроциклоны только часть от общего расхода воды с наибольшей концентрацией песка.

Для решения этой проблемы предлагается рассмотреть способ отделения песка от воды в напорном трубопроводе.

Концентрирование песка будет происходить за счет уменьшения скоростей в напорном трубопроводе, которое будет наблюдаться в уширении. Наибольшие концентрации песка в трубопроводе наблюдаются в его нижней части. Уширение позволит ускорить процесс выпадения песка, который будет удаляться через отводной трубопровод в нижней части уширения. Эта схема проста, позволяет уменьшить расход забираемой на очистку гидроциклонами воды, а в периоды с небольшими концентрациями песка в исходной воде, позволяет отключать гидроциклоны.

В основном очистные сооружения в Хабаровском крае находятся в эксплуатации много лет и многие их узлы требуют капитального ремонта, станциях не решена проблема обработки промывных вод и осадков. На «Гидравлика водоснабжение и водоотведение» ХГТУ разрабатывается технологическая схема в виде компактной установки для обработки промывных вод фильтров, это позволит существенно повысить процент экономии воды на фильтровальной станции и снизить нагрузку на водные объекты. Таким образом, одним из путей решения проблем водного хозяйства, использования, восстановления и охраны водных объектов будет являться сокращение непроизводительных расходов и строительство новых сооружений для очистки природных и сточных вод.

Другой путь рационального и относительно малозатратного решения проблемы заключается в интенсификации работы существующих водоповодно-канализационных объектов за счет внедрения современных технологий и реконструкции действующих сооружений.

В городе Хабаровске продолжается совместная инициатива по очистке прибрежной зоны реки Амур, в которую вовлечены городская администрация, волонтеры, неравнодушные жители и организации. Чтобы уменьшить вредное влияние сточных вод на реку, планируется задействовать новые мощности на очистных сооружениях МУП «Водоканал». В мировой практике для очистки сточных вод применяется целый спектр методов. Универсальной технологии, подходящей для всех отраслей промышленности и сфер деятельности, не существует.

Обычно на практике требуется комбинирование нескольких методов. На данный момент наиболее распространенными методами очистки сточных вод являются: Механический – удаление крупных примесей фильтрованием, отстаиванием и другими физическими методами. Биологический – использование микроорганизмов для разложения органических веществ. Химический – применение химических реагентов для осаждения или нейтрализации загрязняющих веществ. Мембранный – пропуск сточных вод через полупроницаемые мембраны, которые отделяют загрязнения от воды. По мере разработки новых материалов и технологий методы очистки сточных вод постоянно совершенствуются. [4]

Так, в последние годы активно внедряются в эту сферу передовые технологии, такие как: Электрохимический метод – очистка воды с помощью электрического тока. Ультразвуковая обработка – использование ультразвуковых волн для разрушения загрязнений. Использование нанотехнологий – применение наноматериалов для повышения эффективности очистки. Кроме перечисленных методов, существует ряд других перспективных направлений в очистке сточных вод, которые активно исследуются и разрабатываются. К ним относятся: Биоэлектрохимические методы – сочетание биологических и электрохимических процессов для повышения эффективности очистки. Передовые окислительные процессы – использование сильных окислителей, таких как озон или перекись водорода, для разрушения загрязняющих веществ. Физико-химические методы – комбинация физических и химических процессов для более эффективной очистки сточных вод.

Использование передовых технологий в сфере очистки сточных вод позволяет повысить качество воды в реках и других водоемах, что способствует улучшению экологической обстановки и снижению уровня загрязнения окружающей среды.

Список литературы

1. Данилович Д.А., Козлов Н.Н., Кевбрина Н.В., Гусев Д.В. Влияние предварительной обработки осадков сточных вод на полноту протекания процесса метанового сбраживания // Вода: технологии, материалы, оборудование, экология. 2010. № 2. с. 24-26. URL: <https://elcat.bntu.by/in-dex.php?url=/notices/index/IdNotice:240846/Source:default> (дата обращения: 17.03.2022).
2. Кудряшова А.Г. Обоснование и разработка средств повышения энергоэффективности работы трехстадийного метантенка: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ижевск, 2011. 20 с.
3. Лаврухина О.С. Стимуляторы выработки биогаза // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 5. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/05/13035> (дата обращения: 17.03.2022).
4. Предзимирская Л.М. Кавитационные очистки природных и сточных вод от органических и биологических загрязнений: автореф. дис. ...канд. техн. наук. Ивано-Франковск. 2015. 21 с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioremediatsiya-prirodnih-i-proizvodstvennyh-sred-1> (дата обращения: 17.03.2022).

Сведения об авторах:

Шевцов М.Н., профессор с ученой степенью доктор наук и ученым званием доцент, Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

Гуськова Е.А., студент Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

УДК 614.8

Шевцов М.Н., Гуськова Е.А.
Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий террористического акта

Аннотация: В настоящем исследовании рассмотрены аспекты предотвращения и реагирования на террористические акты. Проведена классификация видов терроризма и методов их нейтрализации. Ликвидация последствий террористических атак требует комплексного подхода и слаженной работы всех заинтересованных государственных органов, в том числе в сфере проведения специальных операций. В период с конца XX до начала XXI века Российская Федерация столкнулась с резким обострением террористической угрозы. Террористические акты, характеризующиеся массовыми жертвами, захватом заложников и взрывами, преследовали цель оказать давление на органы власти для принятия определенных решений.

Ключевые слова: Террористический акт, ликвидация последствий теракта, противодействие терроризму, Аварийно-спасательные и другие неотложные работы, РСЧС, АСР.

Shevtsov M.N., Guskova E.A.

Emergency rescue operations in the aftermath of a terrorist act

Abstract: This study examines the aspects of preventing and responding to terrorist acts. The classification of types of terrorism and methods of their neutralization is carried out. Eliminating the consequences of terrorist attacks requires a comprehensive approach and coordinated work by all interested government agencies, including in the field of special operations. In the period from the end of the 20th century to the beginning of the 21st century, the Russian Federation faced a sharp escalation of the terrorist threat. Terrorist acts, characterized by mass casualties, hostage-taking and explosions, aimed to put pressure on the authorities to make certain decisions.

Keywords: Terrorist act, elimination of the consequences of a terrorist act, counteraction to terrorism, Emergency rescue and other urgent work, Emergency response, ASR.

Введение

Способы устранения последствий террористических актов зависят от типа и масштаба возникших разрушений. Наиболее характерными для актов, сопровождающихся взрывами и несанкционированными процессами на объектах с радиационной и химической опасностью, гидротехнических сооружениях и в зданиях, являются разрушения, массовые пожары, радиоактивное и химическое загрязнение, затопления и вспышки эпидемий. Также существуют специфические особенности террористических актов, совершаемых в транспортной сфере.

Данная работа посвящена изучению организации аварийно-спасательных работ (АСР) при ликвидации последствий терактов и

управлению этими работами. Цель исследования – проанализировать основные факторы, влияющие на организацию и управление АСР, а также рассмотреть основы организации АСР при ликвидации последствий террористических актов.

Основная часть

Террористический акт - совершение взрыва, взятие заложников или иных действий, устрашающих население и создающих опасность гибели человека, причинения значительного имущественного ущерба либо наступления иных тяжких последствий, в целях воздействия на принятие решения органами власти или международными организациями. [1]

Террористические акты могут быть осуществлены как организованными группами, так и отдельными лицами, действующими самостоятельно.

Классификация террористических проявлений:

1. По масштабу воздействия: Террористические акты варьируются от единичных преступлений против личности до масштабных диверсий, затрагивающих целые страны или даже мировое сообщество. Спектр включает в себя убийства, массовые жертвы среди населения и крупномасштабные акции.

2. По мотивам и целям: Цели террористов могут быть различными: от устранения политических противников и запугивания населения до дестабилизации правительства, нанесения экономического ущерба, разжигания конфликтов (межнациональных, межконфессиональных, военных) и даже изменения политического строя. Мотивом может быть и "акт возмездия".

3. По методам реализации: Террористы используют широкий арсенал средств, включая огнестрельное оружие, взрывы, поджоги, захват заложников. Более того, они могут прибегать к применению ядерного, радиоактивного, химического или биологического оружия, организации промышленных катастроф, уничтожению транспортной инфраструктуры, электромагнитному воздействию и информационно-психологическим операциям.

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы – действия по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне чрезвычайных ситуаций, локализации чрезвычайных ситуаций и подавлению или доведению до минимально возможного уровня воздействия характерных для них опасных факторов. [2]

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы проводятся аварийно-спасательными формированиями и службами с целью:

1. спасение людей и оказания помощи пострадавшим,
2. локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих проведению спасательных работ,

3. создание условий для последующего проведения восстановительных работ,

4. создание условий нормальной жизнедеятельности пострадавших и населения.

Масштаб, тяжесть и характер травм, полученных населением в результате теракта, определяют организационные формы и объемы работы по оказанию медико-санитарной помощи. При этом, принципиальных различий в действиях подразделений медицины катастроф и скорой помощи при оказании экстренной помощи пострадавшим от теракта и пострадавшим в других чрезвычайных ситуациях (техногенных или природных) не существует.

В каждом варианте я постарался сохранить смысл оригинального текста, используя более понятные слова и структуру предложений. Выберите тот вариант, который лучше всего подходит для вашей цели.

Ликвидация последствий теракта требует проведения следующих аварийно-спасательных работ: определение безопасных путей подхода и обследование территории; подавление очагов возгорания; поиск и извлечение пострадавших из разрушенных зданий, завалов и других опасных мест; оказание первой помощи и транспортировка раненых в медицинские учреждения; эвакуация населения из опасной зоны; проведение санитарной обработки и дезинфекции одежды; обеззараживание техники, средств защиты, продовольствия и воды.

Помимо первоочередных задач, необходимо оперативно выполнять работы, которые напрямую поддерживают проведение спасательных операций. К ним относятся:

Создание путей для передвижения в завалах и опасных зонах.

Предотвращение распространения аварий на инженерных сетях (газ, электричество, вода, канализация, технологические сети), чтобы обеспечить безопасную среду для спасателей.

Устранение угрозы обрушения зданий и сооружений, представляющих опасность для спасательных команд и затрудняющих доступ к пострадавшим (включая укрепление или контролируемый снос конструкций).

Восстановление поврежденных коммуникаций и энергоснабжения для обеспечения связи и работы спасательных служб.

Поиск, обезвреживание и уничтожение неразорвавшихся боеприпасов и других взрывоопасных предметов, представляющих угрозу.

Аварийно-спасательные и другие экстренные мероприятия отличаются высоким объемом работ и ограниченным временем для их выполнения, а также сложностью ситуации и значительным напряжением сил всего персонала, задействованного в этих действиях. Они будут осуществляться в условиях серьезных разрушений, массовых пожаров,

загрязнения воздуха и территории, затопления и других неблагоприятных факторов.

Пожары будут представлять угрозу как для людей, пострадавших в эпицентре происшествий, так и для сотрудников спасательных формирований. Кроме того, существует риск взрывов или воспламенения газа и горюче-смазочных материалов, которые могут вытекать из поврежденных коммуникаций, а также других взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ.

При получении информации о чрезвычайной ситуации или ее предвестниках, оперативно-дежурные службы ГО и ЧС немедленно приступают к работе в качестве рабочего органа комиссии по ЧС. Параллельно создается оперативная группа. Для быстрого реагирования и принятия решений комиссия по ЧС (или, в исключительных случаях, все управление ГО и ЧС) и оперативная группа налаживают непрерывную связь с органами внутренних дел, пожарными подразделениями, гидрометеорологическими службами и местными нештатными аварийно-спасательными формированиями.

Ликвидация последствий катастроф и спасение людей в зонах поражения требует масштабного применения инженерной техники. Без механизации всех этапов работ, от разбора завалов до откачки воды, оперативное проведение спасательных операций невозможно. Для этих целей может быть использована любая доступная строительная, дорожная и коммунальная техника, которая условно делится на группы:

Техника для подъема, перемещения и погрузки обломков (краны, лебедки, домкраты).

Техника для расчистки завалов и перемещения грунта (экскаваторы, бульдозеры, автогрейдеры, самосвалы).

Инструменты для проделывания отверстий в стенах и перекрытиях (бурильные молотки, компрессорные станции).

Оборудование для резки металла и железобетона (керосинорезы, бензорезы, сварочные аппараты, резаки).

Оборудование для откачки или подачи воды (насосы, мотопомпы, поливочные и пожарные машины).

Средства для ремонта и обслуживания техники (ремонтные мастерские, заправщики, электростанции).

Специфика аварийно-спасательных работ (АСР) диктуется условиями чрезвычайной ситуации. На выбор тактики и методов АСР влияют такие факторы, как характер разрушений зданий и сооружений, аварии на коммунальных и энергетических сетях, уровень радиоактивного и химического заражения, а также наличие пожаров. Приоритетом является обеспечение доступа к пострадавшим и устранение препятствий для проведения спасательных операций. В первую очередь организуются проезды и проходы к разрушенным зданиям и местам аварий. Ширина

проездов рассчитывается исходя из интенсивности движения техники. Для расчистки территории и создания проездов привлекаются подразделения механизации с автокранами и бульдозерами. Параллельно с этим, противопожарные подразделения занимаются тушением пожаров.[2]

Поиск и спасение пострадавших

Как только разведывательные данные получены, спасательные команды немедленно приступают к работе на месте происшествия. Эвакуация пострадавших осуществляется различными способами, в зависимости от ситуации и доступных средств: вручную, с использованием подручных материалов (плащи, брезент, пленка, одеяла), волоком или на носилках. Пострадавшим оказывается первая медицинская помощь, после чего их перемещают в безопасное место.

Разбор завалов

Разбор завалов, часто представляющих собой нагромождение обломков бетонных плит и балок, и поиск людей под ними – крайне трудоемкая задача.

Ликвидация медико-санитарных последствий применения ОХВ

Ликвидация медико-санитарных последствий применения отравляющих химических веществ (ОХВ) в результате теракта – это комплекс специальных мер, направленных на минимизацию поражения людей и нейтрализацию источника чрезвычайной ситуации. Независимо от характера последствий теракта, первыми реагируют местные службы здравоохранения. При недостаточности их ресурсов или невозможности справиться с ситуацией привлекаются силы территориального или регионального уровня. Помимо бригад скорой помощи, оказывающих первую помощь, к ликвидации медико-санитарных последствий терактов привлекаются специализированные медицинские бригады, санитарно-токсикологические и токсико-терапевтические бригады службы медицины катастроф.

Медицинская помощь при поражении ОХВ

При поражении быстродействующими ОХВ крайне важно как можно быстрее оказать первую врачебную и квалифицированную медицинскую помощь пострадавшим, максимально приблизив ее к месту происшествия.

В случае теракта с применением отравляющих веществ (ОВ) или опасных химических веществ (ОХВ) приоритетными задачами являются оперативные и результативные меры по защите населения, включающие:

Применение коллективных средств защиты (убежища, фильтровентиляционные установки).

Использование индивидуальных средств защиты (противогазы, защитные костюмы).

Быстрая эвакуация людей из потенциально зараженных районов.

Оперативный поиск, сбор и вывоз пострадавших с оказанием им неотложной медицинской помощи.

Непрерывное информирование населения о текущей ситуации и предоставление инструкций о правилах поведения.

Успех аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий теракта напрямую зависит от уровня координации между всеми задействованными службами и ресурсами. Учитывая потенциально катастрофические последствия террористических актов, мероприятия по их предотвращению и ликвидации должны быть детально проработаны и включены в планы действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, разрабатываемые соответствующими органами.

Особую опасность представляют теракты на транспорте. Аварии на железнодорожном транспорте, перевозящем опасные грузы, могут спровоцировать пожары, взрывы, химическое или биологическое заражение, а также радиоактивное загрязнение местности. Характерной чертой таких ситуаций является обширная зона поражения и быстрое развитие событий. При аварии автотранспорта, перевозящего опасные грузы, вызванной терактом, необходимо руководствоваться информацией из сопроводительных документов (аварийной карточки) и информационных табличек на транспортных средствах. Эти таблички содержат код экстренных мер, идентификационный номер опасного вещества по классификации ООН и знаки опасности.

В случае теракта на гидротехническом сооружении следует ожидать затопления городов и населенных пунктов, а также разрушения зданий и инфраструктуры. Проведение масштабных аварийно-спасательных работ, включая эвакуацию населения и обеспечение его первоочередных потребностей, потребует привлечения значительных сил и средств.

В России существует серьезная опасность химического и ядерного терроризма, поскольку значительная часть населения (более 57 миллионов человек) проживает в зонах потенциального химического заражения. В непосредственной близости от атомных электростанций (в 30-километровой зоне) проживает более 800 тысяч человек, что делает их особенно уязвимыми.

Биологически опасные объекты также подвержены риску чрезвычайных ситуаций, вызванных как умышленными действиями (например, саботажем оборудования с выбросом опасных веществ), так и природными катастрофами (землетрясениями, наводнениями).

Проведение спасательных работ в метрополитене осложняется замкнутым пространством, труднодоступностью, сложной системой вентиляции и электроснабжения. Теракты в метро могут привести к большому числу жертв и потребовать масштабных спасательных операций.

Управление аварийно-спасательными работами

Эффективное управление спасательными работами после теракта требует тщательного планирования и координации. Необходимо

определить места проведения работ, учитывая особенности местности, планировку зданий, расположение защитных сооружений, коммуникаций и транспортных путей. Спасательные и другие неотложные работы проводятся одновременно, несмотря на их различное содержание.

Ликвидация последствий терактов зависит от типа и масштаба чрезвычайной ситуации. Теракты, сопровождающиеся взрывами, авариями на опасных объектах, разрушениями, пожарами, радиоактивным или химическим заражением, затоплениями и эпидемиями, требуют особого подхода.

Задачи РСЧС:

Все вышеперечисленные факторы определяют задачи органов управления РСЧС (Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций) по противодействию терроризму, защите населения и ликвидации последствий терактов.

Защита населения:

Защита населения от различных видов террористических актов является приоритетной задачей для всех органов управления РСЧС. Эта задача решается посредством:

Разработки и реализации мер по противодействию терроризму, политическому, национальному и религиозному экстремизму.

Создания системы антитеррористической защиты населения в городах и сельской местности.

Контроля за соблюдением законодательства в сфере предупреждения и борьбы с терроризмом органами власти и местного самоуправления.

Обеспечения безопасности потенциально опасных объектов и систем жизнеобеспечения.

Оказания помощи органам местного самоуправления, правоохранительным органам и подразделениям ГОЧС в предупреждении террористических актов.

Анализ опыта ликвидации последствий терактов выявил ряд проблем, ослабляющих эффективность работы органов управления и сил РСЧС. Ключевые недостатки включают[4]:

Нечеткое распределение ответственности: Отсутствует четкое разграничение полномочий и функций между различными ведомствами, участвующими в ликвидации последствий.

Недостаток информации: Не хватает оперативной информации о месте происшествия, такой как планы зданий, списки жильцов, данные о расположении органов управления и мест эвакуации пострадавших и ценностей.

Нарушения безопасности: Несоблюдение правил безопасности при проведении работ приводит к обрушению поврежденных конструкций, что травмирует спасателей и пострадавших, находящихся под завалами.

В России за предотвращение терактов отвечают уполномоченные федеральные органы исполнительной власти и спецслужбы, в первую очередь ФСБ и МВД. МЧС России играет важную роль в предупреждении и ликвидации последствий терактов. Силы гражданской обороны МЧС часто начинают работу одновременно со спецподразделениями и службами. В случае крупномасштабных терактов с применением оружия массового поражения, по решению начальника гражданской обороны субъекта РФ, могут быть привлечены подразделения Минобороны России.[3]

Ликвидация последствий крупномасштабных терактов включает два этапа: аварийно-спасательные и аварийно-восстановительные работы.

Наиболее сложный этап – аварийно-спасательные работы. На этом этапе критически важны эффективное управление, обеспечивающее четкое руководство и подчинение единому руководителю, надежная связь между спасателями и строгое соблюдение техники безопасности.

Заключение

Подводя итог, необходимо признать, что терроризм сегодня – это одна из самых разрушительных угроз. Сообщения о терактах вызывают не только ужас, но и стремление понять почему это происходит и как такое возможно. Терроризм, в любой форме, стал глобальной проблемой, характеризующейся масштабностью, непредсказуемостью и тяжелыми последствиями. Он подрывает безопасность стран и их граждан, наносит огромный ущерб в политической, экономической и моральной сферах, а также оказывает мощное психологическое давление на людей. Преодоление этой угрозы, распространяющейся по миру, как болезнь, требует объединенных усилий всего мирового сообщества.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации «О борьбе с терроризмом» от 25.07.1998 г. №130-ФЗ. // Собрание Законодательства Российской Федерации, 1998. №31. Ст. 380.
2. Федеральный Закон от 22.08.1995 №151ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» «Российская газета», №169, 31.08.1995
3. «О противодействии терроризму» в Российской Федерации: федер. Закон от 06.03.2006 г. №35–ФЗ (ред. От 29.12.2022) // Собрание законодательства РФ. – 2006. – №11 – 1146 с.
4. Расчет сил и средств для проведения СДНР при ликвидации последствий техногенных и природных ЧС. Безопасность жизнедеятельности. Электронный ресурс: Режим доступа: bibliofond.ru

Сведения об авторах:

Шевцов М.Н., профессор с ученой степенью доктор наук и ученым званием доцент, Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

Гуськова Е.А., студент Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

УДК 004.056

Фомин Ю.С., Алтынбаев А.Ф., Тарануха А.В.

Санкт-Петербургский государственный университет Телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

Целостность, доступность, конфиденциальность виртуализации и контейнеризации

Аннотация: статья рассматривает основные угрозы и методы защиты в виртуализированных и контейнеризированных средах с позиции триады CIA: конфиденциальности, целостности и доступности. Описаны атаки на гипервизоры, побочные каналы, уязвимости контейнеров и оркестрации. Предложены практические меры защиты: шифрование, VMI, RBAC, контроль ресурсов, DevSecOps-подход. Подчеркивается необходимость комплексного подхода с применением аппаратных и программных решений.

Ключевые слова: виртуализация, контейнеризация, конфиденциальность, целостность, доступность, VM-escape, безопасность контейнеров

Fomin, Y.S., Altynbaev A.F, Taranukha A.V.

Integrity, availability, confidentiality of virtualization and containerization

Abstract: the article analyzes key threats and protection methods in virtualized and containerized environments based on the CIA triad: confidentiality, integrity, and availability. It covers hypervisor exploits, side-channel attacks, container vulnerabilities, and orchestration risks. Practical defense mechanisms are proposed, including encryption, VMI, RBAC, resource control, and DevSecOps practices. The study emphasizes a holistic security approach combining hardware and software tools.

Key words: virtualization, containerization, confidentiality, integrity, availability, VM-escape, container security

Введение

В современном мире многие компании, так или иначе связанные со сферой информационных технологий, используют в своих системах технологи виртуализация и контейнеризация для повышения эффективности и надежности своих сервисов. Виртуальные машины и контейнеры позволяют организациям быстро разворачивать приложения и оптимально использовать ресурсы, но при этом создают новые векторы атак. Ключевые компоненты цифровой инфраструктуры — данные и сервисы — нуждаются в защите по принципам триады CIA (confidentiality, integrity, availability). Поскольку многие предприятия и государственные

учреждения переходят на облачные технологии (DevOps, микросервисы, электронное правительство), вопросы безопасности становятся критически важными. Например, опрос компании Red Hat (2024) показал, что 67% компаний задерживали развёртывание контейнерных приложений из-за проблем безопасности, а 46% организаций столкнулись с потерей доходов после инцидента в контейнерном/Kubernetes окружении [1, с. 34].

Подобные примеры подчеркивают влияние уязвимостей виртуализации и контейнеризации на бизнес-процессы и государственные системы. Рост числа кибератак, утечек данных и сбоев в работе сервисов демонстрирует необходимость всесторонней защиты сред, в которых используют виртуализацию и контейнеризацию.

Тренды: широкое распространение облачных вычислений и контейнерных технологий (Kubernetes, Docker) повышает требования к безопасности. Например, использование «доверенных вычислений» (hardware-based confidential computing) с AMD SEV/Intel TDX становится отраслевым трендом [2, с. 16].

Влияние: инциденты с утечками данных и сбоями в виртуальных средах могут привести к крупным финансовым потерям, штрафам и ущербу репутации. государственные системы, где внедряются облака для госсервисов и ИИ, особенно чувствительны к этим происшествиям.

Вызовы: изоляция между контейнерами не абсолютна — атаки побочными каналами (Spectre/Meltdown и др.), эксплуатация уязвимостей гипервизора/контейнера и сбой в оркестрации могут нарушить CIA-триаду. Одним из примером является уязвимость CVE-2015-3456 («Venom») - проблема связана с переполнением буфера в эмуляторе контроллера гибких дисков (FDC) или атака CacheWarp против AMD SEV.

Значимость: поддержание целостности, доступности и конфиденциальности в таких гибридных средах требует новых методов защиты: аппаратно-изолированных вычислений, детектирования аномалий в рантайме, управления секретами и строгих политик безопасности.

Следовательно, тема защиты CIA-триады в виртуализации и контейнеризации является актуальной как для бизнеса, так и для государственных ИТ-систем. В этой работе проведён обзор угроз, инцидентов и мер защиты по каждому из аспектов CIA для обоих подходов.

Глава 1. Виртуализация

Виртуализация — это технология, позволяющая предоставлять вычислительные ресурсы программному обеспечению, операционным системам, сетевым компонентам, которые абстрагированы от аппаратной реализации. Ключевая причина востребованности виртуализации —

повышение эффективности оборудования. Вместо запуска десятков серверов компании используют меньшее количество физических мощностей и получают возможность своевременно распределять ресурсы, масштабировать инфраструктуру и оперативно реагировать на динамичную нагрузку. С точки зрения безопасности это процесс, процедура и политика, которые обеспечивают защиту виртуализированной аппаратной инфраструктуры. Такая защита касается как отдельных виртуальных машин, так и гипервизора. Она защищает от несанкционированного доступа к информации, утечки данных и разных атак, использующих уязвимости или вредоносный код

1.1 Конфиденциальность

В виртуальных средах нарушения конфиденциальности происходят, когда атакующий из гостевой ВМ получает доступ к данным других ВМ или к хосту. Особенно опасны атаки выхода за пределы виртуальной машины (так называемые атаки побега из ВМ), при которых вредоносный код выходит за пределы гостевой системы и проникает в гипервизор. Эти атаки позволяют получить полный доступ к памяти и дисковым образам всех ВМ на хосте. Например, уязвимость CVE-2015-3456 («Venom») в QEMU позволяла гостевой ОС выйти за пределы гипервизора и получить доступ к хост-ОС; как отмечено, это «один из худших классов уязвимостей виртуализации» (гостей можно использовать для заражения других систем). Аналогично, исследование 2023 г. выявило атаку **CacheWarp** на технологию AMD SEV, показывающую, что даже зашифрованная память ВМ можно эксплуатировать для эскалации привилегий. В целом, уязвимости гипервизора (Intel, AMD, VMware) могут привести к утечке данных между виртуальными машинами и хостом.

Другими важными векторами являются атаки по косвенным каналам: при спекулятивном выполнении кода, при анализе кэша или изучении задержек можно считать данные из памяти сопредельных ВМ. Так, семейства Spectre/Meltdown, а также более поздние уязвимости процессоров (L1TF, MDS и пр.) доказали, что виртуализация уязвима для межвиртуальных утечек. Для защиты конфиденциальности в виртуализованных средах применяют следующие практики и технологии:

Аппаратные «конфиденциальные» ВМ: Intel Trust Domain Extensions (TDX) и AMD Secure Encrypted Virtualization (SEV) позволяют шифровать память гостевой ВМ уникальным ключом, изолируя её даже от гипервизора. Например, AMD SEV-SNP содержит механизмы защиты памяти ВМ от недоверенного гипервизора. Использование таких технологий препятствует аналитике содержимого ОЗУ ВМ.

Шифрование «на месте»: рекомендуется шифровать не только оперативную память, но и диски/файлы, передаваемые по сети и другие хранилища данных. Это гарантирует, что в случае компрометации компонент данные останутся защищёнными.

Многофакторная аутентификация и строгий контроль доступа: интерфейсы управления гипервизором (CLI, API) должны быть защищены многофакторной аутентификацией, сертификатами и ролевыми правами. Как отмечает эксперт Microsoft, компрометация API-сервера или ключевых компонентов Kubernetes сразу даёт злоумышленнику полный контроль над кластером; аналогично для гипервизоров крайне важно ограничить доступ к ним.

Безопасность гипервизора: гипервизор (или хост-ОС) необходимо максимально обезопасить: минимизировать его поверхность атаки и строго настроить. Это включает своевременное патчивание, отключение ненужных сервисов (clipboard sharing, usb redirection и др.), использование Hypervisor Introspection (VMI) для мониторинга состояния VM из хост-среды. Инструменты VMI и анализ поведения guest-VM помогают выявлять подозрительные изменения (например, незаметно подмена образов).

Надёжное хранение ключей: при использовании аппаратных расширений важно организовать доверенный KMS (Key Management Service) с безопасным распределением ключей между хостом и VM.

Таким образом, для обеспечения конфиденциальности в виртуализованных средах требуется сочетание аппаратных возможностей (SEV/TDX), криптографических протоколов (TLS, VPN для управления), аутентификации и контроля доступа на всех уровнях. По рекомендации NIST (Национальный институт стандартов и технологий США), следует применять те же меры безопасности, что и для обычных ОС, плюс дополнительные практики защиты гипервизора.

1.2 Целостность

Целостность виртуальных машин и гипервизора важна для предотвращения несанкционированных изменений кода и конфигурации. Угрозы целостности включают подмену образов VM, внедрение вредоносного кода в гипервизор или гостевую систему, а также манипуляции с конфигурацией виртуальной сети и дисков. При полном контроле над гипервизором злоумышленник может скрыть своё присутствие и подменять данные в любой гостевой VM.

Для защиты целостности в виртуализированных средах применяются следующие меры:

Безопасная загрузка: включение Secure Boot и Platform TPM (TPM) на хостах виртуализации гарантирует, что загрузятся только доверенные гипервизор и образы гостевых ОС. Например, механизм UEFI Secure Boot проверяет подписи гипервизора и образов VM, предотвращая запуск взломанного кода.

Контроль целостности гипервизора: сторонние решения VMI (Virtual Machine Introspection) и гипервизорные мониторы позволяют проверять состояние VM «снаружи». Инструменты типа vProtect и Falco

могут отслеживать целостность файлов и изменений конфигурации внутри ВМ в режиме реального времени.

Минимизация доверенной базы: использование лёгких микроядер (например, NyrSec) для гипервизора уменьшает его поверхность атаки. Чем меньше компонентов гипервизора, тем сложнее внести незаметные изменения. Регулярное обновление и патчинг гипервизора и гостевых систем (антивирус, фајрволы) также поддерживают целостность.

Мониторинг и аудит: нужно вести журналирование операций управления ВМ, чтобы отслеживать попытки изменения образов или настроек. Системы управления виртуализацией (vCenter, OpenStack APIs) должны быть защищены и подвергаться аудиту изменений.

Следуя многоуровневому подходу, критично сочетать аппаратные средства (TPM/Secure Boot) с практиками DevOps-безопасности и контролем доступа. Это позволит обнаружить и предотвратить подмену гипервизора или образов ВМ, сохраняя неизменность среды[3, с. 22].

1.3 Доступность

Доступность виртуальных ресурсов означает, что ВМ и сервисы остаются работоспособными даже при попытках атак или сбоях. Угрозы доступности виртуализации включают:

DDoS и исчерпание ресурсов: атаки, создающие избыточную нагрузку на гипервизор или сеть (например, разместить в ВМ майнер или организовать ботнет), могут вызвать замедление или недоступность других ВМ. Переиспользование вычислительных узлов несколькими ВМ означает, что отказ одной ВМ может повлиять на соседи.

Сбои гипервизора/хоста: отказ оборудования (серверов, сети, СХД) приведёт к недоступности всех ВМ на нём. Специальные эксплойты также могут вывести гипервизор из строя.

Манипуляции конфигурацией: злоумышленник с доступом к средству оркестрации или гипервизору может снять лимиты ресурсов, что приведёт к неконтролируемому потреблению (позже отказ сервисов).

Для обеспечения доступности применяются следующие практики:

Кластеризация и резервирование: используют высокодоступные кластеры гипервизоров. При выходе из строя одного хоста гостевые ВМ автоматически перемещаются (live migration) на другой узел кластера. Это снижает время простоя сервисов.

Ограничения ресурсов: для каждой ВМ задают квоты CPU, RAM, сетевой полосы. Это не даёт одной ВМ «захватить» все ресурсы узла. Windows или Linux-контроль групп (cgroups) помогают предотвратить исчерпание ресурсов соседями.

Мониторинг состояния: средства мониторинга (Nagios, Zabbix) отслеживают загрузку хостов и статус ВМ, оперативно реагируют на аномалии (например, перезапускают упавшие ВМ).

Регулярные резервные копии и план восстановления: для критичных ВМ делаются снапшоты и бэкапы образов. При киберинциденте с нарушением гипервизора можно быстро восстановить окружение из резервных копий.

Таким образом, сочетание архитектурных мер (кластеризация, резервирование) и ограничений ресурсов обеспечивает устойчивость виртуальных сред к атакам на доступность[4, с. 7]. В случае роста угроз следует расширять количество узлов и зон присутствия, минимизируя время простоя.

Глава 2. Контейнеризация

Ключевое преимущество контейнеризации в том, что она позволяет абстрагировать приложения от операционной системы хоста. Это делает их автономными и легко переносимыми. А еще пригодными для запуска в любой среде: на локальных устройствах, в облаке или на виртуальных серверах это абстракции на уровне приложения, которые объединяют внутри себя зависимости и код. Они делят одну операционную систему хоста, но обеспечивают изоляцию на уровне процессов и файловой системы.

2.1 Конфиденциальность

В виртуальных средах нарушения конфиденциальности происходят, когда атакующий из гостевой ВМ получает доступ к данным других ВМ или к хосту. Особенно опасны **VM-escape**-атаки, при которых вредоносный код «вырывается» из гостя в гипервизор. Эти атаки позволяют получить полный доступ к памяти и дисковым образам всех ВМ на хосте. Например, уязвимость CVE-2015-3456 («Venom») в QEMU позволяла гостевой ОС выйти за пределы гипервизора и получить доступ к хост-ОС; как отмечено, это “один из худших классов уязвимостей виртуализации” (гостей можно использовать для заражения других систем)[5, с. 21]. Аналогично, исследование 2023 г. выявило атаку **CacheWarp** на технологию AMD SEV, показывающую, что даже зашифрованная память ВМ можно эксплуатировать для эскалации привилегий. В целом, уязвимости гипервизора (Intel, AMD, VMware) могут привести к утечке данных между виртуальными машинами и хостом.

Другими важными векторами являются атаки побочными каналами: при спекулятивном выполнении кода, при анализе кэша или изучении задержек можно вычитать данные из памяти сопредельных ВМ. Так, семейства Spectre/Meltdown, а также более поздние уязвимости процессоров (L1TF, MDS и пр.) доказали, что виртуализация уязвима для межвиртуальных утечек[5, с. 25]. Для защиты конфиденциальности в виртуализованных средах применяют следующие практики и технологии:

Аппаратные «конфиденциальные» ВМ: Intel Trust Domain Extensions (TDX) и AMD Secure Encrypted Virtualization (SEV) позволяют шифровать память гостевой ВМ уникальным ключом, изолируя её даже от гипервизора. Например, AMD SEV-SNP содержит механизмы защиты памяти ВМ от недоверенного гипервизора. Использование таких технологий препятствует аналитике содержимого ОЗУ ВМ.

Шифрование «на месте»: рекомендуется шифровать не только оперативную память, но и диски/файлы, передаваемые по сети и другие хранилища данных[6, с. 12]. Это гарантирует, что в случае компрометации компонент данные останутся защищёнными.

Многофакторная аутентификация и строгий контроль доступа: интерфейсы управления гипервизором (CLI, API) должны быть защищены многофакторной аутентификацией, сертификатами и ролевыми правами. Компрометация API-сервера или ключевых компонентов Kubernetes сразу даёт злоумышленнику полный контроль над кластером; аналогично для гипервизоров крайне важно ограничить доступ к ним.

Безопасность гипервизора: гипервизор (или хост-ОС) необходимо максимально обезопасить: минимизировать его поверхность атаки и строго настроить. Это включает своевременное патчирование, отключение ненужных сервисов (clipboard sharing, usb redirection и др.), использование Hypervisor Introspection (VMI) для мониторинга состояния ВМ из хост-среды[7, с. 11]. Инструменты VMI и анализ поведения guest-ВМ помогают выявлять подозрительные изменения (например, незаметно подмена образов).

Надёжное хранение ключей: при использовании аппаратных расширений важно организовать доверенный KMS (Key Management Service) с безопасным распределением ключей между хостом и ВМ.

Таким образом, для обеспечения конфиденциальности в виртуализованных средах требуется сочетание аппаратных возможностей (SEV/TDX), криптографических протоколов (TLS, VPN для управления), аутентификации и контроля доступа на всех уровнях. По рекомендации NIST, следует применять те же меры безопасности, что и для обычных ОС, плюс дополнительные практики защиты гипервизора.

2.2 Целостность

Целостность виртуальных машин и гипервизора важна для предотвращения несанкционированных изменений кода и конфигурации. Угрозы целостности включают подмену образов ВМ, внедрение вредоносного кода в гипервизор или гостевую систему, а также манипуляции с конфигурацией виртуальной сети и дисков. При полном контроле над гипервизором злоумышленник может скрыть своё присутствие и подменять данные в любой гостевой ВМ.

Для защиты целостности в виртуализированных средах применяются следующие меры:

Безопасная загрузка: включение Secure Boot и Platform TPM (TPM) на хостах виртуализации гарантирует, что загрузятся только доверенные гипервизор и образы гостевых ОС. Например, механизм UEFI Secure Boot проверяет подписи гипервизора и образов ВМ, предотвращая запуск взломанного кода[8, с. 16].

Контроль целостности гипервизора: сторонние решения VMI (Virtual Machine Introspection) и гипервизорные мониторы позволяют проверять состояние ВМ «снаружи». Инструменты типа vProtect и Falco могут отслеживать целостность файлов и изменений конфигурации внутри ВМ в режиме реального времени.

Минимизация доверенной базы: использование лёгких микроядер (например, HypSec) для гипервизора уменьшает его поверхность атаки. Чем меньше компонентов гипервизора, тем сложнее внести незаметные изменения. Регулярное обновление и патчинг гипервизора и гостевых систем (антивирус, файрволы) также поддерживают целостность.

Мониторинг и аудит: нужно вести журналирование операций управления ВМ, чтобы отслеживать попытки изменения образов или настроек. Системы управления виртуализацией (vCenter, OpenStack APIs) должны быть защищены и подвергаться аудиту изменений[9, с. 8].

Следуя многоуровневому подходу, критично сочетать аппаратные средства (TPM/Secure Boot) с практиками DevOps-безопасности и контролем доступа. Это позволит обнаружить и предотвратить подмену гипервизора или образов ВМ, сохраняя неизменность среды.

2.3 Доступность

Доступность виртуальных ресурсов означает, что ВМ и сервисы остаются работоспособными даже при попытках атак или сбоях. Угрозы доступности виртуализации включают:

DDoS и исчерпание ресурсов: атаки, создающие избыточную нагрузку на гипервизор или сеть (например, разместить в ВМ майнер или организовать ботнет), могут вызвать замедление или недоступность других ВМ. Переиспользование вычислительных узлов несколькими ВМ означает, что отказ одной ВМ может повлиять на соседи.

Сбои гипервизора/хоста: отказ оборудования (серверов, сети, СХД) приведёт к недоступности всех ВМ на нём. Специальные эксплойты также могут вывести гипервизор из строя.

Манипуляции конфигурацией: злоумышленник с доступом к средству оркестрации или гипервизору может снять лимиты ресурсов, что приведёт к неконтролируемому потреблению (позже отказ сервисов).

Для обеспечения доступности применяются следующие практики:

Кластеризация и резервирование: используют высокодоступные кластеры гипервизоров. При выходе из строя одного хоста гостевые ВМ автоматически перемещаются (live migration) на другой узел кластера. Это снижает время простоя сервисов.

Ограничения ресурсов: для каждой ВМ задают квоты CPU, RAM, сетевой полосы. Это не даёт одной ВМ «захватить» все ресурсы узла. Windows или Linux-контроль групп (cgroups) помогают предотвратить исчерпание ресурсов соседями.

Мониторинг состояния: средства мониторинга (Nagios, Zabbix) отслеживают загрузку хостов и статус ВМ, оперативно реагируют на аномалии (например, перезапускают упавшие ВМ).

Регулярные резервные копии и план восстановления: для критичных ВМ делаются снапшоты и бэкапы образов. При киберинциденте с нарушением гипервизора можно быстро восстановить окружение из резервных копий.

Таким образом, сочетание архитектурных мер (кластеризация, резервирование) и ограничений ресурсов обеспечивает устойчивость виртуальных сред к атакам на доступность. В случае роста угроз следует расширять количество узлов и зон присутствия, минимизируя время простоя

[10, с. 3].

Заключение

Виртуализация и контейнеризация открывают широкие возможности для масштабирования и гибкости ИТ-инфраструктуры, однако требуют обеспечения целостности, доступности и конфиденциальности данных на новом уровне. Анализ современных исследований и рекомендаций показывает, что облачные среды с виртуальными машинами и контейнерами нуждаются в комплексной политике безопасности, охватывающей всю триаду CIA. Это включает многоуровневую защиту: шифрование данных на диске и в памяти, доверенный ввод/вывод, аппаратную проверку целостности (TPM, Secure Boot) и жёсткий контроль доступа с сегментацией сети.

В частности, виртуализация требует защищённых гипервизоров и использования аппаратных расширений памяти (Intel TDX, AMD SEV) для предотвращения утечек между ВМ. Контейнерная инфраструктура, в свою очередь, зависит от строгого контроля образов и надёжной настройки оркестратора. Практики DevSecOps и постоянный мониторинг помогают своевременно находить и исправлять уязвимости: регулярные аудиты конфигураций (на основе CIS Benchmarks), обновление систем и тестирование реакции на инциденты значительно снижают риски.

Таким образом, применение рекомендаций стандартов и результатов научных исследований позволяет обеспечить надёжную защиту конфиденциальности, целостности и доступности в виртуализованных и контейнеризованных средах. Интегрированный подход — от разработки до эксплуатации — является залогом безопасности современных

цифровых инфраструктур, где виртуализация и контейнеризация широко используются.

Список литературы

1. Red Hat, Inc. Guide to NIST SP 800-190 compliance in container environments [Электронный ресурс] // Red Hat. – 2024. – URL: <https://www.redhat.com/en/resources/guide-nist-compliance-container-environmentsdetail>.
2. Souppaya M., Morello J., Scarfone K. *Application Container Security Guide*. – NIST Special Publication 800-190. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology (NIST), 2017. – 63 с. – DOI: 10.6028/NIST.SP.800-190
3. National Institute of Standards and Technology. *Standards for Security Categorization of Federal Information and Information Systems (FIPS 199)*. – Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology (NIST), 2004. – 13 с. – DOI: 10.6028/NIST.FIPS.199.
4. Гельфанд А.М. и др. Интернет вещей (IoT): угрозы безопасности и конфиденциальности //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2021). – 2021. – С. 215-220.
5. Котенко И.В. и др. Модель человеко-машинного взаимодействия на основе сенсорных экранов для мониторинга безопасности компьютерных сетей //Региональная информатика" РИ-2018". – 2018. – С. 149-149.
- 6.Казанцев А.А. и др. Создание и управление Security Operations Center для эффективного применения в реальных условиях //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). – 2019. – С. 590-595.
7. Сахаров Д.В. и др. Использование математических методов прогнозирования для оценки нагрузки на вычислительную мощность IOT-сети //Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2020. – №. 2. – С. 86-94.
8. Yaakov Y., Ben-Michael B. *Container Breakouts: Escape Techniques in Cloud Environments* [Электронный ресурс] // Palo Alto Networks Unit42 Threat Research. – 2024. – URL: <https://unit42.paloaltonetworks.com/container-escape-techniques/>
9. Шариков П. И., Красов А. В. Исследование возможности вложения цифрового водяного знака в байт-код путём замены уязвимого байт-кода Java класса //Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2017). – 2017. – С. 499-500.
- 10.Pavel S. et al. A Technique for Detecting the Substitution of a Java-Module of an Information System Prone to Pharming with Using a Hidden Embedding of a Digital Watermark Resistant to Decompilation //2021 13th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). – IEEE, 2021. – С. 219-223.

Сведения об авторах:

Фомин Юрий Сергеевич, студент, Санкт-Петербургский государственный университет Телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

Алтынбаев Артур Фларитович, студент, Санкт-Петербургский государственный университет Телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

Тарануха Александр Васильевич, студент, Санкт-Петербургский государственный университет Телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

Fomin, Yuri Sergeevich, student, , St. Petersburg State University of Telecommunications named after Professor M.A. Bonch-Bruevich, St. Petersburg, Russia

Altynbaev Artur Faritovich, student, , St. Petersburg State University of Telecommunications named after Professor M.A. Bonch-Bruevich, St. Petersburg, Russia

Taranukha Alexander Vasilyevich, student St. Petersburg State University of Telecommunications named after Professor M.A. Bonch-Bruevich, St. Petersburg, Russia

УДК 51-74

Кужнурова Р.Н.

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия

Методика интерпретации трассерных исследований на нефтяных месторождениях

Аннотация: В статье рассматривается проблема повышения полноты извлечения запасов нефти из недр в условиях усложнения добычи и эксплуатации нефтяных месторождений. Рассматривается трассерный (индикаторный) метод как эффективный инструмент для анализа фильтрационных потоков и контроля процесса вытеснения нефти. Приведены основные этапы интерпретации данных, включая расчеты параметров фильтрации и визуализацию результатов.

Ключевые слова: фильтрационная неоднородность, межскважинное пространство, трассерный (индикаторный) метод, средняя скорость прихода, производительность канала фильтрации, эффективный объем канала, эффективная проницаемость, доля вынесенного индикатора.

Полнота извлечения запасов нефти из недр является одной из ключевых задач эффективного использования природных ресурсов. Современный этап развития нефтяной отрасли отмечается усложнением условий добычи и эксплуатации большинства нефтяных месторождений. Это, как правило, связано с неблагоприятными качественными характеристиками запасов нефти в залежах. В результате вступления значительного числа высокопродуктивных нефтяных месторождений в позднюю стадию разработки наблюдается резкий рост обводненности продукции добывающих скважин и интенсивное снижение объемов добычи нефти [6, с. 3].

Основная часть остаточных запасов нефти по ним относится к трудноизвлекаемым (преобладание низкопроницаемых пластов небольшой толщины и неоднородной структуры, высоковязких нефтей и т.д.). Подавляющее большинство вводимых в разработку новых нефтяных месторождений приурочено к низкопроницаемым коллекторам и характеризуется сложным геологическим строением, неоднородностью коллекторских свойств и фильтрационных параметров продуктивных отложений.

Повышение степени выработки запасов возможно через детальное изучение геологического строения и фильтрационной неоднородности межскважинного пространства продуктивных коллекторов, что позволяет прогнозировать и предотвращать образование участков пласта, не охваченных процессом вытеснения нефти, а также зоны опережающего обводнения по высокопроницаемым пропласткам. Для оценки фильтрационно-ёмкостных свойств межскважинного пространства нефтяных пластов наиболее информативными являются методы,

отражающие непосредственный процесс фильтрации жидкости в пластовых условиях и позволяющие получить усредненную информационную картину о фильтрационной неоднородности значительной части пласта.

Одним из методов изучения фильтрационной неоднородности межскважинного пространства является трассерный (индикаторный) метод. Трассерный метод предназначен для изучения межскважинного пространства пласта и контроля процесса вытеснения нефти нагнетаемой водой. Процесс проведения индикаторных исследований не требует изменения существующей системы разработки изучаемого объекта [4, с. 355].

Процедура интерпретации включает следующие этапы:

Построение графиков поступления индикатора в координатах концентрация-время от начала закачки и выделение отдельных порций (в соответствии с рисунком 1) [1, с. 40].



Рисунок 1 - Текущая концентрация индикаторов в попутно добываемой воде из скважины

Вычисляется время выноса порций индикатора (формула 1):

$$\Delta t_n = t_{n+1} - t_n \quad (1)$$

и среднее время прихода порций (формула 2):

$$\bar{t}_n = t_n + 0,5\Delta t_n \quad (2)$$

Вычисляются массы M_n отдельных порций индикатора по формуле 3:

$$M_n = \frac{1}{2} \sum_{i=i1(n)}^{i1(n+1)} (C_{i-1} * Q_{w,i-1} + C_i * Q_{w,i}) * (t_i - t_{i-1}), n = 1, 2, \dots, n_j \quad (3)$$

где $Q_{w,i} = Q_i * W_i$ – объемный дебит скважины по воде в момент замера концентрации t_i , $i1(n)$ – номер первой точки графика для n -той порции, а n_j – общее число выделенных порций поступления индикатора для j -той скважины.

Также вычисляется суммарная масса вынесенного индикатора для каждой скважины по формуле 4:

$$M_j = \sum_{n=1}^{nj} M_n \quad (4)$$

Оценивается максимальная скорость продвижения индикатора по поровой части коллектора к добывающей скважине в соответствии с формулой 5:

$$U_{max,j} = \frac{\Delta P_j * K_{max} * f_w}{m * \mu_w L_j} \quad (5)$$

где $\Delta P_j = P_{in} - P_j$ - разница между забойными давлениями нагнетательной и добывающей скважиной.

Производится разграничение порций индикатора на пришедшие по высокопроницаемым трещинным каналам и по поровым пропласткам. Порции индикатора, скорость прихода которых превышает $U_{max,j}$, рассматриваются как пришедшие по трещинным каналам, непосредственно соединяющим нагнетательную и добывающую скважины, в то время как порции с меньшей скоростью прихода, чем $U_{max,j}$, считаются пришедшими через поровую часть коллектора [5, с. 73].

Для каждой порции индикатора рассчитываются такие параметры, как средняя скорость прихода, производительность канала фильтрации, эффективный объем канала, эффективная проницаемость, доля вынесенного индикатора для каждого канала фильтрации по отношению к суммарному выносу индикатора в скважину и доля воды, поступающей по каналу фильтрации от общего объема воды, добываемой скважиной и других.

Рассчитывается средняя скорость движения порций индикатора от нагнетательной до добывающей скважины по формуле 6:

$$U_n = \frac{L_j}{t_n} \quad (6)$$

Вычисляется производительность каждого канала фильтрации (формула 7):

$$q_n = Q_{in} \frac{M_n}{M_{in}} \quad (7)$$

и суммарная производительность каналов скважины (формула 8):

$$q_j = \sum_{n=1}^{nj} q_n \quad (8)$$

Рассчитываются эффективные объемы фильтрационных каналов (формула 9):

$$V_n = q_n \bar{t}_n \quad (9)$$

9)

и суммарный объем фильтрационных каналов для скважины в целом по формуле 10:

$$V_j = \sum_{n=1}^{n_j} V_n \quad (10)$$

Проницаемость трещинных каналов фильтрации рассчитывается по формуле 11:

$$k_n = \frac{\mu_w * L_j^2}{\bar{t}_n * \Delta P_j} \quad (11)$$

Проницаемость поровых каналов фильтрации рассчитывается по формуле 12:

$$k_n = \frac{m * \mu_w * L_j^2}{\bar{t}_n * \Delta P_j * f_w} \quad (12)$$

Доля вынесенной массы индикатора n-го фильтрационного канала по отношению к суммарному выносу индикатора в скважину вычисляется по формуле 13:

$$\Delta_{n,j} = \frac{M_n}{M_j} \quad (13)$$

Доля воды, поступающая к скважине по n-му каналу фильтрации от общего количества воды, добываемой скважиной (формула 14):

$$\delta 1_{n,j} = \frac{q_n}{Q_{w,j}} = \frac{M_n}{M_{in}} * \frac{Q_{in}}{Q_{w,j}} \quad (14)$$

Доля всего вынесенного в каждую скважину индикатора по отношению ко всему закачанному индикатору вычисляется по формуле 15:

$$\delta_j = \frac{M_j}{M_{in}} \quad (15)$$

Доля воды, поступающая к скважине по всем каналам фильтрации от общего количества воды, добываемой скважиной (формула 16):

$$\delta 1_j = \frac{q_j}{Q_{w,j}} = \frac{M_j}{M_{in}} * \frac{Q_{in}}{Q_{w,j}} = \delta_j \frac{Q_{in}}{Q_{w,j}} \quad (16)$$

Доля фильтрационного потока по направлению к скважине (формула 17):

$$\delta 2_j = \frac{M_j}{M_{out}} \quad (17)$$

где $M_{out} = \sum_j M_j$ - суммарная масса вынесенного индикатора по всем реагирующим скважинам.

Заполнение формы с результатами геолого-физических свойств коллектора в зоне воздействия нагнетательной скважины, в которой для

каждой добывающей скважины указываются период отбора проб, количество фильтрационных каналов, минимальная и максимальная скорость прихода индикатора, масса вынесенного индикатора, суммарный эффективный объем трубок тока, максимальная и минимальная проницаемость трубок тока, общий дебит воды, поступающей по трубкам тока, а также доля воды, поступающей по трубкам тока от общего объема воды, добываемого скважиной [3, с. 341].

Построение графиков и диаграмм, характеризующих фильтрационные процессы в зоне влияния нагнетательной скважины. Для каждой добывающей скважины строятся диаграммы проницаемостей, диаграмма распределения производительности каналов фильтрации по диапазонам проницаемости и другие диаграммы.

На основе расчетов, анализа графиков и диаграмм формируется вывод о наличии или отсутствии гидродинамической связи, характере фильтрационных потоков, активности трассируемых зон пласта и других аспектах. Визуальный анализ графиков зависимости концентрации от времени позволяет определить характер (тип емкости) фильтрационных каналов. Короткие порции индикатора, появляющиеся на графиках, указывают на движение по локальным каналам (обычно трещинам), в то время как длительный вынос индикатора в виде сплошного фронта со скоростями, ниже предельной скорости движения воды по трещинам, свидетельствует о прохождении меченой жидкости через поровую часть пласта [2, с. 197].

Таким образом, результаты трассерных исследований могут использоваться для формирования наиболее полного представления о распределении фильтрационных потоков в пласте и его строениях, а также повышения эффективности разработки нефтяных месторождений. Применение современных подходов позволяет более точно оценивать гидродинамические связи и оптимизировать процессы добычи нефти.

Список литературы

1. Коротенко, В.А. Интерпретация результатов трассерных исследований для оценки эффективности технологии выравнивания профилей приемистости / В.А. Коротенко, С.И. Грачев, Т.К. Апасов [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2019. – № 6(73). – С. 40-44. – DOI 10.24411/2076-6785-2019-10056. – EDN OHSOLV.
2. Костин, П.И. Исследования нефтяных пластов с применением трассерных исследований на месторождениях ЛУКОЙЛ-западная Сибирь / П. И. Костин // Вестник науки. – 2018. – Т. 4, № 9(9). – С. 195-198. – EDN VOUPSX.
3. Красноперова, С.А. Проведение трассерных исследований на месторождениях Удмуртии / С.А. Красноперова // Управление техносферой. – 2020. – Т. 3, № 3. – С. 338-347. – EDN RPJCBG.
4. Красноперова, С.А. Исследование нефтяных пластов при помощи трассерного метода / С.А. Красноперова // Нефтяная провинция. – 2021. – № 4-2(28). – С. 353-365. – DOI 10.25689/NP.2021.4.353-365. – EDN DUBJKU.

5. Трофимов, А.С. Обобщение индикаторных (трассерных) исследований на месторождения Западной Сибири / А.С. Трофимов, С.В. Бердников, Н.Р. Кривова [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2006. – № 12. – С. 72-77. – EDN MUKWAF.
6. Чернокожев, Д.А. Совершенствование технологии индикаторных исследований для оценки фильтрационной неоднородности межскважинного пространства нефтяных пластов: специальность 25.00.10 "Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Чернокожев Дмитрий Александрович. – Дубна, 2008. – 29 с. – EDN NJEPKN.

Сведения об авторе

Кужнурова Р.Н., аспирант, Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия

УДК 004.942

Астаев К.А., Исабекова О.А.

Российский технологический университет, Москва, Россия

Анализ устойчивости технологических процессов к рискам с применением методов имитационного моделирования

Аннотация: В статье исследуется роль имитационного моделирования в повышении устойчивости производственных процессов в условиях неопределённости. Рассмотрены ключевые категории рисков (технические, организационные, внешние, кибер- и финансовые) и методы их анализа (Монте-Карло, дискретно-событийное, агентное моделирование). Показано, что ИМ позволяет прогнозировать сценарии, оптимизировать решения и минимизировать риски без реальных затрат. В данной статье предложены методы оценки устойчивости на основе различных подходов к моделированию, что позволяет повысить эффективность управления рисками на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: Имитационное моделирование, Устойчивость производственных процессов, Технологические риски, Управление неопределённостью.

Astaev K.A., Isabekova O.A.

Analysis of technological process resilience to risks using simulation methods

Abstract: The article explores the role of simulation modeling in enhancing the resilience of production processes under uncertainty. Key risk categories (technical, organizational, external, cyber, and financial) and their analysis methods (Monte Carlo, discrete-event, and agent-based modeling) are examined. The study demonstrates that simulation modeling enables scenario forecasting, solution optimization, and risk mitigation without real-world costs. This article proposes methods for assessing resilience based on various modeling approaches, which allows improving risk management efficiency in industrial enterprises.

Key words: Simulation modeling, Production process resilience, Technological risks, Uncertainty management.

Введение

Современная промышленность развивается в условиях высокой неопределённости, быстрой цифровизации, нестабильной экономической и политической обстановки. В таких условиях устойчивость технологических процессов — один из ключевых факторов, обеспечивающих непрерывность производства, безопасность и конкурентоспособность. Устойчивость означает способность процесса сохранять эффективность, функциональность и безопасность при

воздействии неблагоприятных факторов, включая внезапные или долговременные риски. Данная статья призвана обосновать эффективность имитационного моделирования как ключевого инструмента для анализа и управления технологическими рисками в условиях неопределённости. Целью работы является систематизированное рассмотрение методов моделирования в привязке к различным типам производственных рисков.

Сами по себе риски неизбежны — они сопровождают любую человеческую и техническую деятельность. Однако степень их воздействия может существенно отличаться в зависимости от того, насколько грамотно предприятие управляет неопределённостью и насколько эффективно оно прогнозирует возможные сценарии развития событий. Здесь ключевую роль начинает играть имитационное моделирование — современный инструмент, позволяющий не просто предсказать возможные исходы, но и управлять ими с учётом всей сложности системного взаимодействия.

Имитационное моделирование предоставляет возможность провести «виртуальные эксперименты» над производственной системой, не подвергая её риску. Это даёт шанс проанализировать чувствительность процессов к внутренним и внешним воздействиям, протестировать управленческие решения и выработать устойчивые стратегии реагирования.

Технологические риски и их влияние на устойчивость процессов

Для полноценной оценки устойчивости производственного процесса необходимо чётко классифицировать и проанализировать все возможные риски. Они могут быть разделены на следующие категории [1]:

Технические риски

К ним относятся поломки оборудования, износ деталей, сбои в автоматике и программном обеспечении. Часто такие риски накапливаются незаметно — из-за некачественного техобслуживания, использования устаревших систем или ошибок эксплуатации. Результатом может стать выход из строя ключевых узлов, простои, нарушение технологических циклов и снижение качества продукции.

Организационные риски

Сюда входят факторы человеческого и административного характера: ошибки оператора, нехватка инструкций, неэффективное распределение ролей и смен, конфликт интересов, отсутствие должного уровня подготовки персонала. Эти риски могут нести как локальный характер, так и каскадное влияние на всю цепочку процесса.

Внешние риски

Включают факторы, находящиеся вне прямого контроля предприятия: перебои в поставках, изменение стоимости сырья, форс-

мажорные события (наводнения, пандемии, геополитические конфликты), изменения нормативно-правовой базы. Они требуют от системы гибкости и быстрой адаптации.

Кибер-риски

С учётом роста внедрения цифровых систем управления (SCADA, MES, ERP) и Интернета вещей, уязвимость ИТ-инфраструктуры становится критичной. Кибератаки, сбои в передаче данных, вирусы или хакерские вторжения могут парализовать работу всего предприятия.

Финансово-экономические риски

Связаны с изменениями на макроуровне: колебания валют, рост цен на энергоносители, изменения в налоговой политике. Эти риски напрямую влияют на себестоимость продукции и рентабельность бизнеса.

Каждому риску соответствует свой «вес» в системе, а также временная и пространственная структура воздействия. Некоторые риски кратковременны, но мощны (например, авария), другие развиваются медленно, но влияют кумулятивно (износ, недофинансирование). Поэтому управление устойчивостью требует системного подхода и инструментов, способных учитывать сложные связи между факторами.

Имитационное моделирование как инструмент анализа рисков

Имитационное моделирование (ИМ) — это метод, позволяющий исследовать поведение системы путём построения её математического или логического представления и последующего проигрывания различных сценариев развития событий. Суть заключается в создании цифровой модели, максимально приближённой к реальному объекту, и оценке её реакции на различные воздействия [2].

В отличие от традиционных методов анализа, имитационное моделирование предоставляет следующие преимущества:

Динамичность: имитационные модели показывают, как процессы развиваются во времени. Это особенно полезно для производств, где действия повторяются или идут непрерывно — можно проследить, как изменения в одном моменте повлияют на всё остальное.

Гибкость: в таких моделях легко менять параметры: количество ресурсов, расписание, порядок операций и многое другое. Это позволяет проверять разные варианты и находить оптимальные решения.

Безопасность: моделирование помогает заранее проверить, что произойдёт при сбоях, авариях или других нестандартных ситуациях. Всё это можно сделать без риска для оборудования, людей или бизнеса.

Визуализация: современные программы для моделирования показывают процессы на экране — в виде схем, графиков, а иногда и анимации. Это делает модель более понятной и наглядной даже для тех, кто не специалист.

Внедрение ИМ позволяет не только оценить вероятность и последствия рисков, но и выработать превентивные меры, выявить точки уязвимости, спрогнозировать эффективность антикризисных стратегий [3].

Методологическая база имитационного моделирования

Разнообразие систем и задач требует применения различных методов моделирования. Ниже представлены наиболее распространённые из них с углублённым объяснением:

Метод Монте-Карло

Этот стохастический метод основан на использовании случайных чисел для генерации большого количества сценариев. Сценарии формируются с учётом заданных вероятностных распределений входных параметров, после чего проводится многократное проигрывание модели.

Например, если вероятность отказа оборудования составляет 5% в сутки, метод Монте-Карло позволит определить, как часто и с какими последствиями это приведёт к простоям за год. Метод особенно полезен в инвестиционном анализе, оценке экономической устойчивости и планировании рисков при запуске новых производств [4].

Дискретно-событийное моделирование (DES)

Подходит для описания процессов, где действия происходят в результате дискретных событий: поступление заказа, завершение операции, отказ узла. Модели DES построены на очередях, событиях и ресурсах. С помощью таких моделей можно оценить загрузку производственных мощностей, выявить узкие места, рассчитать время выполнения заказа.

Этот метод нашёл широкое применение в логистике, производственном планировании, управлении складами и цепочками поставок.

Системная динамика

Это метод на основе дифференциальных уравнений, отражающих взаимодействие переменных во времени. Он особенно эффективен для стратегического анализа — например, как изменения в структуре спроса повлияют на запасы, производство, прибыль в течение нескольких лет [5].

Системная динамика используется в моделировании макропроцессов, таких как трансформация бизнес-моделей, экологическое влияние производств, инвестиционная устойчивость.

Агентное моделирование

Один из наиболее продвинутых методов, позволяющий моделировать поведение индивидуальных объектов (агентов), взаимодействующих друг с другом. Агенты могут быть машинами, людьми, складскими единицами, логистическими узлами — и каждый обладает собственным набором правил.

Применяется для анализа поведенческих сценариев (например, эвакуация персонала при аварии, реакции цепочки поставок на сбой, поведение сотрудников в условиях перегрузки).

Смешанные подходы

Комбинирование вышеперечисленных методов позволяет строить модели «полного цикла», охватывающие как поведенческие аспекты, так и технические. Например, можно объединить агентную модель поведения персонала с дискретно-событийной моделью работы оборудования и стохастическим моделированием поступления сырья.

Примеры практического применения ИМ в управлении рисками

Рассмотрим несколько примеров, демонстрирующих практическую пользу имитационного моделирования:

Металлургия: моделирование последовательных отказов на доменной печи позволило заблаговременно разработать меры реагирования и изменить график технического обслуживания [6, 7].

Химическая промышленность: с помощью метода Монте-Карло оценивались риски загрязнения при аварийном выбросе. Это дало возможность перераспределить ресурсы системы аварийной защиты.

Логистика: DES-модели позволили оптимизировать движение транспортных средств между складами, сократив задержки поставок на 15%.

IT-инфраструктура: моделирование кибератак с различными сценариями проникновения помогло усилить слабые звенья в системах безопасности.

Энергетика: агентное моделирование поведения потребителей в ответ на аварии в сетях помогло понять, как лучше распределить нагрузки в условиях перебоев.

Заключение

Имитационное моделирование становится стратегически важным инструментом в управлении устойчивостью технологических процессов. Его использование позволяет:

- переходить от реактивного управления к проактивному;
- учитывать сложные взаимосвязи между компонентами системы;
- минимизировать влияние случайных и катастрофических событий;
- адаптировать систему к новым вызовам и требованиям рынка;
- обучать персонал на базе виртуальных моделей.

В условиях возрастающей сложности производственных систем и их цифровизации отказ от использования имитационного моделирования равносителен отказу от прогнозирования в пользу догадок. Поэтому современные предприятия, ориентированные на устойчивое развитие и долгосрочную эффективность, всё чаще внедряют ИМ в свои системы управления.

Список литературы

1. Вяцкова Н.А. Классификация методов анализа и оценки рисков. — 2014. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-metodov-analiza-i-otsenki-riskov.pdf>
2. Петрова Л.В. и др. Методологические аспекты имитационного моделирования экологических систем. — 2014. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-imitatsionnogo-modelirovaniya-ekologicheskikh-sistem.pdf>
3. Байрамукова Е. Применение методов имитационного моделирования при оценке рисков и оптимизации процессов управления на промышленных предприятиях. — 2008. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metodov-imitatsionnogo-modelirovaniya-pri-otsenke-riskov-i-optimizatsii-protsessov-upravleniya-na-promyshlennyh.pdf>
4. Ольгаренко В.И. и др. Обоснование эффективности планирования технологических процессов водопользования и оперативное управление водораспределением на базе использования метода Монте-Карло. — 2018. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-effektivnosti-planirovaniya-tehnologicheskikh-protsessov-vodopolzovaniya-i-operativnoe-upravlenie-vodoraspredeleniem-na.pdf>
5. Мальков М.В. и др. Моделирование технологических процессов: методы и опыт. — 2010. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-tehnologicheskikh-protsessov-metody-i-opyt.pdf>
6. Краснов А.Е. и др. Оценивание устойчивости критических информационных инфраструктур к угрозам информационной безопасности. — 2021. — URL: <https://bit.mephi.ru/index.php/bit/article/viewFile/1328/1223>
7. Цопа Н.В. О необходимости применения риск-ориентированных методов для обеспечения устойчивости инвестиционно-строительного проекта. — 2017. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-neobhodimosti-primeneniya-risk-orientirovannyh-metodov-dlya-obespecheniya-ustoychivosti-investitsionno-stroitel'nogo-proekta.pdf>

Сведения об авторах:

Астаев К.А., магистр, Российский технологический университет, Москва, Россия

Исабекова О.А., кандидат технических наук, доцент, Российский технологический университет, Москва, Россия

Astaev K.A., Master's degree, student, Russian Technological University, Moscow, Russia,

Isabekova O.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Russian Technological University, Moscow, Russia,

УДК 004.056.55

*Цутиев С.И.И., Ахматханова А.М.-Э.
ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова», Грозный, Россия*

Перспективы и использование нейронных сетей в качестве антивирусного программного обеспечения

Аннотация: В данной статье рассматривается применение нейронных сетей для выявления и предотвращения киберугроз. Анализируются существующие подходы к использованию машинного обучения в антивирусных системах, обсуждаются их преимущества и недостатки. Также приводятся примеры реальных внедрений и успешного применения нейросетевых решений в сфере информационной безопасности. Рассматриваются перспективы развития нейронных сетей в сфере кибербезопасности, приводятся примеры новых архитектурных решений и концепций нейросетей, над которыми уже работают исследователи и разработчики.

Ключевые слова: Машинное обучение, нейросети, нейронные сети, антивирусное программное обеспечение.

Tsutiev S.I.I., Akhmatkhanova A.M.-E.

Prospects and use of neural networks as antivirus software

Abstract: This article discusses the use of neural networks to identify and prevent cyber threats. The existing approaches to the use of machine learning in antivirus systems are analyzed, their advantages and disadvantages are discussed. Examples of real-world implementations and successful application of neural network solutions in the field of information security are also given. The article examines the prospects for the development of neural networks in the field of cybersecurity, and provides examples of new architectural solutions and concepts of neural networks that researchers and developers are already working on.

Keywords: Machine learning, neural networks, neural networks, antivirus software.

Введение

В последние годы нейронные сети активно внедряются в различные сферы деятельности, предлагая более эффективные способы решения множества задач и позволяя значительно экономить время и ресурсы. Их высокая результативность объясняется способностью адаптироваться к новым данным: нейронные сети могут обучаться как под руководством «учителя» — человека или системы, определяющей принадлежность информации к определённым категориям, так и самостоятельно выявлять закономерности в поступающих данных без внешних указаний.

Развитие криптовалют вызвало всплеск популярности криптоджекинга, при котором вредоносные программы используют

вычислительные ресурсы жертв для добычи цифровых активов без их ведома [1].

Традиционные методы защиты, основанные на сигнатурном анализе, становятся всё менее эффективными из-за распространения полиморфных вирусов и методов обфускации [2]. В то же время методы машинного обучения и нейронных сетей показывают высокую эффективность при выявлении вредоносных программ за счёт анализа их поведения и поиска аномальных признаков. В условиях эволюции угроз всё больше исследователей обращаются к возможностям машинного обучения и глубоких нейронных сетей для обнаружения аномальной активности в системах [3].

Настоящая работа направлена на исследование возможностей применения нейронных сетей в качестве основного инструмента защиты от вредоносного ПО, а также на рассмотрение практических примеров успешного использования таких технологий.

Методы машинного обучения в антивирусных системах

В сфере кибербезопасности использование нейронных сетей не является исключением. Модели машинного обучения уже активно способны распознавать и отслеживать угрозы для различных устройств, начиная с мобильных телефонов, заканчивая персональными компьютерами. Применение нейронных сетей в кибербезопасности давно перестало быть редкостью. Методы машинного обучения уже эффективно используются для обнаружения и отслеживания угроз, охватывая широкий спектр устройств — от мобильных телефонов до персональных компьютеров. Существует несколько основных направлений использования нейронных сетей в борьбе с вредоносным программным обеспечением. Одним из них является классификация файлов: обученные модели анализируют исполняемые файлы и определяют, относятся ли они к безопасным или потенциально вредоносным. В рамках интеллектуального анализа поведения процессов особое внимание уделяется выявлению скрытого майнинга, поскольку криптоджекинг зачастую маскируется под безобидную активность [6].

Другим распространённым подходом является анализ сетевого трафика, позволяющий выявлять подозрительную активность через обнаружение аномалий в передаче данных. Немаловажную роль играет и мониторинг поведения процессов в операционной системе. За счёт постоянного отслеживания действий запущенных программ можно выявлять подозрительные паттерны — например, нехарактерные пики нагрузки на процессор или сеть, что часто указывает на активность скрытого майнинга или другой вредоносной деятельности.

Кроме того, перспективным направлением остаётся использование генеративных моделей, в частности, генеративно-состязательных нейронных сетей (GAN). Такие архитектуры обучаются в процессе соперничества между двумя компонентами: генератором, создающим новые образцы вредоносного кода, и дискриминатором, стремящимся отличить вредоносное ПО от безопасных приложений. Это позволяет моделям развивать способность обнаруживать даже ранее неизвестные угрозы.

Ценность нейросетевых моделей в различных сферах жизни уже натолкнула крупные компании на идею использования подобных решений. Нейронные сети подразумевают более эффективный способ защиты от вредоносного программного обеспечения, которое в случае с крупной корпоративной сетью может привести к необратимым последствиям. Ниже приведён список компаний, активно использующих и разрабатывающих решения на основе нейросетевых моделей:

Microsoft Defender

Использует модели машинного обучения для анализа исполняемых файлов и поведенческих характеристик программ.

Нейросеть обучена на огромных объемах данных и способна определять вредоносное ПО, даже если оно ещё не внесено в базы данных.

Darktrace

Применяет самообучающиеся нейросети для мониторинга сетевой активности.

Система анализирует нормальное поведение пользователей и автоматически выявляет отклонения, указывающие на кибератаки.

Cylance Smart Antivirus

Использует искусственный интеллект для предотвращения атак до их выполнения.

Система работает автономно, без необходимости в постоянном обновлении сигнатур.

Google DeepMind и VirusTotal

Google применяет машинное обучение для выявления ранее неизвестных угроз в VirusTotal.

Глубокие нейросети анализируют характеристики файлов и находят потенциально вредоносные экземпляры ещё до их массового распространения.

Преимущества и недостатки

Преимущества:

Способность обнаруживать новые виды угроз без обновления сигнатурных баз.

Высокая точность при обучении на больших наборах данных.

Автоматическое выявление аномального поведения программ.

Возможность применения в проактивной киберзащите.

Недостатки:

Высокая вычислительная сложность и потребность в ресурсах.

Возможность ложных срабатываний.

Необходимость постоянного обновления и дообучения модели.

Уязвимость к атакам на машинное обучение (например, обфускация вредоносного кода для обхода модели).

Одним из перспективных направлений в развитии средств кибербезопасности является создание новых архитектурных решений, над которыми уже активно работают исследователи и разработчики.

Одним из таких решений выступают *гибридные системы*. Долгое время сигнатурные методы оставались основой антивирусной защиты благодаря своей простоте и высокой скорости работы при условии, что угроза уже известна и внесена в базу данных. Однако с развитием технологий маскировки, появлением полиморфных вирусов, распространением криптоджекинга и активным использованием шифрования вредоносного кода эффективность сигнатурных методов заметно снизилась. В ответ на эти вызовы стало стремительно развиваться направление анализа поведения процессов с применением нейросетей и алгоритмов машинного обучения.

Гибридные системы объединяют лучшие качества обоих подходов. На первом этапе выполняется быстрая проверка сигнатурной базой, а при отсутствии результата в работу вступает интеллектуальная нейросетевая модель, анализирующая поведение объектов. Такой комплексный подход позволяет не только сохранять высокую скорость при обработке известных угроз, но и обнаруживать новые или модифицированные вредоносные программы по их активности. Особенно ценен этот метод в контексте борьбы с криптоджекингом, когда вредоносные процессы маскируются под системные и визуально не вызывают подозрений. Гибридная архитектура позволяет выявлять скрытые угрозы за счёт анализа не только имени или подписи процесса, но и его поведения — например, аномальной нагрузки на процессор или видеокарту, нестандартной сетевой активности. Таким образом, комбинированный подход повышает гибкость и устойчивость систем защиты в условиях постоянной эволюции киберугроз.

Также перспективным направлением считается использование *федеративных подходов* для совместного обучения моделей нейронных сетей между различными организациями без раскрытия данных, что особенно важно для соблюдения требований информационной безопасности [8]. Генеративные состязательные сети (GAN) активно исследуются для тестирования устойчивости антивирусных моделей и создания более совершенных средств защиты [7]. Одной из ключевых

проблем при обучении моделей кибербезопасности остаётся необходимость использования больших объёмов данных, зачастую содержащих конфиденциальную информацию. Особенно остро эта проблема стоит в корпоративной среде, где передача логов или сетевого трафика на внешние серверы может противоречить требованиям безопасности. В таких условиях федеративное обучение открывает новые возможности: вместо передачи данных, сама модель направляется на устройство пользователя, где локально дообучается на имеющихся данных, а затем передаёт обратно лишь обновлённые параметры. Подобный подход не только обеспечивает высокий уровень конфиденциальности, но и позволяет масштабировать систему за счёт участия множества устройств. В контексте противодействия криптоджекингу это особенно важно, поскольку поведение вредоносных процессов может различаться в зависимости от конфигурации конкретного компьютера. Federated Learning позволяет нейросетям адаптироваться к локальным особенностям среды, сохраняя при этом общую способность выявлять угрозы. Применение федеративного обучения (Federated Learning) позволяет значительно повысить уровень конфиденциальности, так как данные остаются на локальных устройствах, а обучается лишь модель [4].

Наконец, особое внимание сегодня уделяется обеспечению *устойчивости самих нейронных сетей*. Разработка эффективной модели для обнаружения угроз — лишь половина задачи. При этом одним из основных направлений развития является повышение устойчивости нейронных сетей к adversarial-атакам, когда вредоносный код целенаправленно модифицируется для обхода систем обнаружения [5].

Чтобы противостоять таким атакам, необходимо внедрять дополнительные меры защиты: обучать модели устойчивости к вредоносным воздействиям, использовать генерацию искусственного шума на этапе тестирования, регулярно проводить повторное обучение моделей и мониторинг отклонений в статистических характеристиках входящих данных. Такие меры позволяют значительно повысить надёжность системы, обеспечивая не только обнаружение угроз, но и её собственную защиту от манипуляций.

Таким образом, развитие гибридных систем, внедрение федеративного обучения и повышение устойчивости нейросетей к атакам определяют основные векторы будущего развития средств защиты в области кибербезопасности.

Заключение

Использование нейронных сетей в антивирусных системах открывает новые возможности для борьбы с вредоносным программным

обеспечением. Приведённые примеры показывают, что машинное обучение уже успешно применяется для обнаружения угроз в реальном времени. Однако, остаются нерешённые проблемы, связанные с производительностью, точностью обнаружения и защитой самих моделей от атак. В будущем возможно создание более эффективных и автономных решений, сочетающих традиционные методы и искусственный интеллект.

Список литературы

1. Гостев А. Криптоджекинг: новая угроза в эпоху криптовалют [Электронный ресурс] // Kaspersky. — 2018. — URL: <https://www.kaspersky.ru/blog/cryptojacking-in-2020/28799/> (дата обращения: 28.04.2025).
2. Бондаренко В.В., Морозов И.С. Методы обнаружения вредоносного программного обеспечения на основе анализа поведения процессов // Информационные технологии и компьютерные системы. — 2020. — №3. — С. 45–52.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — Cambridge: MIT Press, 2016. — 800 p.
4. Shokri R., Shmatikov V. Privacy-Preserving Deep Learning // Proceedings of the 22nd ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. — 2015. — P. 1310–1321.
5. Szegedy C. et al. Intriguing properties of neural networks [Электронный ресурс] // arXiv preprint arXiv:1312.6199. — 2013. — URL: <https://arxiv.org/abs/1312.6199> (дата обращения: 28.04.2025).
6. Белов А.В., Назаров В.В. Применение машинного обучения для обнаружения атак в компьютерных сетях // Журнал сетевых решений / Network Solutions. — 2019. — Т. 24, №3. — С. 18–26.
7. Kharraz A., Robertson W., Balzarotti D., Bilge L., Kirda E. Cutting the Gordian Knot: A Look Under the Hood of Ransomware Attacks // Proceedings of the 12th Conference on Detection of Intrusions and Malware & Vulnerability Assessment (DIMVA). — 2015. — P. 3–24.
8. Скурихин К.В. Федеративное обучение: основы и перспективы применения в системах информационной безопасности // Информационная безопасность. — 2021. — №4. — С. 56–62.

Сведения об авторах:

Цутиев Саид Ибрагим Исламович, ассистент, ФГБОУ ВО «ТГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова», Грозный, Россия

Ахматханова Амина Магомед-Эмиевна, студентка, ФГБОУ ВО «ТГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова», Грозный, Россия

Tsutiev Said Ibragim Islamovich, Assistant Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "GGNTU named after academician Dr. Millionshchikov"

Akhmatkhanova Amina Magomed-Emievna, student 4th year, "Institute of Applied Information Technologies" Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "GGNTU named after academician Dr. Millionshchikov"

УДК 004.8

Веденин Д. И., Карпова Н. К., Львов Е. С., Дроздова А. А.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Анализ различий между ботом для соцсетей и человеком

Аннотация: статья посвящена анализу различий между ботами и людьми в социальных сетях. Рассматриваются ключевые особенности поведения, структуры коммуникации и содержания сообщений, характерные для ботов по сравнению с людьми. Дается уточнённое определение социального бота и обсуждаются сильные стороны и угрозы, связанные с их использованием. Работа подчёркивает значимость изучения ботов для развития социальной кибербезопасности и совершенствования алгоритмов их обнаружения.

Ключевые слова: социальные сети, боты, искусственный интеллект, автоматизация, кибербезопасность, цифровые платформы, контент, взаимодействие.

Введение

В социальных сетях о глобальных событиях пишут 20% ботов и 80% людей. Боты и люди по-разному пишут о глобальных событиях: боты, как правило, используют лингвистические подсказки, которые можно легко вычислить (например, увеличение количества хэштегов и использование позитивных терминов), в то время как люди используют подсказки, требующие понимания диалога (например, ответы на сообщения в комментариях). Боты используют слова из категорий, соответствующих личностям, которые они представляют, в то время как люди могут отправлять сообщения, которые явно не связаны с их личностями. Боты и люди различаются по структуре коммуникации: у выбранных ботов структура взаимодействия «звезда», а у выбранных людей — иерархическая структура. Эти выводы основаны на крупномасштабном анализе постов в социальных сетях, охватившем ~200 миллионов пользователей в 7 событиях. Боты в социальных сетях произвели фурор, когда исследователи в области кибербезопасности поняли, что пользователи социальных сетей - это не только люди, но и искусственные агенты, называемые ботами [1]. Эти боты сеют хаос в интернете, распространя дезинформацию и манипулируя нарративами. Однако большинство исследований ботов основаны на специальных определениях, в основном связанных с изучаемым событием. В этой статье сначала поднимается вопрос: «Что такое бот?» — и рассматриваются основные принципы, отличающие ботов от людей. Это определение уточняет существующие академические и отраслевые определения: «Бот в социальных сетях — это автоматизированная учётная запись, которая выполняет ряд действий на платформах социальных сетей для создания, распространения и сбора контента, а также для формирования и разрыва отношений» [2][3]. Исходя из данного определения, проводится систематическое сравнение характеристик ботов и людей в контексте

глобальных событий, а также рассматривается программный бот как алгоритм искусственного интеллекта и его потенциал к эволюции по мере развития технологий.

Несмотря на то, что исследователи создали автоматические классификаторы для обнаружения ботов, поведенческие исследования показывают, что люди не могут отличить бота от обычного пользователя. На самом деле, идентификация ботов студентами, изучающими безопасность, сродни случайным догадкам. Следовательно, важно изучать ботов, их характер и модели поведения. Данное исследование проводится в рамках социальной кибербезопасности, которая изучает, как можно использовать цифровую среду, в частности ботов, для изменения контента и отношений в сообществе.

Что такое бот для социальных сетей?

Чтобы лучше описать бота для социальных сетей, сначала нужно охарактеризовать среду, в которой он работает: платформу социальных сетей. На платформе социальных сетей есть три основных элемента: пользователи, контент и связи. Пользователи представлены своими виртуальными аккаунтами и являются ключевыми участниками, управляющими системой, создающими и распространяющими информацию. Контент — это информация, созданная пользователями на платформе. Связи формируются в результате взаимодействия пользователей друг с другом, пользователей с контентом и контента с контентом.

После того как платформа социальных сетей была разделена на основные строительные блоки, стало ясно, что определение бота для социальных сетей должно основываться на фундаментальных принципах платформы социальных сетей. Основные принципы бота:

Пользователь: автоматизированная учётная запись, выполняющая ряд действий. Ключевой характеристикой ботов является их программируемость, которая придаёт им искусственный и недостоверный характер. Автоматизация — это аспект, который упоминается во всех справочных определениях. Ключевым моментом здесь является то, что бот автоматизирован. Модель, лежащая в основе автоматизации, не имеет значения; любую модель можно с одинаковым успехом применять как к людям, так и к ботам. Бот может быть создан для имитации действий человека или для оптимизации других функций. Например, в некоторых исследованиях боты описываются с точки зрения их имитации действий человека, но в других отмечается, что боты в конечном итоге влияют на социальное пространство таким образом, что люди имитируют ботов.

Контент: для создания, распространения, сбора и обработки контента. Боты часто генерируют контент в больших количествах, чтобы распространять определённую идеологию, например, хорошее представление о своей стране. Боты распространяют контент, когда

распространяют фейковые новости и дезинформацию, или когда они распространяют общую новостную информацию.

Отношения: для формирования и разрыва отношений. Другими словами, формирование отношений в интернете означает установление связи с другими пользователями с помощью механизмов, основанных на публикациях или на пользователях (например, подписка, добавление в друзья). Разрыв отношений означает уничтожение связи путем принуждения пользователей к выходу из сообщества. Боты активно формируют и разрушают отношения на платформах социальных сетей. Примером формирования отношений на основе постов является активное распространение нарративов [5][6]. Этот метод в основном используется в политической сфере, где боты организованно ретвитят политическую идеологию. Отношения между пользователями могут развиваться благодаря скоординированным ботам-подражателям, которые используются для повышения популярности в интернете, или могут быть разрушены токсичными ботами, распространяющими ненависть и религиозные идеологии, что приводит к тому, что пользователи отделяются от сообщества.

Сильные стороны ботов в социальных сетях

Система искусственного интеллекта (ИИ) — это машина или компьютерная система, которая может воспринимать окружающую среду и использовать интеллект для выполнения действий, направленных на достижение определённых целей. Бот в социальных сетях анализирует цифровую среду, чтобы определить свои цели и разумно использует контент и механизмы взаимодействия для достижения своих целей (например, распространение информации, разжигание разногласий, помощь сообществу). Программный бот в социальных сетях — это алгоритм искусственного интеллекта, который потенциально может быть использован во благо общества.

Во-первых, учитывая, что боты используют больше ретвитов и упоминаний, чем люди, и публикуют много твитов в час, их можно использовать для выполнения рутинных задач, таких как объявления и распространение информации [4]. Во-вторых, поскольку у ботов есть звёздная сеть взаимодействия, их можно использовать для крупных объявлений, таких как сообщения о стихийных бедствиях и кризисах, без искажения смысла. Звёздная сеть отправляет сообщения напрямую через взаимодействие, поэтому исходный смысл сохраняется. Однако иерархическая сеть взаимодействия человека будет искажать сообщение по мере его прохождения через уровни. В-третьих, боты обычно публикуют контент, соответствующий их личности, и их можно использовать для предоставления образовательных материалов по темам, которые люди ассоциируют с определённой профессией. Например, бот с новостями о погоде может предоставлять информацию о погоде. Наконец,

поскольку боты используют больше оскорбительных и нецензурных выражений, чем люди, вместо того чтобы регулировать сам токсичный язык, можно запретить ботам использовать такие выражения, что, в свою очередь, уменьшит количество гипербол и оскорблений в интернете. Эта рекомендация по регулированию основана на нашем исследовании методом наблюдения, и мы предлагаем провести последующие рандомизированные контролируемые испытания для подтверждения перед внедрением политики.

Проблемы и возможности изучения ботов в социальных сетях

Первым шагом в обнаружении ботов является их систематическое выявление. Однако эти автоматизированные агенты постоянно развиваются и адаптируют свое поведение в соответствии с изменениями в настройках платформ социальных сетей и пользовательских паттернов. Более строгие правила сбора данных на платформах социальных сетей и растущее использование ИИ в этих ботах создают дополнительную вариативность в цифровых пространствах, в которых обитают боты. Это затрудняет разработку алгоритмов на основе предыдущих наборов данных.

Уже в 2017–2020 годах языковые различия между твитами ботов и людей сократились, что затрудняет систематическую дифференциацию ботов [7]. Совсем недавно появились ботнеты на базе ИИ, использующие модели ChatGPT для создания контента, похожего на человеческий, что сокращает разрыв между ботами и людьми.

Таким образом, эволюция ботов и их обнаружение — это «непрекращающееся столкновение», и иногда аккаунты ботов эволюционируют быстрее, чем известные на данный момент алгоритмы обнаружения ботов, что открывает возможности для постоянного совершенствования алгоритмов обнаружения ботов, в частности для их адаптации, ускорения и повышения эффективности. Растущая тенденция использования больших языковых моделей и больших визуальных моделей для создания сгенерированных текстов и дипфейков помогает ботам создавать более правдоподобные повествования. Эти же генеративные технологии используются для создания оскорбительных ботов в юмористических целях. Однако текущие тенденции свидетельствуют о том, что использование таких технологий не очень распространено. Например, в ходе исследования был обнаружен только один такой ботнет, что говорит о том, что боты по-прежнему полагаются на традиционные методы, вероятно, потому, что такие эвристические методы проще и быстрее внедрять массово. [Янг, К.-С. и Менцер, Ф. Анатомия вредоносного социального ботнета на базе искусственного интеллекта. Журнал количественного описания: цифровые медиа4 (2024).]

Закключение

Боты в социальных сетях тесно вплетены в нашу цифровую экосистему. Более половины интернет-трафика в 2023 году было сгенерировано этими агентами с искусственным интеллектом. Боты способны генерировать такой объём трафика благодаря использованию автоматизации, которая позволяет им создавать больше контента и формировать больше связей. В этой статье приводится определение бота в социальных сетях, основанное на трёх элементах, которые содержит платформа социальных сетей: пользователь, контент, взаимодействие. Данное определение делит автоматизацию на платформах социальных сетей на основные механизмы и, следовательно, закладывает основу для дальнейших исследований, анализа и разработки политики, регулирующей цифровое пространство. В глобальном масштабе у ботов и людей есть устойчивые различия, которые можно использовать для дифференциации этих двух видов пользователей.

Список литературы

1. Зубарев А. А. Кибербезопасность и цифровые угрозы: социальные боты как инструмент дестабилизации // Информационные технологии и безопасность. — 2023. — Т. 10, № 2. — С. 45–53.
2. Алымова И. Н. Социальные боты и их влияние на общественное мнение в цифровую эпоху // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. — 2022. — № 1. — С. 78–90.
3. Панченко Л. А. Автоматизация информационного воздействия в социальных медиа // Вестник РАН. — 2021. — Т. 91, № 9. — С. 798–805.
4. Гребенюк С. А., Трофимова Н. И. Искусственный интеллект и его роль в цифровых коммуникациях // Информационное общество. — 2021. — № 5. — С. 34–39.
5. Соловьёв А. В. Анализ поведения ботов в Twitter: методология и примеры // Цифровая социология. — 2020. — № 4. — С. 112–123.
6. Тарасов И. М. Этические и правовые аспекты использования ботов в цифровой среде // Право и информационные технологии. — 2022. — № 3. — С. 59–67.
7. Чернышёв К. П. Искусственные агенты в социальных сетях: проблемы идентификации и регулирования // Информационное право. — 2023. — № 1. — С. 24–31.

Сведения об авторах:

Веденин Д. И., студент, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Карпова Н. К., студент, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Львов Е.С., студент, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Дроздова А. А., кандидат технических наук, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

УДК 004.8

Веденин Д. И., Гирман К. С., Дроздова А. А.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Влияние искусственного интеллекта на качество оценки удобства веб-интерфейсов

Аннотация: В данной работе рассматриваются две противоположные концепции применения искусственного интеллекта (ИИ). Первая концепция связана с автоматизацией оценки, вторая — с оказанием помощи при оценке. Эти подходы анализируются в контексте оценки удобства использования веб сайтов. Особое внимание уделяется вопросу о том, влияет ли степень автоматизации, реализованная в инструменте для полуавтоматической оценки удобства использования, на эффективность выявления экспертами проблем эргономики интерфейса. В экспериментальном исследовании были сопоставлены три варианта визуализации, которые отражают разные уровни автоматизации: от полностью автоматизированного до основанного на поддержке экспертов при проведении оценки.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация, оценка удобства использования, уровни автоматизации.

Введение

Модели ИИ могут автоматизировать или дополнять пользовательские задачи, повышая эффективность, точность и общее качество пользовательского опыта (UX). Автоматизация используется для выполнения повторяющихся или трудоемких задач, высвобождая время пользователей для более важных задач. Примерами являются модели ИИ, которые автоматизируют повторяющиеся административные задачи, такие как ввод данных, выставление счетов или планирование. [1]

В качестве более сложного примера рассмотрим DALL-E, систему ИИ для создания изображений: система получает запрос, описывающий то, что хочет получить пользователь (например, «нарисуй кошку в стиле Моне»), и использует его для создания изображений. Хотя пользователи имеют полный контроль над запросом (поскольку именно они его пишут), после получения запроса ИИ автоматически генерирует результат, и пользователи не могут контролировать сам процесс генерации. И наоборот, аугментация может использоваться для расширения возможностей человека и улучшения процесса принятия решений путем предоставления дополнительной информации, идей или рекомендаций. Примером расширения возможностей является модель ИИ, которая дополняет диагноз врача, предоставляя дополнительную медицинскую информацию, такую как возможные диагнозы или варианты лечения, или модель ИИ, которая дополняет работу финансового аналитика, предоставляя финансовые данные в реальном времени и

аналитическую информацию о рынке для принятия инвестиционных решений. [2]

В новой области ИИ, ориентированного на человека (HCAI), одной из основных целей является разработка методов создания надежных, безопасных и заслуживающих доверия систем ИИ. Для достижения этой цели системы ИИ должны обеспечивать высокий уровень автоматизации, гарантируя при этом высокий уровень контроля со стороны человека, когда это необходимо. Другими словами, системы ИИ должны не автоматизировать задачи, а усиливать, расширять, расширять возможности и повышать эффективность своих пользователей. Правильный уровень автоматизации или расширения зависит от конкретной задачи, потребностей и предпочтений пользователя, а также от общего контекста задачи и должен быть спроектирован соответствующим образом. [3]

Платформа SERENE и различные уровни автоматизации

В последние годы наблюдается рост числа решений, которые (частично или полностью) автоматизируют оценку удобства использования, как правило, путем измерения эмоций пользователей и выявления проблем с удобством использования, когда во время взаимодействия с оцениваемыми системами возникают негативные эмоции. Некоторые авторы применяют методы аффективных вычислений для распознавания эмоций с использованием данных из журналов взаимодействия. Однако такие работы не связывают эмоции и удобство использования. Другие, напротив, направлены на создание статических анализаторов проблем с удобством использования. Обзор, проведенный Намуном выделяет основные проблемы таких систем. Одна из них заключается в том, что большинство этих систем выдают оценки в виде общего процента или рейтинга (от A до F), что затрудняет выявление реальных проблем с удобством использования. [4]

Платформа SERENE стремится объединить эти две тенденции, предоставляя способ выявления реальных проблем с удобством использования. Она измеряет эмоции, которые испытывают посетители веб-сайта (используются семь эмоций из модели Экмана) во время просмотра веб-сайта, не требуя установки какого-либо программного или аппаратного обеспечения на их устройстве. В частности, нажатия клавиш мыши и клавиатуры пользователя записываются с помощью файла JavaScript, установленного на веб-сайте. Затем эти данные преобразуются в эмоции с помощью модели ИИ, основанной на нейронной сети. [5]

Одной из особенностей и новшеств SERENE является то, что она прогнозирует эмоции пользователя в каждый момент взаимодействия с ним. Таким образом, объединяя все пользовательские логи, можно прогнозировать средние эмоции, которые испытывают посетители сайта при взаимодействии с каждым элементом пользовательского интерфейса

(UI). SERENE использует информацию об эмоциях, чтобы подсказать своим пользователям (оценщикам удобства использования), где на каждой веб-странице можно найти потенциальные проблемы с удобством использования. Это основано на предположении, что элементы пользовательского интерфейса (например, меню, ярлыки, изображения, виджеты), вызывающие проблемы с удобством использования, вызывают негативные эмоции. Например, результаты исследования, проведенного Сео, показали, что воспринимаемое удобство использования положительно коррелирует с эмоциональной окрашенностью и отрицательно — с эмоциональной вовлечённостью. Аналогичным образом, в контексте онлайн-платформ, в различных исследованиях изучалось эмоциональное и когнитивное состояние при оценке удобства использования и UX платформы для онлайн-курсов, что продемонстрировало, что эмоциональные реакции могут влиять на то, как пользователи воспринимают удобство использования платформ для электронного обучения. Кроме того, Закария обнаружили высокую корреляцию между удобством использования мобильного приложения и положительными эмоциями, что подчеркивает влияние эмоций на пользовательский опыт. [6]

Материалы

В исследовании участники оценивали удобство использования двух веб-сайтов. Эксперты предварительно выявили 46 ошибок интерфейса, используя эвристическую оценку по методике Нильсена. Эти ошибки варьировались по серьезности и включали такие проблемы, как громоздкая навигация, запутанные иконки, плохая адаптация контента, перегрузка цветов и отсутствие базовых функций доступности. Эти данные легли в основу визуализаций, с которыми работали участники эксперимента для выявления проблем интерфейса.

С помощью специально созданной платформы участники сравнивали визуализацию и интерфейс, указывая, какие проблемы они заметили, и могли сообщить об ошибках, не отраженных в визуализации. Исследование позволило оценить эффективность визуальных подсказок и выявить расхождения между восприятием пользователей и экспертной оценкой. Также была проверена чувствительность системы SERENE к различным видам ошибок юзабилити — как явным, так и трудноуловимым.

Обсуждение и извлеченные уроки

В ходе исследования было установлено, что уровень автоматизации влияет как на количество, так и на серьезность выявленных проблем с удобством использования. Эксперты, использующие полностью автоматизированный подход, выявляют меньше проблем, чем при других условиях, что указывает на компромисс между удобством автоматизации и ее эффективностью. Тем не менее, такие оценщики способны находить

проблемы вне предложенного отчета, если обладают соответствующими знаниями, но при этом увеличивается количество пропущенных проблем из-за чрезмерной зависимости от автоматизации.

Уровень автоматизации не повлиял на количество ложных срабатываний, что говорит о том, что доверие к системе не зависит от ее автоматизированности. Также автоматизация не повлияла на выявление проблем средней и высокой степени серьезности, однако количество малозначительных проблем было ниже в полностью автоматизированных условиях. Интересно, что несмотря на отсутствие указания степени серьезности в отчете, полностью автоматизированный подход помог экспертам лучше оценивать серьезность выявленных проблем.

В итоге исследование подчеркивает необходимость учитывать цели и контекст пользователей при выборе уровня автоматизации в системах оценки удобства использования. Полностью автоматизированный подход подходит для быстрой оценки серьезности проблем, в то время как гибридные решения или подходы с дополненной реальностью обеспечивают более полное выявление проблем. Это подтверждает важность проектирования ИИ-систем с ориентацией на пользователя и конкретные задачи анализа.

Заключение

Исследование вносит вклад в развитие HCAI, подчеркивая необходимость баланса между автоматизацией и человеческим контролем в оценке удобства использования веб-сайтов. Полностью автоматизированный подход упрощает процесс и помогает выявлять значительное количество проблем средней и высокой степени серьезности. Однако для обнаружения более полного спектра, особенно мелких проблем, эффективнее применять комбинированные методы. Это позволяет использовать автоматизацию как первый этап анализа, дополняя его расширенными методиками при необходимости.

В дальнейшем планируется расширить исследование, исследуя различные уровни автоматизации, вовлекая экспертов и анализируя больше сайтов с разным уровнем проблем юзабилити. Также будет изучено влияние эмоций на эффективность автоматизации и проведено сравнение между проблемами, выявленными экспертами и системой SERENE.

Список литературы

1. Резников С.В., Киселева О.В. Искусственный интеллект как инструмент оптимизации пользовательского опыта // Информационные технологии. – 2020. – №11. – С. 45–52.
2. Савельев А.Ю. Искусственный интеллект в медицине: возможности и вызовы // Медицинская визуализация. – 2021. – №2. – С. 15–21.

3. Кондратьев В.Б. Применение интеллектуальных систем в финансовом анализе // Финансы и кредит. – 2018. – №24(792). – С. 56–64
4. Козлов И.В., Матросова Е.А. Применение аффективных вычислений для анализа поведения пользователей в веб-среде // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2019. – №8. – С. 29–34.
5. Ефремова Т.В., Шаповалов В.В. Человеко-ориентированный искусственный интеллект: принципы и реализация // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2021. – №1. – С. 3–10.
6. Бахтеева Н.В. Эмоциональный UX как фактор повышения качества пользовательского интерфейса // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2020. – №1. – С. 47–51.

Сведения об авторах:

Веденин Д. И., студент, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Гирман К. С., студент, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Дроздова А. А., кандидат технических наук, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

УДК 004.056.5:004.891

Асташкина А.А., Букин Д.В.

Российский технологический университет, Москва, Россия

Исследование методик обнаружения фишинга с использованием многоагентных интеллектуальных систем

Аннотация: В статье проводится анализ традиционных методов обнаружения фишинга, рассматриваются их достоинства и недостатки. Особое внимание уделяется применению многоагентных интеллектуальных систем в условиях стремительно развивающихся и быстрорастущих фишинговых угроз. Предлагается использование гибридной архитектуры, основанной на иерархической организации агентов. Подчеркивается, что внедрение основных методов обнаружения фишинга с применением многоагентных интеллектуальных систем способствует повышению эффективности защиты, снижению количества успешных атак на устройства пользователей и сохранению конфиденциальной информации организаций.

Ключевые слова: фишинг, многоагентные интеллектуальные системы, кибербезопасность, методы обнаружения атак, машинное обучение.

Astashkina A.A., Bukin D.V.

Study of fishing detection methods using multi-agent intelligent systems

Abstract: The article analyzes traditional fishing detection methods, discusses the advantages and disadvantages of each approach. Special attention is paid to application of multi-agent intelligent systems in conditions of rapidly developing and fastest growing phishing threats. The article proposes the use of hybrid architecture based on hierarchical agent organizations. It is emphasized that implementation of main fishing detection methods using multi-agent intelligent systems contributes to the effectiveness of the protection, decrease in the number of successful attacks on users' devices and preservation of organization's confidential information.

Keywords: phishing, multi-agent intelligent systems, cybersecurity, attack detection methods, machine learning.

Введение. Фишинг является одним из самых популярных способов социальной инженерии и может причинить огромный вред организации и её активам, оставаясь незримым для сотрудников компании. Трудности обнаружения фишинга обусловлены сочетанием технических сложностей и человеческого фактора. Злоумышленники постоянно совершенствуют методы обхода защитных механизмов, а пользователи, зная, что перед ними может находиться фишинговое письмо, не всегда могут его опознать. Согласно недавнему исследованию, по итогам прошлого года количество фишинговых атак выросло на 33% по сравнению с 2023 годом [1]. В такой ситуации всё большую популярность набирают многоагентные интеллектуальные системы (МАИС), так как они позволяют более эффективно выявлять фишинговые угрозы.

Классификация методов обнаружения фишинга. Существует множество исследований, посвящённых оценке эффективности методов

обнаружения фишинговых атак. Согласно работам [2-4] данные методы можно разделить на 3 основные группы: эвристические, методы на основе машинного обучения и методы с использованием глубокого обучения. Они различаются по сложности реализации, требуемым ресурсам, точности и устойчивости к новым формам атак.

Самые простые в реализации методы основаны на эвристических правилах. Они используют заранее определённые шаблоны для выявления подозрительных признаков в коде проверяемого объекта. Хотя эти методы хорошо работают для выявления примитивных атак, их эффективность против обнаружения новых вредоносных кодов остаётся довольно низкой, а вероятность ложных срабатываний высокой.

Современным подходом является использование методов машинного обучения. Они включают логистическую регрессию (LR), деревья решений (DT), метод опорных векторов (SVM), случайный лес (RF) и ансамблевые модели. Эти методы позволяют автоматически выявлять закономерности в данных и адаптироваться под новые формы атак, но при этом зависят от качества и объёма исходных данных [3].

Отдельным направлением является глубокое обучение – вид машинного обучения, который использует многослойные нейронные сети (RNN, CNN и трансформеры) для анализа сложных зависимостей в разнородных данных. Эти методы превосходят классические подходы по точности, однако требуют больших объёмов размеченных данных и вычислительных ресурсов [4].

В таблице 1 обобщены ключевые характеристики основных методов обнаружения фишинга.

Таблица 1.
Сравнительный анализ методов обнаружения фишинга

Группа методов	Методы	Преимущества	Недостатки
Эвристические	Анализ URL, символов, доменных имён	Простота реализации, высокая скорость работы, не требует предварительного обучения	Уязвимость к изменениям, низкая точность
Машинное обучение (ML)	LR, DT, SVM, RF, ансамблевые модели	Обучаемость, применимость к различным типам признаков	Зависимость от объёма и качества обучающей выборки
Глубокое обучение (DL)	CNN, RNN, LSTM, трансформеры	Работа с текстами и изображениями, высокая точность	Высокие вычислительные затраты, сложность интерпретации результатов

Стоит отметить, что указанные методы зачастую рассматриваются как самостоятельные и изолированные решения, что ограничивает их

эффективность против фишинговых атак, поскольку их количество продолжает расти, а сами атаки становятся всё более сложными и изощрёнными. В связи с этим большую популярность приобретают многоагентные системы, которые объединяют преимущества различных подходов и обеспечивают более гибкое, масштабируемое и эффективное обнаружение фишинга.

Методы обнаружения фишинга на основе многоагентных интеллектуальных систем. Многоагентные интеллектуальные системы (МАИС) представляют собой множество взаимодействующих интеллектуальных агентов – программных объектов, способных к автономным действиям – для решения сложных задач, с которыми одному агенту или системе трудно справиться в одиночку. В контексте кибербезопасности агенты могут решать такие задачи, как обнаружение угроз, реагирование на инциденты и адаптация к новым угрозам.

В работе [5] предложен метод обнаружения фишинга на основе взаимодействия нескольких агентов, использующих большие языковые модели (LLM). Подход имитирует дебаты между двумя агентами, которые, анализируя содержание электронного письма, голосуют «за» или «против» его классификации как фишинга. Окончательное решение выносится третьим агентом, который оценивает обоснованность представленных аргументов. Схема многоагентной архитектуры дебатов для классификации фишинговых писем представлена на рисунке 1. Такой подход позволяет моделям критически анализировать контекстные подсказки и обманные фразы в тексте, что способствует повышению точности классификации.

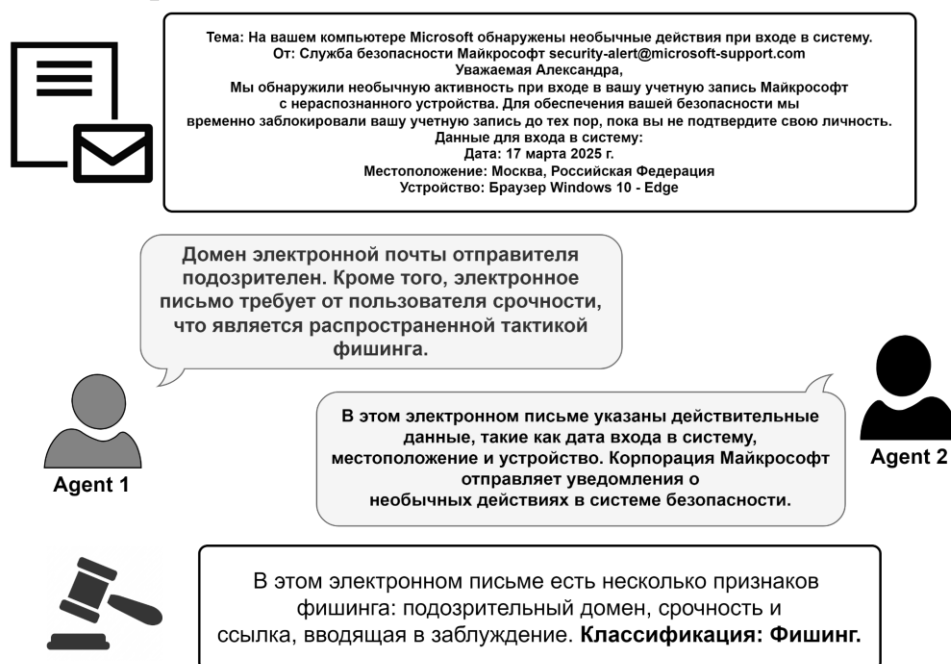


Рисунок 1. Схема многоагентной архитектуры дебатов для классификации фишинговых писем

В работе [6] авторы предлагают усовершенствование собственной системы обнаружения фишинга CBR-PDS путём интеграции многоагентной архитектуры, образующей систему PDSA. Новая архитектура включает в себя агентов различных типов: сборщика подозрительных URL и логов, сканера веб-страниц, координатора взаимодействия, агента принятия решений, а также мобильного агента для межсерверного согласования. Система обеспечивает адаптивную обработку угроз в распределённой среде, где локальные серверы CBR-PDS обмениваются данными через Интернет, повышая точность и масштабируемость системы обнаружения фишинга.

Авторы работы [7] представляют PhishAgent – мультимодальную систему для обнаружения фишинговых веб-страниц. PhishAgent состоит из 4 основных модулей: 1) Agent Core – центральный модуль, который отвечает за анализ информации и принятие решений, 2) Preprocessing Module – извлекает из веб-страницы логотип, очищает HTML от неинформативных элементов и выделяет домен из URL для последующего анализа, 3) Online Knowledge-Based Module – запрашивает информацию о веб-странице из поисковых систем с помощью запросов по домену и названию бренда, чтобы оценить их популярность и определить легитимность страницы, 4) Offline Knowledge-Based Module – сравнивает HTML и логотип веб-страницы с именами, доменами и логотипами известных брендов, используя базу знаний KnowPhish.

Таким образом, использование МАИС в задачах обнаружения фишинга демонстрирует высокую эффективность благодаря распределённому подходу, способности к адаптации и интеграции различных типов анализа. Каждое из рассмотренных решений предлагает уникальную архитектуру взаимодействия агентов и применяет как классические, так и современные технологии: от метода прецедентов до больших языковых моделей и мультимодального анализа. Подобные системы не только повышают точность обнаружения фишинга, но и обеспечивают гибкость и масштабируемость, что делает их особенно перспективными в условиях постоянно меняющихся угроз.

Ограничения применения многоагентных интеллектуальных систем в задачах обнаружения фишинга. Несмотря на высокую эффективность использования МАИС для обнаружения фишинга, доказанную в работах [4, 5, 6], существуют ряд ограничений, влияющих на практическую применимость таких решений:

1) Масштабирование МАИС затруднено из-за необходимости координации множества агентов, каждый из которых действует автономно, но при этом должен соблюдать единые политики безопасности. Например, в архитектуре PDSA [6] при масштабировании системы между несколькими серверами возникает необходимость в устойчивой

синхронизации и защищённой маршрутизации, что само по себе может стать уязвимостью.

2) Высокая точность, достигаемая за счёт использования мощных языковых моделей как в [5], сопряжена с большими вычислительными затратами, что препятствует применению МАИС в условиях ограниченных ресурсов. Кроме того, такие системы подвержены проблеме «галлюцинаций» LLM, когда агенты могут давать обоснованные, но неверные ответы, что опасно в контексте безопасности.

3) Мультимодальные подходы вроде PhishAgent [7] сталкиваются с проблемой долгого времени анализа и зависимости от качества визуальных данных. Поддельные сайты, использующие изменённые логотипы или динамическую вёрстку, могут вводить защитную систему в заблуждение. Также интеграция внешних баз знаний повышает точность, но одновременно снижает автономность и повышает зависимость от сетевых соединений.

4) Стоит также отметить проблему обучения и обновления агентов. Хотя многие МАИС обладают элементами адаптивности, обновление базы знаний или повторная настройка классификаторов требует либо ручного вмешательства, либо сложной автоматизации.

Предлагаемая архитектура гибридной многоагентной системы. Для решения обозначенных проблем предлагается гибридная архитектура, основанная на иерархической организации агентов и адаптивной маршрутизации задач. Архитектура изображена на рисунке 2 и включает в себя 2 уровня.

1) **Первичный уровень** реализует предварительную фильтрацию с использованием лёгких агентов, которые выполняют эвристический анализ и отбор объектов, заведомо относящихся к безопасным либо потенциально подозрительным, тем самым снижая нагрузку на систему.

2) **Вторичный уровень** активируется в случае неопределённости на первом этапе и направляет такие случаи специализированным агентам для анализа текста и визуальных элементов интерфейса, а также проверки по внешним базам.

Итоговые результаты передаются агенту принятия решений, который формирует окончательное заключение на основе конкретных правил или обучения с подкреплением.

Предложенный подход позволяет снизить нагрузку на агентов, сократить число ложных срабатываний, а также обеспечить устойчивость к перегрузке и частичному отказу системы за счёт многоуровневого анализа и рационального распределения вычислительных ресурсов.



Рисунок 2. Гибридная архитектура обнаружения фишинга

Заключение. В статье рассмотрены основные методы обнаружения фишинга: эвристические, методы машинного и глубокого обучения, их преимущества и ограничения. Особое внимание уделено МАИС, которые обеспечивают более гибкий и масштабируемый подход к выявлению фишинговых атак. Несмотря на высокую эффективность, МАИС сталкиваются с проблемами масштабирования, высокой вычислительной нагрузки и зависимостью от качества данных. Предложенная гибридная архитектура с иерархической организацией агентов позволяет снизить эти ограничения и повысить устойчивость системы. Развитие МАИС представляется перспективным направлением для повышения безопасности в условиях постоянно меняющихся угроз.

Список литературы

1. Эксперты указали на рост числа фишинговых атак на треть за год. – Текст : электронный // Известия : [сайт]. – URL: <https://iz.ru/export/google/amp/1891253> (дата обращения: 03.06.2025).
2. Abdolrazzaghi-Nezhad, M. Phishing Detection Techniques: A review / M. Abdolrazzaghi-Nezhad, N. Langarib. – Текст : непосредственный // Data Science: Journal of Computing and Applied Informatics. – 2025. – № 9 (1). – С. 32-46.
3. Alanezi, M. Phishing Detection Methods: A Review / M. Alanezi. – Текст : непосредственный // Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology. – 2021. – № 3 (9). – С. 19-35.
4. Kyaw, P.H. Systematic Review of Deep Learning Techniques for Phishing Email Detection / P.H. Kyaw, J. Gutierrez, A.A. Ghobakhloo. – Текст : непосредственный // Electronics. – 2024. – № 13 (19).
5. Nguyen N.T.V. Debate-Driven Multi-Agent LLMs for Phishing Email Detection / N.T.V. Nguyen, F.D. Childress, Y. Yin. – Текст : непосредственный // arXiv:2503.22038. – 2025.
6. Hassan, A. A Multi-Agent Case-Based Reasoning Architecture for Phishing Detection / A. Hassan, B. Abdelfettah. – Текст : непосредственный // Procedia Computer Science. – 2017. – № 110. – С. 492-497.
7. Cao, T. PhishAgent: A Robust Multimodal Agent for Phishing Webpage Detection / T. Cao, Ch. Huang, Y. Li [и др.]. – Текст : непосредственный // arXiv:2408.10738. – 2025.

Сведения об авторах:

Асташкина Александра Альбертовна, студент магистратуры, Российский технологический университет, Москва, Россия

Букин Данила Витальевич, студент магистратуры, Российский технологический университет, Москва, Россия

Astashkina Alexandra Albertovna, Master's degree student, Russian Technological University, Moscow, Russia

Bukin Danila Vitalevich, Master's degree student, Russian Technological University, Moscow, Russia

УДК 004.942

Задорожный А.Ф., Злых Д.И.

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, Новосибирск,
Россия*

3D-картографирование территории с применением ГИС

Аннотация: В ходе работы была создана 3D-модель студенческого городка НГАСУ путем объединения фотограмметрических данных, радиолокационных топографических изображений и технической документации зданий. Разработанная модель предназначена для интеграции в систему мониторинга ЛВС, визуального представления в современном информационном пространстве, а также для использования студентами и абитуриентами университета.

Ключевые слова: моделирование, 3D-модель, мониторинг, Blender, SketchUp, AutoCAD.

Zadorozhny A.F., Zlykh D.I.

3D mapping of a territory using GIS

Abstract: During the work, a 3D model of the Sibstrin student campus was created by combining photogrammetric data, radar topographic images, and technical building plans. The developed model is intended for integration into the LAN monitoring system, for clear visualization in the modern information environment, and for use by students and applicants of the university.

Key words: modeling, 3D model, monitoring, Blender, SketchUp, AutoCAD.

На сегодняшний день 2D-технологии остаются основным инструментом проектирования, однако всё чаще возникает потребность в преобразовании двумерных чертежей в трёхмерные информационные модели. Этому способствует целый ряд факторов. Традиционные материалы, используемые при строительстве и обслуживании объектов, включая бумажные носители, морально устарели. Так, при выполнении работ по реконструкции предпочтительнее применять 3D-модели зданий — это позволяет в два раза сократить объем проектной документации и значительно ускорить процесс её подготовки, обеспечивая при этом гораздо более высокую точность. Трёхмерное моделирование выступает как современный и инновационный способ визуализации, а виртуальная среда приобретает всё большую популярность в образовательной сфере — как в очном, так и в дистанционном обучении.

Трёхмерная графика актуальна на нынешний момент благодаря широким спектрам применения и функциональных возможностей: без нее не обходится ни одна современная компьютерная игра, использование трёхмерной визуализации в маркетинге позволяет наглядно представить какой-либо товар потенциальным покупателям и т.д. [1].

Поскольку большая часть информации обладает пространственной привязкой, значение геоинформационных систем и технологий постоянно возрастает. Особенно эффективно ГИС применяются в сочетании с трёхмерными технологиями для решения разнообразных аналитических, прогностических и практических задач с возможностью отображения результатов в формате 3D. Это предоставляет пользователю расширенный набор функций и инструментов для взаимодействия с моделями.

Основной целью данной работы было изучение потенциала 3D-моделирования в сфере градостроительства, а также создание точной и облегчённой 3D-модели студенческого городка НГАСУ путём интеграции данных фотограмметрии, радиолокационных топографических изображений и технической документации зданий для последующего визуального представления в современном цифровом пространстве.

Для достижения поставленной цели был определён перечень задач, выполнение которых обеспечит успешную реализацию проекта:

- получение планов зданий из БТИ, их последующая корректировка и разметка для последующего импорта в SketchUp;
- создание трёхмерных моделей планировок зданий студенческого кампуса;
- получение топографической карты территории кампуса с использованием данных Google Maps;
- построение карты высот на основе радиолокационных топографических снимков SRTM и GMRT;
- моделирование инфраструктуры территории кампуса с использованием данных OpenTopography;
- получение детализированных моделей фасадов зданий, созданных с применением фотограмметрии;
- финальное моделирование сцены студенческого городка НГАСУ в программе Blender.

Ключевыми программными средствами, использованными в практической части проекта, стали: 3D-редактор Blender с дополнительными модулями, программное обеспечение SketchUp, а также AutoCAD.

На начальном этапе были получены планы зданий из БТИ, выполнена их корректировка и разметка для дальнейшего импорта в среду SketchUp (рис. 1).

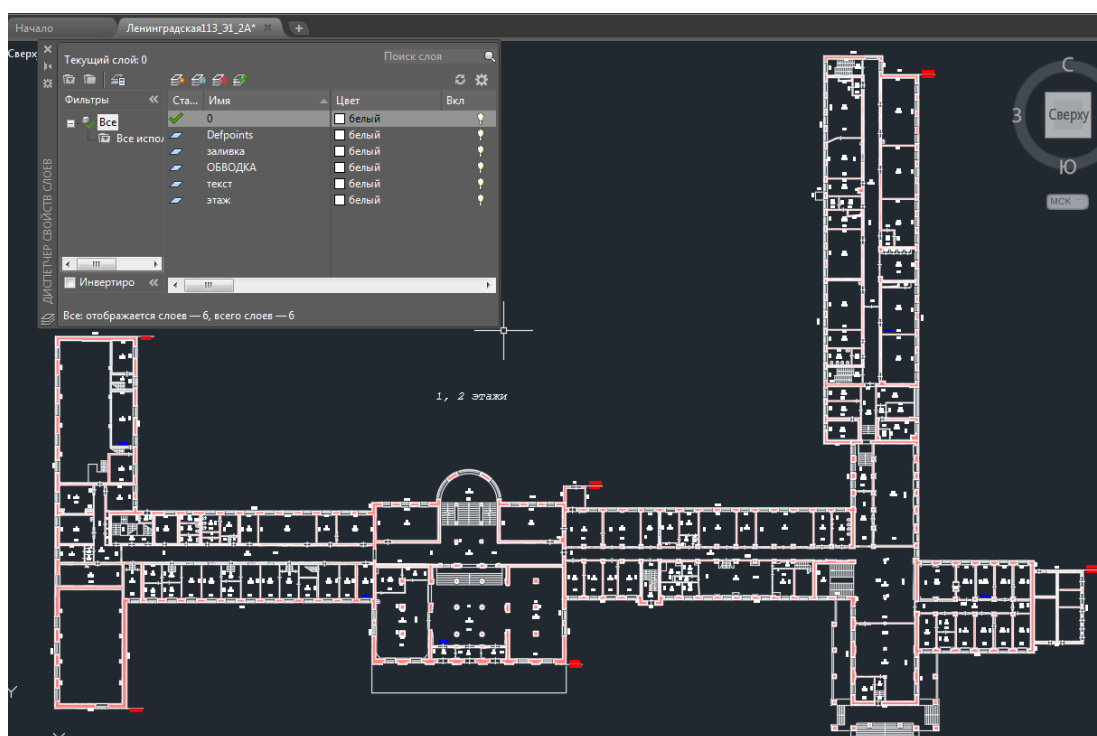


Рис. 1. План главного корпуса НГАСУ

Выполнен импорт стен в SketchUp с последующей их корректировкой и удалением лишних линий (рис. 2).

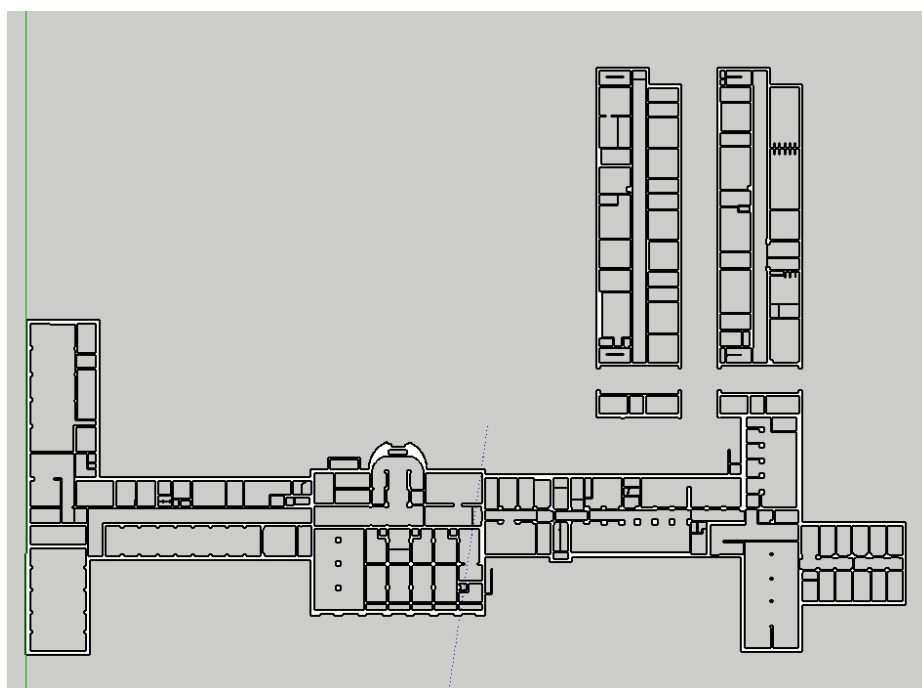


Рис. 2. Импорт стен в SketchUp

Затем для каждого этажа отдельно были смоделированы стены в SketchUp (рис. 3).

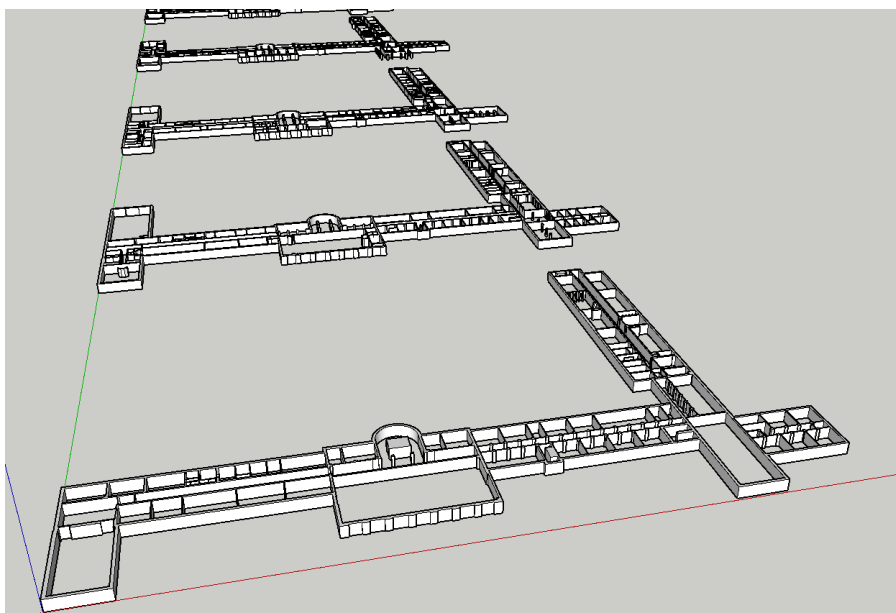


Рис. 3. Поднятие стен в *SketchUp*

После этого были импортированы оставшиеся слои, выполнена их корректировка и очистка, а также произведена визуализация окон, дверей, элементов интерьера и экстерьера (рис. 4).

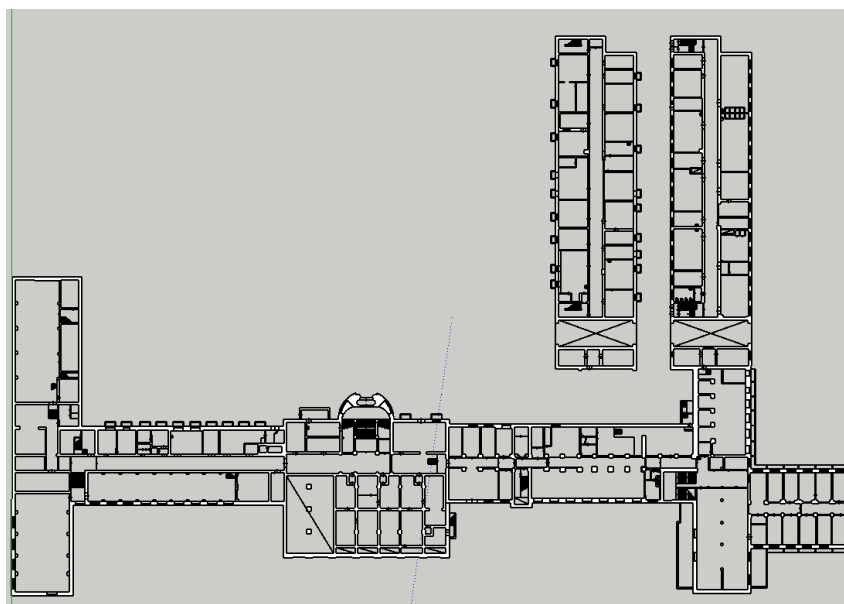


Рис. 4. Разметка визуализации

Затем осуществлялось объединение всех 3D-слоёв с применением булевых операций. К итоговой модели были добавлены материалы для повышения реалистичности визуализации (рис. 5).

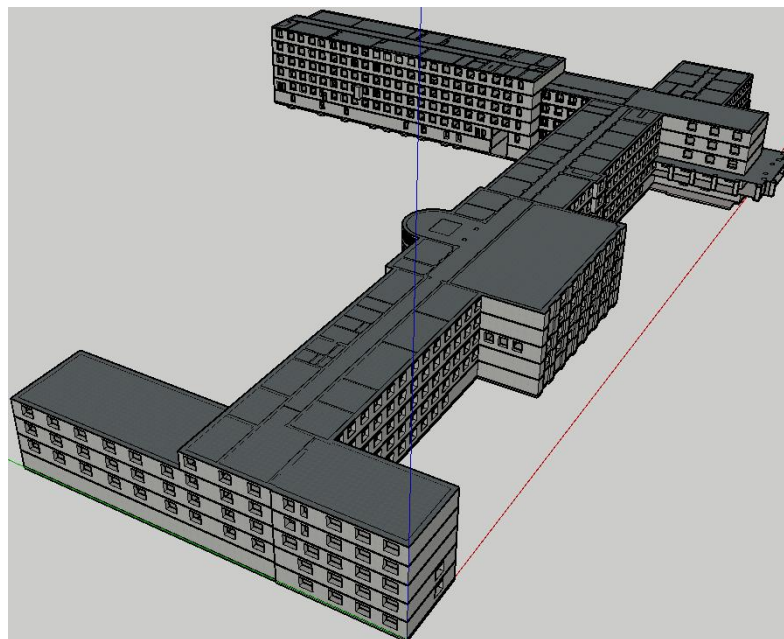


Рис. 5. Корпус НГАСУ в 3D

Для остальных корпусов были выполнены аналогичные этапы работы, в результате чего были созданы 3D-модели. После этого модели были импортированы из SketchUp в Blender с использованием модуля, поддерживающего формат *.skp (рис. 6).

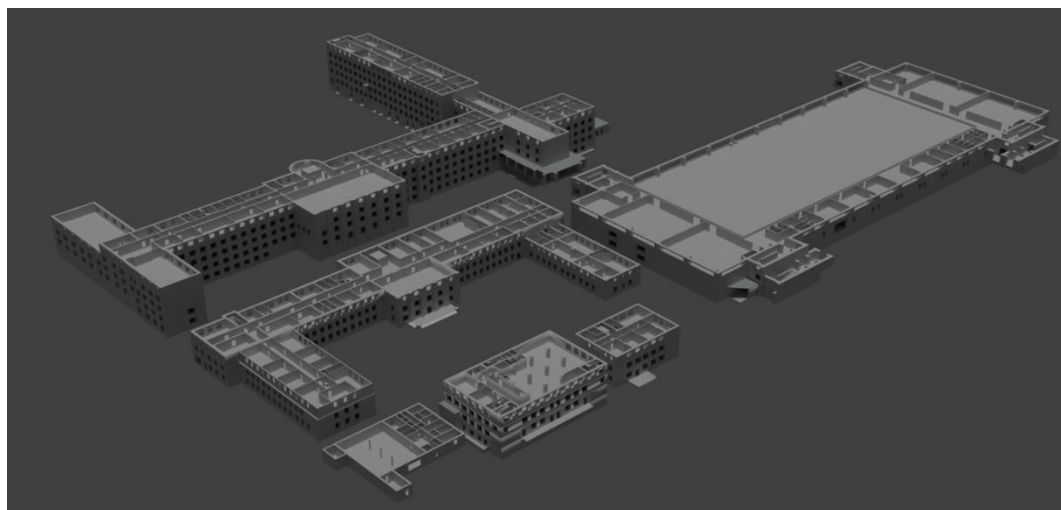


Рис. 6. Импортированные корпуса НГАСУ в 3D

Для получения актуальных данных с Google Maps был использован аддон BlenderGIS, который позволил загрузить свежую спутниковую карту территории кампуса (рис. 7).

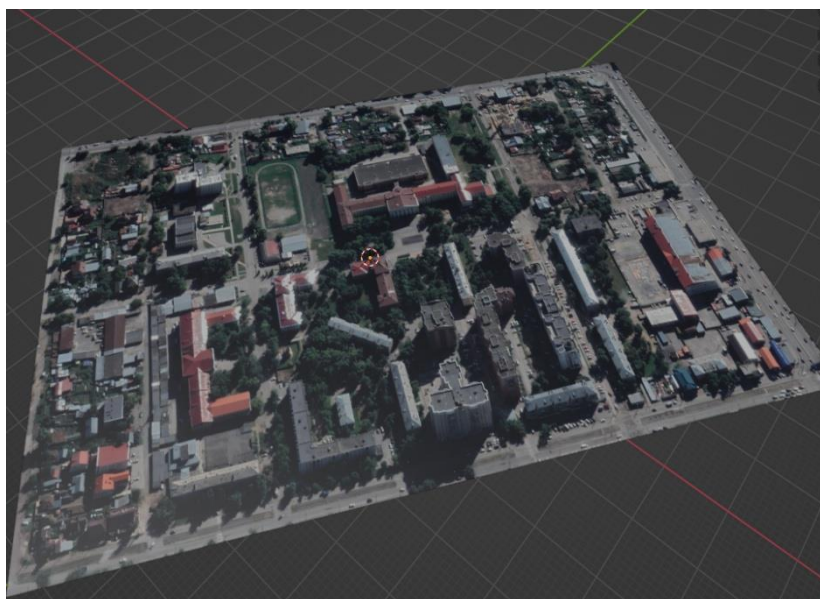


Рис. 7. Актуальная спутниковая карта территории кампуса

BlenderGIS предоставляет возможность создавать карты высот на основе радиолокационных топографических данных, полученных спутниковой миссией SRTM 2000 года и GMRT. Для этого требуется получить API-ключ для доступа к соответствующему серверу с данными.

Затем была построена карта высот, наложенная на актуальную спутниковую карту территории кампуса (рис. 8).

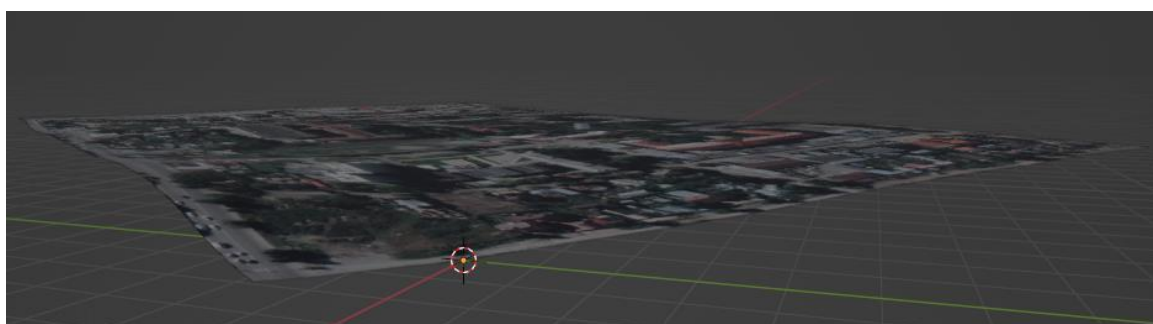


Рис. 8. Плоскость с высотами

С помощью BlenderGIS можно создавать упрощённые модели инфраструктуры территории кампуса, такие как здания, дороги, железнодорожные пути и другие объекты, не входящие в перечень строений университета (рис. 9).

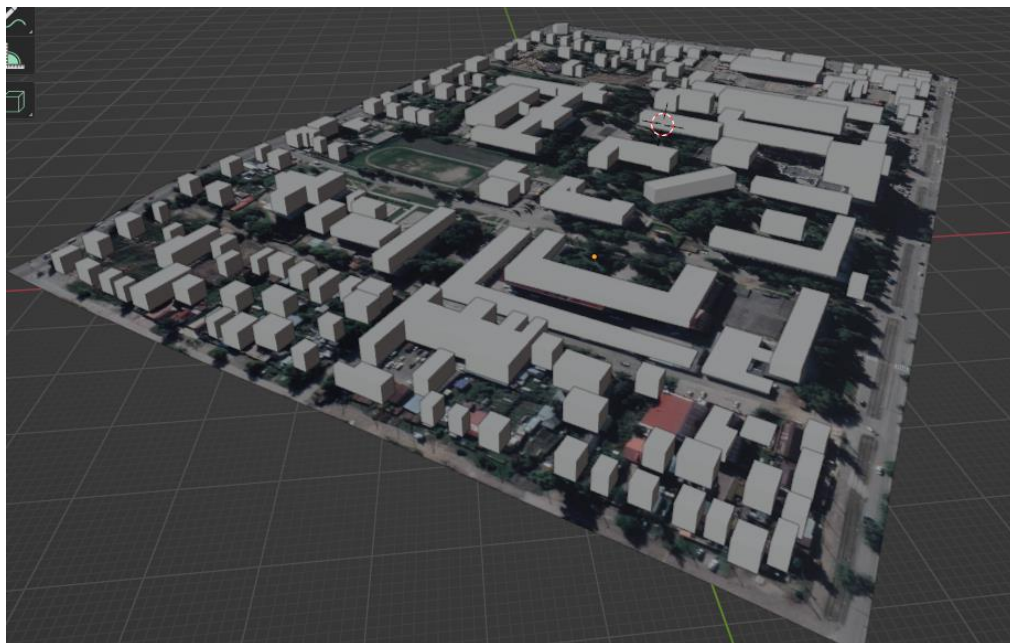


Рис. 9. Инфраструктура территории кампуса НГАСУ

Была выполнена корректировка объектов сцены, включая их позиции; упрощённые модели кампуса были заменены на ранее созданные детализированные. Также произведена общая перегруппировка элементов сцены для последующей интеграции в среду Three.js (рис. 10).

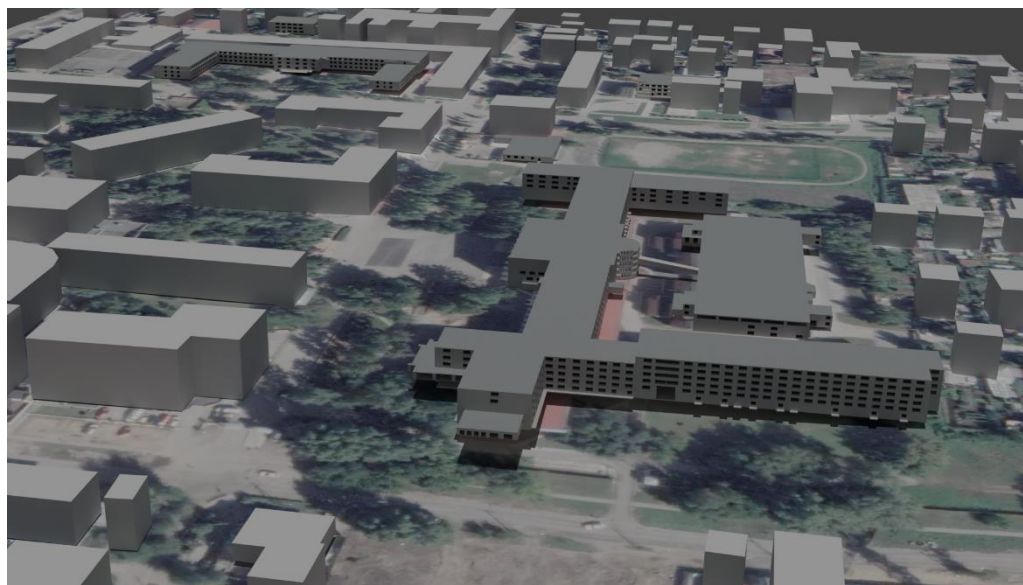


Рис. 10. Сцена для импорта

На полевом этапе работы квадрокоптер выполняет полёт по заранее заданной траектории, фиксируя на видео здания кампуса.

Полученные в ходе аэросъемки летательного аппарата видео необходимо обработать. Для извлечения кадров используется *Adobe Premiere Pro* — один из лучших видеоредакторов [2]. В результате обработки видеоматериалов было получено около 1000 фотографий Главного корпуса

НГАСУ. Аналогичная работа была выполнена и для остальных зданий кампуса.

Далее произведено апробирование метода фотограмметрии с использованием ПО *Agisoft Metashape Professional*. После загрузки фотографий, программа автоматически определяет положение и ориентацию камеры для каждого кадра и строит разреженное облако точек.

На втором этапе *Metashape* строит плотное облако точек, используя рассчитанные положения камер (рис.11). Плотное облако точек можно отсечь/исключить и классифицировать.



Рис. 11. Плотное облако точек

По плотному облаку точек строится полигональная модель (рис. 12). Есть два метода построения: Карта высот — для поверхностей, как рельеф, и Произвольный — для любых типов поверхностей. Полученную модель можно редактировать прямо в *Metashape* или экспортировать.



Рис. 12. Полигональная модель

Модели, созданные с помощью фотограмметрии, обладают рядом преимуществ по сравнению с вручную смоделированными — они более точные и реалистичные. Однако их существенным недостатком является неудовлетворительная топология (рис. 13).

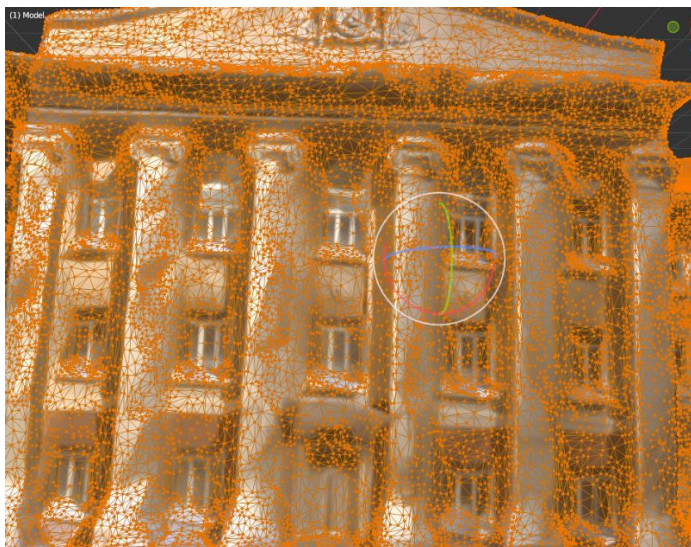


Рис. 13. Топология фотограмметрических моделей

Для демонстрации общего результата работы модели, созданные методом фотограмметрии, были размещены на презентационной сцене. Однако для импорта в Three.js они не использовались (рис. 14).



Рис. 14. Презентационная сцена

Поставленная цель — создание точной и легковесной 3D-модели студенческого городка НГАСУ путём объединения данных фотограмметрии, радиолокационных топографических снимков и технических планов — была успешно достигнута. В ходе работы были реализованы все необходимые этапы: получены и откорректированы БТИ планы зданий, выполнена их

разметка для импорта в SketchUp, после чего создана 3D-модель планировок зданий кампуса. Также были собраны топографические карты территории с использованием Google Maps и построены карты высот на основе радиолокационных снимков SRTM и GMRT. Инфраструктура территории кампуса была смоделирована с применением данных OpenTopography. Кроме того, были получены высокополигональные модели фасадов зданий, созданные методом фотограмметрии, и выполнено финальное моделирование сцены студенческого городка НГАСУ в среде Blender.

Следует отметить, что использованный в работе подход является более экономичным по сравнению с другими методами трёхмерного моделирования объектов, представленными на рынке.

3D-моделирование представляет собой современный и инновационный инструмент визуализации, а виртуальная среда приобретает всё большую популярность и востребованность в сфере образования — как традиционного, так и дистанционного.

Созданная модель студенческого городка будет интегрирована в виртуальную инфраструктуру и использована для привлечения внимания абитуриентов, а также для взаимодействия со студентами.

Список литературы

1. 3D-моделирование и визуализация: учебно-методическое пособие. — Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2019. – 80 с.
2. Самоучитель Adobe Premiere Pro 2.0 / Д. В. Кирьянов, Е. Н. Кирьянова. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 240 с.: ил.

Сведения об авторах:

Задорожный А.Ф., к.т.н., профессор, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, Новосибирск, Россия

Злых Д.И., аспирант, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, Новосибирск, Россия

УДК 004.056.5

Корякин В.Ю., Тищенко Э.В.
РГУ Нефти и Газа (НИУ) им. И.М.Губкина, Москва, Россия

Тестирование защиты инфраструктуры gpo на базе windows server: анализ уязвимостей и методов обхода групповых политик

Аннотация. Статья представляет комплексное исследование безопасности инфраструктуры групповых политик (GPO) в среде Windows Server. Проведен анализ современных методов обхода ограничений GPO, включая использование альтернативных исполняемых файлов, скриптовых техник и планировщика заданий. Исследованы механизмы наследования политик в организационных единицах Active Directory и их устойчивость к сетевым сбоям. Особое внимание уделено тестированию эффективности современных защитных технологий, таких как Windows Defender Credential Guard и LSA Protection, против атак типа Pass-the-Hash. Результаты экспериментов показывают наличие множественных векторов обхода пользовательских ограничений GPO, что требует применения дополнительных мер защиты. Предложены практические рекомендации по усилению безопасности инфраструктуры групповых политик.

Ключевые слова. Групповые политики, безопасность Windows Server, Active Directory, обход ограничений, Credential Guard, тестирование безопасности.

Koryakin V.Y., Tishchenko E.V.

Windows server-based gpo infrastructure protection testing: vulnerability analysis and group policy circumvention methods

Abstract. The article presents a comprehensive study of Group Policy Objects (GPO) infrastructure security in Windows Server environment. An analysis of modern GPO restriction bypass methods is conducted, including the use of alternative executable files, scripting techniques, and task scheduler. The mechanisms of policy inheritance in Active Directory organizational units and their resilience to network failures are investigated. Special attention is paid to testing the effectiveness of modern protective technologies such as Windows Defender Credential Guard and LSA Protection against Pass-the-Hash attacks. Experimental results show the presence of multiple vectors for bypassing user GPO restrictions, which requires the implementation of additional security measures. Practical recommendations for strengthening Group Policy infrastructure security are proposed.

Key words. Group Policy, Windows Server security, Active Directory, restriction bypass, Credential Guard, security testing.

Введение

Групповые политики (Group Policy Objects, GPO) представляют собой один из ключевых механизмов централизованного управления конфигурацией в корпоративных сетях на базе Windows Server и Active Directory [1]. Эта технология позволяет администраторам эффективно контролировать настройки безопасности, доступ к ресурсам и поведение пользователей в масштабах всей организации. Однако с ростом сложности современных IT-инфраструктур и эволюцией киберугроз вопросы безопасности самих групповых политик приобретают критическое значение.

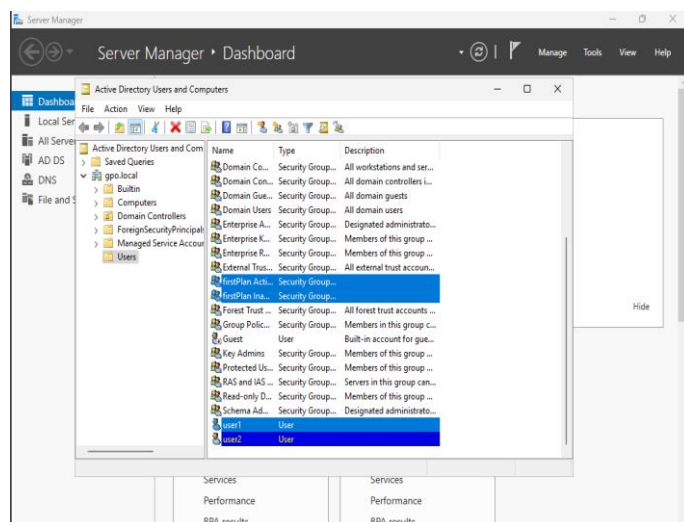


Рисунок 1. Структура Active Directory с пользователями и группами безопасности

Согласно отчетам ведущих исследовательских компаний в области информационной безопасности, атаки на инфраструктуру Active Directory, включая компрометацию групповых политик, составляют значительную долю успешных кибератак на корпоративные сети [2]. Злоумышленники активно используют уязвимости в механизмах GPO для эскалации привилегий, обхода систем защиты и закрепления в скомпрометированной среде. Особую озабоченность вызывает тот факт, что многие организации недооценивают риски, связанные с неправильной конфигурацией или недостаточной защитой групповых политик.

Современные исследования в области безопасности GPO выявляют множественные векторы атак, начиная от простых методов обхода пользовательских ограничений и заканчивая сложными техниками модификации политик на уровне контроллера домена [3]. Фреймворк MITRE ATT&CK классифицирует атаки на групповые политики как технику T1484.001 “Group Policy Modification”, относящуюся к тактикам Defense Evasion и Privilege Escalation [4]. Это подчеркивает серьезность угроз, связанных с компрометацией GPO.

Целью данного исследования является комплексная оценка безопасности инфраструктуры групповых политик Windows Server через систематическое тестирование различных методов обхода ограничений GPO и анализ эффективности современных защитных механизмов.

Исследование направлено на выявление практических уязвимостей в конфигурации GPO и разработку рекомендаций по усилению безопасности корпоративной инфраструктуры.

Архитектура групповых политик Windows

Групповые политики представляют собой сложную систему централизованного управления конфигурацией, интегрированную в архитектуру Active Directory [7]. Основными компонентами этой системы являются объекты групповых политик (GPO), которые содержат наборы параметров конфигурации, и механизмы их применения к пользователям и компьютерам в доменной среде.

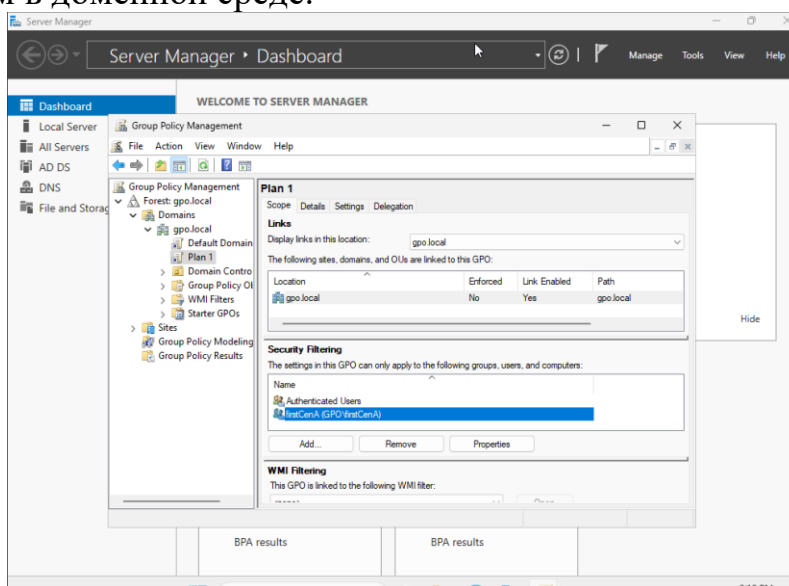


Рисунок 2. Структура редактора групповых политик с созданной политикой “Plan 1”

Архитектура применения групповых политик основана на иерархической модели наследования, где политики применяются в строго определенном порядке: локальные политики компьютера, политики сайта Active Directory, политики домена и политики организационных единиц (Organizational Units, OU) [8]. Этот порядок применения критически важен для понимания механизмов безопасности GPO, поскольку политики, применяемые позже, могут переопределять настройки предыдущих политик, если не используются специальные механизмы принуждения.

Механизмы фильтрации и наследования

Система фильтрации безопасности GPO представляет собой мощный механизм точного контроля применения политик [10]. По умолчанию все аутентифицированные пользователи имеют право чтения объектов групповых политик, что необходимо для их применения. Однако

администраторы могут использовать фильтрацию безопасности для ограничения применения конкретных GPO только к определенным пользователям или группам безопасности.

Механизм наследования GPO включает два важных элемента управления: Block Inheritance и Enforced (No Override). Опция Block Inheritance позволяет организационной единице блокировать наследование политик от родительских контейнеров, что может быть полезно для создания изолированных сред с особыми требованиями безопасности.

Методология исследования

Для проведения комплексного тестирования безопасности инфраструктуры групповых политик была развернута специализированная лабораторная среда, максимально приближенная к реальным корпоративным условиям. Основу инфраструктуры составил контроллер домена на базе Windows Server 2025, выполняющий роли Active Directory Domain Services, DNS-сервера, клиентская машина на базе Windows 11.

Для систематического тестирования различных аспектов безопасности GPO была разработана комплексная система тестовых политик, охватывающая основные категории ограничений и настроек безопасности. Центральным элементом тестовой конфигурации стала политика ограничения доступа к системным приложениям, включающая запрет на запуск командной строки (cmd.exe), редактора реестра (regedit.exe) и редактора локальных групповых политик (gpedit.msc). Ниже приведена таблица с описанием тестируемых в рамках статьи уязвимостей GPO:

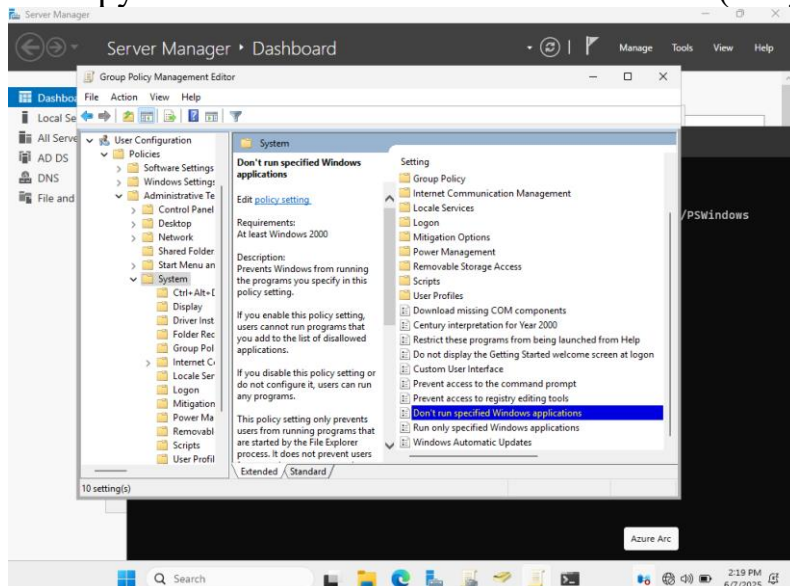
Таблица 1.

Краткое представление экспериментов

Уязвимость	Тестирование	№ эксперимента
Ограничение на запуск приложений	Попытка обхода ограничений через скрипты, встроенные приложения Windows (Task Scheduler, Task Manager), переименованные ярлыки приложений.	1
Ограничение на модификацию GPO	Попытка запустить через окно “Выполнить” редактор реестра (regedit.exe) и редактор локальных групповых политик (gpedit.msc).	2
Исследование наследования GPO	Создание нескольких организационных единиц (OU) и пользователей в них с различными групповыми политиками, включение свойств Enforced и Block Inheritance.	3
Исследование устойчивости GPO при сетевых сбоях	Имитация сетевого сбоя путем отключения сетевого адаптера у контроллера домена.	4

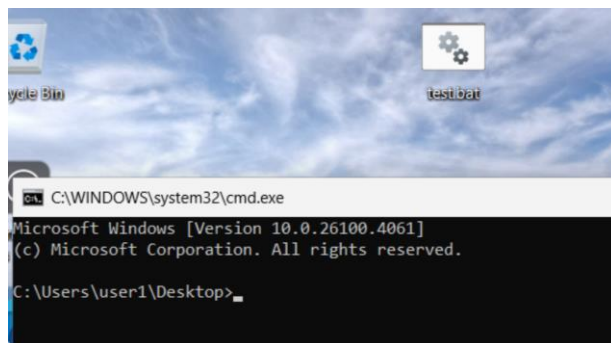
Экспериментальная часть

Первый эксперимент был направлен на систематическое исследование методов обхода пользовательских ограничений GPO, запрещающих запуск критически важных системных приложений. Для этого была создана специальная групповая политика “Plan 1” (Рисунок 2), применяемая к тестовой группе пользователей “firstPlan Active” (Рисунок 1).



Первоначальное тестирование подтвердило эффективность политики против прямых попыток запуска запрещенных приложений через стандартные методы. Однако систематическое тестирование альтернативных методов запуска выявило множественные векторы обхода ограничений.

Первый успешный метод обхода был реализован через создание пакетного файла (batch file) с содержимым “@echo off” и “start cmd.exe”. Запуск этого файла привел к успешному открытию командной строки, что демонстрирует ограниченность подхода, основанного на блокировке конкретных имен исполняемых файлов.



231

Второй протестированный метод заключался в создании копии cmd.exe с альтернативным именем (например, 999.exe). Этот подход также оказался успешным, подтверждая, что система GPO проверяет только имена файлов, но не их содержимое или цифровые подписи.

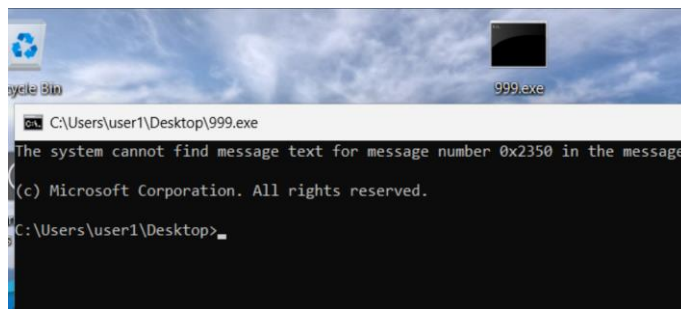


Рисунок 7. Обход GPO переименованной cmd

Тестирование возможностей PowerShell как вектора обхода показало смешанные результаты. Команда “Start-Process cmd.exe” была заблокирована системой GPO, однако команда “iex cmd” успешно открыла командную строку в оболочке PowerShell.

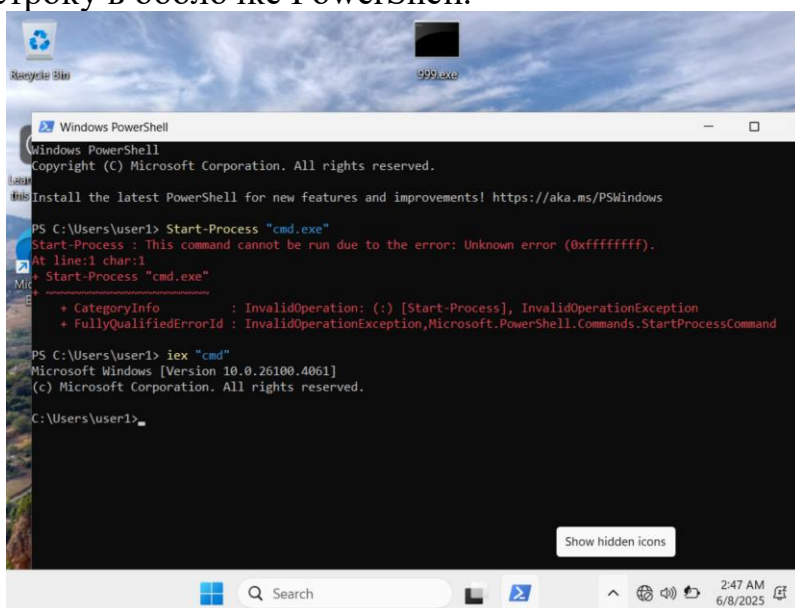


Рисунок 8. Обход GPO с помощью команд PowerShell

Особенно эффективным оказался метод обхода через планировщик заданий Windows. Создание запланированной задачи с триггером запуска cmd.exe и ее немедленное выполнение не только обошло ограничения GPO, но и привело к запуску командной строки с повышенными привилегиями локального администратора.

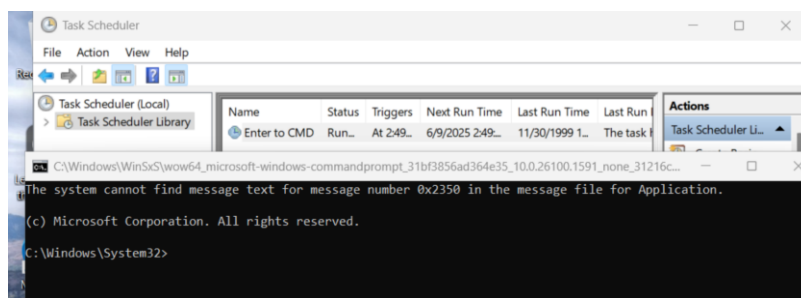


Рисунок 8. Обход GPO с помощью Task Sheduler

Также были произведены и неуспешные попытки обхода групповых политик. Например, попытка обхода с помощью диспетчера задач (Task Manager). Создав новый процесс, на экране появляется ошибка о том, что операция была отменена.

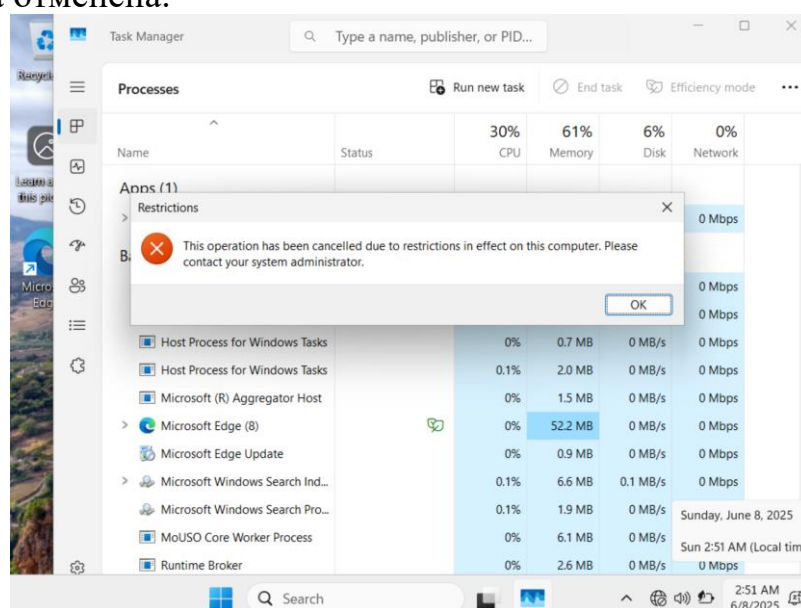


Рисунок 8. Неудачная попытка обхода через Task Manager

Эксперимент 2: Проверка защиты от модификации политик

Второй эксперимент был сфокусирован на тестировании способности системы GPO защищать себя от несанкционированных изменений со стороны обычных пользователей. Цель данного эксперимента – убедиться, что пользователь не может отменить или изменить политики безопасности, такие как запрет доступа к редактору реестра (regedit.exe) и редактору локальных групповых политик (gpedit.msc).

Для начала был включен запрет на доступ к реестру через Group Policy Management (произведен переход по пути User Configuration > Policies > Administrative Templates > System > Prevent access to registry editing tools → Enabled).

После включения политики были воспроизведены попытки запуска gpedit.msc через Win + R и regedit.exe чепе Win + R.

Тестирование подтвердило эффективность данной защитной меры против прямых попыток доступа к редактору реестра через стандартные интерфейсы. Попытки запуска были успешно заблокированы системой GPO.

Эксперимент 3: Исследование наследования GPO в организационных единицах

Третий эксперимент был посвящен детальному исследованию механизмов наследования групповых политик в иерархической структуре организационных единиц Active Directory, а также возможность переопределения или блокировки наследования.

Первоначально было создано 4 OU, и в каждый из OU был помещен один пользователь. Также были созданы 3 групповые политики: на уровне домена (запрет доступа на панель управления), для OU Sales (запрет на запуск regedit.exe), для OU IT (Разрешение доступа на панель управления), для OU Accounting включен Block Inheritance (блокирование наследования).

Из заданных политик в период тестирования было выявлено, что пользователь User_sales не имеет доступа к панели управления и regedit.exe; пользователь User_IT имеет доступ к панели управления, несмотря на доменную политику, запрещающую доступ, а также имеет доступ к regedit.exe.

Наиболее сложный сценарий был реализован для организационной единицы Accounting, где была активирована опция “Block Inheritance”. Эта настройка предназначена для полного блокирования наследования политик от родительских контейнеров. Следовательно, пользователь User_Accounting имел доступ ко всему.

Далее после включения у доменной политики свойства Enforced, которое позволяет игнорировать отключение наследования дочерних политик, даже у пользователя User_Accounting не было доступа к панели управления.

Результаты тестирования показали, что при одновременном применении локальных и доменных групповых политик происходит либо их агрегация, либо переопределение локальных параметров политиками, заданными на уровне домена. Это подтверждает принцип приоритетности доменных политик в иерархии применения GPO (Group Policy Objects), согласно которому настройки, определённые на уровне Active Directory, имеют преимущественную силу по сравнению с локальными настройками клиентских машин.

Эксперимент 4: Проверка устойчивости GPO при сетевых сбоях

Четвертый эксперимент был направлен на исследование поведения системы групповых политик в условиях нарушения сетевого подключения

к контроллеру домена. Для тестирования была вновь включена групповая политика на с запретом на cmd.exe, regedit.exe, gpedit.msc. Для имитации потери соединения с контроллером домена выключим сетевой адаптер и перезапустим машину.

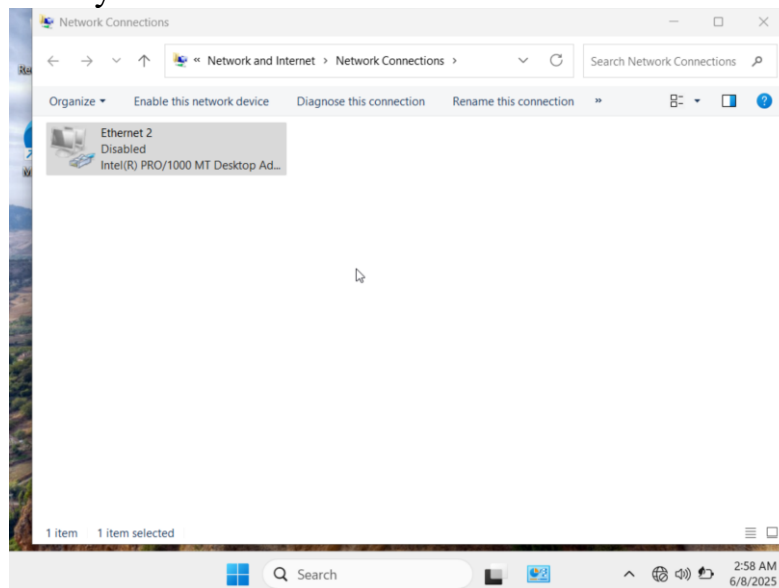


Рисунок 9. Отключение адаптера на контроллере домена

Тестирование показало, что групповые политики при недоступности контроллера домена остаются в силе, если включены настройки кеширования GPO. Чтобы это проверить, необходимо в GPM перейти в Computer Configuration > Policies > Administrative Templates > System > Group Policy > Configure Group Policy Caching → Enabled. Если кеширование выключено, рекомендуем включить в связи с повышенной надежностью системы.

Сравнительный анализ методов обхода GPO

Проведенные эксперименты выявили существенные различия в эффективности различных методов обхода ограничений групповых политик. Наиболее простые и доступные техники, такие как переименование исполняемых файлов и создание пакетных файлов, показали стопроцентную эффективность против стандартных ограничений GPO на запуск приложений.

Анализ причин успешности этих простых методов обхода указывает на фундаментальную несовершенство подхода, основанного на блокировке конкретных приложений. Система GPO проверяет только имена исполняемых файлов при их запуске, но не анализирует их содержимое, цифровые подписи или другие характеристики. Исходя из проведенных экспериментов, рекомендуется тщательнее производить

настройку GPO в реальных системах для большего контроля и безопасности.

Заключение

Проведенное исследование безопасности инфраструктуры групповых политик Windows Server выявило существенные уязвимости в традиционных подходах к обеспечению безопасности через GPO, а также подтвердило высокую эффективность современных защитных технологий против продвинутых атак на учетные данные.

В ходе экспериментов были проверены четыре основных вектора обхода GPO и установлено, что запрет на запуск системных утилит эффективно обходится переименованием .exe-файлов, запуском через .bat-скрипты и созданием задач в Task Scheduler, тогда как прямой вызов из Task Manager и работа при сетевом разрыве (при включённом кэшировании) остаются надёжно блокированными. Чтобы закрыть обнаруженные «дыры», необходимо дополнять классические политики Windows технологиями Application Control/WDAC, требовать цифровую подпись исполняемых файлов, ограничить права на создание планировщика задач, активировать Credential Guard и LSA Protection и включить системный аудит изменений GPO.

Основным выводом исследования является подтверждение того, что традиционные ограничения GPO, основанные на блокировке конкретных имен исполняемых файлов, обеспечивают лишь поверхностный уровень защиты и могут быть легко обойдены с использованием простых техник, доступных любому пользователю.

Практическая значимость результатов исследования заключается в предоставлении конкретных рекомендаций по усилению безопасности корпоративной инфраструктуры. Внедрение технологий Application Control, ограничение доступа к мощным скриптовым средам, защита системных служб и развертывание современных защитных технологий должны стать приоритетными направлениями для организаций.

Список литературы

1. Microsoft Learn. Параметры групповой политики в проверке подлинности Windows. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows-server/security/windows-authentication/group-policy-settings-used-in-windows-authentication> (дата обращения: 08.06.2025).
2. Habr. Групповые политики (GPO) Active Directory. URL: <https://habr.com/ru/companies/galssoftware/articles/543588/> (дата обращения: 08.06.2025).
3. AdminVPS. Как приручить хаос в Windows с помощью GPO. URL: <https://adminvps.ru/blog/kak-priruchit-haos-v-windows-s-pomoshhyu-gpo/> (дата обращения: 08.06.2025).

4. MITRE ATT&CK. Domain or Tenant Policy Modification: Group Policy Modification, Sub-technique T1484.001. URL: <https://attack.mitre.org/techniques/T1484/001/> (дата обращения: 08.06.2025).
5. Tenable Research. Microsoft Windows User Group Policy Bypass. TRA-2020-08. URL: <https://www.tenable.com/security/research/tra-2020-08> (дата обращения: 08.06.2025).
6. Microsoft Learn. How Credential Guard works. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/security/identity-protection/credential-guard/how-it-works> (дата обращения: 08.06.2025).
- [7] 1Cloud. Управление групповыми политиками Active Directory. URL: <https://1cloud.ru/help/windows/grupповые-politiki-active-directory> (дата обращения: 08.06.2025).
8. WinITPro. Команда GPREResult: диагностика результирующих групповых политик. URL: <https://winitpro.ru/index.php/2014/08/15/gpreresult-diagnostika-primeneniya-grupповых-politik/> (дата обращения: 08.06.2025).
9. Microsoft Learn. Credential Guard overview. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/security/identity-protection/credential-guard/> (дата обращения: 08.06.2025).
10. EITCA. Что такое фильтрация безопасности в групповой политике. URL: <https://ru.eitca.org/cybersecurity/eitc-is-wsa-windows-server-administration/system-administration-in-windows-server/group-policy/examination-review-group-policy/what-is-security-filtering-in-group-policy-and-how-is-it-used/> (дата обращения: 08.06.2025).
11. Quest Blog. Group Policy and GPOs: How Active Directory is attacked. URL: <https://blog.quest.com/how-hackers-exploit-group-policy-objects-gpos-to-attack-your-active-directory/> (дата обращения: 08.06.2025).
12. Medium. Bypass Windows 10 User Group Policy (and more) with this one weird trick. URL: <https://medium.com/tenable-techblog/bypass-windows-10-user-group-policy-and-more-with-this-one-weird-trick-552d4bc5cc1b> (дата обращения: 08.06.2025).
13. Уймин, А.Г. Сетевое и системное администрирование. Демонстрационный экзамен КОД 1.1: учебно-методическое пособие для СПО / А.Г. Уймин. – 3-е издание, стереотипное. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2022. – 480 с. – ISBN 978-5-8114-9255-8.

Сведения об авторах:

Корякин В.Ю., студент РГУ Нефти и Газа (НИУ) им. И.М.Губкина, Москва, Россия

Тищенко Э.В., студент РГУ Нефти и Газа (НИУ) им. И.М.Губкина, Москва, Россия

Koryakin V.Y., student Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NIU), Moscow, Russia

Tishchenko E.V., student Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NIU), Moscow, Russia

Мухаметгалиев С.И.

ФГБОУ ВО Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Микросервисная архитектура как современный подход к разработке программного обеспечения

Аннотация: В данной статье рассматривается микросервисная архитектура как актуальный подход к проектированию и разработке программного обеспечения. Описаны её основные преимущества, включая гибкость разработки, независимость масштабирования, повышение отказоустойчивости и технологическую автономность. Рассматриваются ключевые вызовы внедрения, такие как сложность проектирования, управление распределёнными системами, обеспечение безопасности и высокая стоимость инфраструктуры. На примере компании Netflix анализируется успешный переход к микросервисам и его влияние на эффективность работы системы. Описываются перспективы развития микросервисной архитектуры, включая использование концепции "Serverless", интеграцию искусственного интеллекта и развитие DevOps-подходов. Статья содержит практические рекомендации для компаний, рассматривающих переход на микросервисную архитектуру.

Ключевые слова: микросервисная архитектура, монолитная архитектура, масштабируемость, гибкость, отказоустойчивость, контейнеризация, оркестрация, DevOps, автоматизация, Serverless.

Mukhametgaliev S.I.

Microservice architecture as a modern approach to software development

Abstract: This paper discusses microservice architecture as a relevant approach to software design and development. Its main advantages are described, including development flexibility, scalability independence, increased fault tolerance and technological autonomy. Key implementation challenges such as design complexity, distributed systems management, security, and high infrastructure costs are discussed. Using Netflix as an example, the successful transition to microservices and its impact on system performance is analysed. It describes the prospects of microservice architecture development, including the use of 'Serverless' concept, integration of artificial intelligence and development of DevOps approaches. The article contains practical recommendations for companies considering the transition to microservice architecture.

Key words: microservice architecture, monolithic architecture, scalability, flexibility, fault tolerance, containerisation, orchestration, DevOps, automation, Serverless.

Современные компании и организации активно ищут решения, которые обеспечивают гибкость, масштабируемость и надежность их IT-систем. С увеличением сложности программного обеспечения традиционные монолитные архитектуры часто становятся узким местом, препятствуя быстрому реагированию на изменения требований рынка.

Микросервисная архитектура (МСА) предлагает решение этих проблем за счет разбиения сложных систем на отдельные, независимые модули (сервисы). Это позволяет ускорить разработку, тестирование и

развертывание новых функций, минимизируя риски отказов и улучшая управляемость.

Согласно отчетам ведущих аналитических агентств, переход на микросервисный подход демонстрирует заметные преимущества в таких областях, как электронная коммерция, финтех, здравоохранение и стриминговые сервисы.

Традиционные программные системы создавались по принципу монолитной архитектуры, где все компоненты (интерфейс, бизнес-логика, база данных) интегрированы в единую кодовую базу. Такой подход был оправдан в эпоху, когда требования к производительности и масштабируемости систем были относительно низкими.

С ростом цифровых сервисов и усложнением бизнес-процессов монолиты стали сталкиваться с рядом ограничений:

- 1)невозможностью масштабировать отдельные части системы;
- 2)трудностями при обновлении и внесении изменений;
- 3)повышенными рисками отказа при сбоях.

Эти ограничения привели к появлению сервис-ориентированной архитектуры (SOA), которая впервые предложила использовать независимые сервисы для выполнения определенных функций [1]. Однако высокая сложность управления и избыточные стандарты ограничили её популярность.

Переход к микросервисной архитектуре стал логичным шагом в эволюции архитектурных подходов. Микросервисы используют преимущества SOA, но при этом предоставляют более легковесный и гибкий способ интеграции и управления сервисами, что стало возможным благодаря таким технологиям, как контейнеризация (Docker) и оркестрация (Kubernetes) [1].

Переход на микросервисную архитектуру обещает множество преимуществ, которые сделали её популярной в современной разработке. Несмотря на вызовы, которые обсуждаются позже, именно достоинства микросервисов побуждают многие компании внедрять этот подход [2].

Одним из ключевых преимуществ является гибкость разработки и масштабирования. В микросервисной архитектуре каждый компонент системы — это отдельный модуль, который можно обновлять и масштабировать независимо от других. Например, если сервис обработки данных сталкивается с высокой нагрузкой, его можно масштабировать, не затрагивая остальные части приложения. Это значительно упрощает управление ресурсами и ускоряет процесс внедрения новых функций [3].

Кроме того, микросервисы способствуют повышению производительности команд. Разделение системы на небольшие автономные модули позволяет каждой команде сосредоточиться на своей части, что минимизирует пересечение задач и зависимость между

разработчиками. Такая организация работы не только ускоряет разработку, но и делает процесс более структурированным и предсказуемым.

Ещё одно важное преимущество — это повышение отказоустойчивости системы. Так как микросервисы изолированы друг от друга, сбой одного из них не влияет на работу остальных. Например, если сервис авторизации временно недоступен, это не мешает пользователю пользоваться другими функциями системы, такими как просмотр каталога или добавление товаров в корзину.

И, конечно, нельзя не упомянуть технологическую независимость. Каждый микросервис может разрабатываться с использованием того языка программирования, фреймворка или базы данных, которые наиболее подходят для решения конкретной задачи. Такой подход позволяет внедрять инновации и использовать лучшие инструменты без необходимости унификации всего проекта [2].

Несмотря на многочисленные преимущества микросервисной архитектуры, её внедрение сопряжено с рядом сложностей. Эти трудности требуют внимательного подхода и тщательной подготовки, чтобы успешно перейти на этот архитектурный стиль.

Во-первых, проектирование системы на основе микросервисов требует детального анализа и планирования. Необходимо чётко определить границы каждого сервиса, проработать их взаимодействие через API и предусмотреть возможные изменения в будущем. Ошибки на этом этапе могут привести к трудностям с поддержкой и интеграцией, особенно в крупномасштабных проектах [4].

Во-вторых, управление распределённой системой добавляет сложности в эксплуатацию. Оркестрация микросервисов, мониторинг их состояния и обработка сетевых задержек становятся важными задачами, требующими использования специализированных инструментов, таких как Kubernetes. Задержки и сбои в сетевом взаимодействии могут существенно повлиять на производительность и надежность системы.

Ещё одной серьёзной проблемой является обеспечение безопасности. Распределённая природа микросервисов увеличивает количество точек входа, что требует продуманного подхода к авторизации, аутентификации и шифрованию данных. Неправильная настройка этих процессов может привести к уязвимостям, которые могут быть использованы злоумышленниками.

Наконец, переход на микросервисы часто сопровождается высокими затратами на поддержку инфраструктуры. Чтобы система оставалась стабильной и эффективно функционировала, требуется автоматизация процессов сборки, тестирования, развертывания и мониторинга. Это влечёт за собой необходимость внедрения CI/CD, мониторинга и DevOps-решений, что требует дополнительных ресурсов и экспертизы [4].

То есть, можно сказать, что внедрение микросервисной архитектуры — это не только преимущества, но и серьёзные вызовы, которые необходимо учитывать, чтобы реализовать потенциал данного подхода.

Для эффективной реализации микросервисной архитектуры недостаточно просто разделить систему на небольшие модули. Необходимо также использовать подходящие технологии и инструменты, которые помогут управлять этими сервисами, обеспечивать их взаимодействие и отслеживать их состояние. Благодаря развитию IT-индустрии таких инструментов сейчас существует множество, и у каждого из них есть свои особенности.

Прежде всего, основой для микросервисной архитектуры является контейнеризация. Такие инструменты, как Docker и Podman, позволяют изолировать каждый сервис в собственном контейнере [5]. Это делает их независимыми от окружения и упрощает развертывание. Контейнеры включают в себя всё необходимое для работы микросервиса, включая код, библиотеки и зависимости, что упрощает переносимость системы между различными платформами.

Однако простая контейнеризация не решает всех задач. Для управления большим количеством контейнеров требуется оркестрация. Здесь на помощь приходят такие инструменты, как Kubernetes и Docker Swarm. Они позволяют автоматически масштабировать сервисы, распределять нагрузку между ними и следить за их состоянием. Kubernetes стал фактически стандартом в этой области, предоставляя множество возможностей для управления даже очень сложными системами.

Ещё одним важным аспектом является организация коммуникации между микросервисами. Здесь наиболее часто используются REST, gRPC и GraphQL. REST остаётся наиболее распространённым подходом благодаря своей простоте и универсальности, однако gRPC обеспечивает более высокую производительность и лучше подходит для взаимодействия между сервисами. GraphQL, в свою очередь, даёт большую гибкость при работе с запросами, что делает его удобным для клиентских приложений [6].

Наконец, для успешной эксплуатации микросервисной системы крайне важны мониторинг и логирование. Такие инструменты, как Prometheus и Grafana, позволяют собирать и визуализировать метрики работы сервисов, чтобы оперативно реагировать на сбои. ELK-стек (Elasticsearch, Logstash и Kibana) помогает обрабатывать и анализировать логи, предоставляя разработчикам детальную информацию о состоянии системы.

Все эти технологии работают вместе, чтобы сделать микросервисную архитектуру максимально эффективной и удобной в эксплуатации. Их выбор и настройка играют ключевую роль в успешной реализации данного подхода.

Переход на микросервисную архитектуру — это не просто модное явление, а решение, которое в реальных условиях позволяет компаниям достигать впечатляющих результатов. Чтобы понять, как это работает на практике, рассмотрим один из самых известных примеров успешного внедрения микросервисов — компанию Netflix.

На ранних этапах Netflix использовал монолитную архитектуру, которая была эффективной для первоначальной модели бизнеса, связанной с доставкой DVD по подписке. Однако с переходом к стриминговому сервису компания начала испытывать проблемы. Рост аудитории и увеличение нагрузки приводили к сбоям в работе системы, а изменения в коде становились сложными из-за взаимосвязи всех компонентов.

Понимая необходимость изменений, Netflix начал постепенное внедрение микросервисной архитектуры. К 2009 году компания стала разделять свою систему на отдельные сервисы, такие как управление пользователями, рекомендации и потоковая передача. Каждая команда занималась своим микросервисом, что позволило компании быстрее разрабатывать и внедрять новые функции [7].

Результаты перехода были впечатляющими. Микросервисы обеспечили гибкость масштабирования: например, при пиковых нагрузках на один из сервисов, таких как стриминг видео, он мог быть масштабирован независимо от других. Кроме того, микросервисная структура повысила устойчивость системы — сбой в одном модуле больше не влиял на весь сервис [8].

Сегодня Netflix обслуживает миллионы пользователей, обеспечивая их персонализированными рекомендациями и стабильным доступом к контенту. Их успех стал вдохновляющим примером для многих других компаний, включая Amazon, Uber и Spotify. Опыт Netflix демонстрирует, что переход на микросервисы — это не только решение текущих проблем, но и стратегический шаг к повышению гибкости и устойчивости системы.

Микросервисы уже изменили подход к разработке программного обеспечения, но на этом их эволюция не заканчивается. Технологии продолжают развиваться, открывая новые возможности и ставя перед разработчиками новые задачи. Рассмотрим, что может ожидать микросервисную архитектуру в будущем.

Одним из ключевых направлений является концепция "Serverless". Эта модель предлагает отказаться от управления серверами, передавая эту задачу облачным провайдерам. Вместо того чтобы запускать и поддерживать собственные серверы или контейнеры, разработчики создают функции, которые автоматически выполняются по запросу. Это может значительно упростить инфраструктуру микросервисов, снизить затраты и ускорить развертывание новых функций. Тем не менее, "Serverless" вызывает вопросы, связанные с производительностью и

зависимостью от поставщиков облачных услуг, что делает её подход скорее дополнением к микросервисам, чем заменой [9].

Ещё одно направление — это использование искусственного интеллекта (ИИ) для управления микросервисами. Уже сегодня существуют инструменты, которые применяют ИИ для автоматического мониторинга состояния сервисов и прогнозирования сбоев. В будущем такие технологии могут стать более сложными, позволяя автоматически масштабировать ресурсы, балансировать нагрузку и даже самостоятельно исправлять ошибки в работе системы. Примером могут быть системы, которые анализируют поведение пользователей и динамически оптимизируют работу микросервисов для повышения производительности.

Не стоит забывать и об эволюции DevOps-подходов, которые неразрывно связаны с микросервисами. Появление новых инструментов для CI/CD, интеграция с облачными платформами и упрощение процессов автоматизации помогут ускорить разработку и повысить надёжность систем. Например, практики GitOps, которые делают управление инфраструктурой похожим на управление кодом, становятся всё более популярными [10].

Будущее микросервисной архитектуры связано с упрощением инфраструктуры, использованием передовых технологий и дальнейшим развитием подходов к автоматизации. Эти изменения позволят сделать разработку ещё более гибкой и эффективной, сохраняя при этом ключевые преимущества микросервисного подхода.

Таким образом, микросервисная архитектура сегодня является одним из самых обсуждаемых подходов к созданию программного обеспечения. Её преимущества очевидны: гибкость разработки, возможность независимого масштабирования отдельных модулей, повышение отказоустойчивости и технологическая независимость. Эти качества делают её особенно привлекательной для крупных и быстрорастущих проектов, где монолитные системы начинают ограничивать развитие.

Однако внедрение микросервисов связано и с рядом вызовов. Компании сталкиваются с трудностями проектирования, необходимости управления распределёнными системами и обеспечения безопасности. Также нельзя забывать о затратах на инфраструктуру и важности автоматизации. Поэтому выбор микросервисной архитектуры требует взвешенного подхода и глубокого анализа особенностей проекта.

Для компаний, которые только планируют внедрение микросервисов, важно начать с оценки своей текущей системы. Если монолитная архитектура пока справляется с нагрузками, возможно, не стоит спешить с переходом. Важно определить ключевые области, где разделение системы на микросервисы действительно принесёт пользу.

Рекомендуется начинать с небольших шагов. Например, выделить один компонент системы в отдельный микросервис, чтобы понять

особенности работы с новой архитектурой. Также крайне важно выбрать правильные инструменты: системы для контейнеризации (например, Docker), оркестрации (Kubernetes) и мониторинга (Prometheus, Grafana). Кроме того, стоит уделить внимание обучению команд, чтобы они могли эффективно работать с новой архитектурой.

Подводя итоги, можно сказать, что микросервисы — это не просто технология, а целая философия разработки. Они требуют тщательной подготовки и правильного подхода, но при грамотном внедрении могут стать мощным инструментом, который поможет компании оставаться конкурентоспособной и готовой к любым вызовам будущего.

Список литературы

1. Артамонов И.В. Исторические аспекты появления микросервисной архитектуры // Объектные системы. 2016. №13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoricheskie-aspekty-poyavleniya-mikroservisnoy-arhitektury> (дата обращения: 9.12.2024).
2. Кабарухин А.П. Выгоды перехода от монолитной к микросервисной архитектуре приложения // Проблемы Науки. 2022. №1 (170). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vygody-perehoda-ot-monolitnoy-k-mikroservisnoy-arhitecture-prilozheniya> (дата обращения: 10.12.2024).
3. Кравченко Даниил Андреевич МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА // Интерактивная наука. 2022. №4 (69). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikroservisnaya-arhitektura> (дата обращения: 13.12.2024).
4. Маличенко Сергей Владимирович Проблемы перехода от монолитной к микросервисной архитектуре // Евразийский научный журнал. 2022. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problems-perehoda-ot-monolitnoy-k-mikroservisnoy-arhitecture> (дата обращения: 14.12.2024).
5. Чиганов Д.Р. Docker: ключ к контейнеризации и масштабируемости // Вестник науки. 2023. №7 (64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/docker-klyuch-k-konteynerizatsii-i-masshtabiruемости> (дата обращения: 16.12.2024).
6. Галигузова Е.В., Илларионова Ю. Е. ЯЗЫК ЗАПРОСОВ GRAPHQL КАК ЗАМЕНА REST API. СРАВНЕНИЕ GRAPHQL И REST API // Символ науки. 2023. №1-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yazyk-zaprosov-graphql-kak-zamena-rest-api-sravnenie-graphql-i-rest-api> (дата обращения: 17.12.2024).
7. Конференция QCon. Овладение хаосом: руководство Netflix для микросервисов. Часть 1 / [Электронный ресурс] // Хабр: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/ua-hosting/articles/507526/> (дата обращения: 20.12.2024).
8. Экосистема микросервисов / [Электронный ресурс] // AppMaster : [сайт]. — URL: <https://appmaster.io/ru/glossary/ekosistema-mikroservisov> (дата обращения: 22.12.2024).
9. Гордина А.Т., Забродин А.В. Особенности технологий бессерверных вычислений // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2022. №1 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-tehnologiy-besservernyh-vychisleniy> (дата обращения: 24.12.2024).
10. GitOps — что это такое и с чем его едят? / [Электронный ресурс] // Хабр : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/oleg-bunin/articles/690544/> (дата обращения: 28.12.2024).

Сведения об авторе:

Мухаметгалиев Сайдаш Искэндэрович, студент, ФГБОУ ВО Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Moukhametgaliev Saidash Iskenderovich, student, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

УДК 625.7/8

Дормидонтова Т.В., Мумджян Р.Х.
Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Георадарное обследование, выбор битумного вяжущего при реконструкции автомобильной дороги в Самарской области

Аннотация: Статья посвящена применению георадиолокационного метода при реконструкции автомобильной дороги в Самарской области, с использованием георадара, выявлением дефектов покрытия (трещины, зоны разуплотнения, пустоты), что позволило разработать конструкцию дорожной одежды с армирующей георешёткой. Проектирование конструкции дорожной одежды проведено в соответствии с ГОСТ 71404-2024 [1]. Для определения критических температур эксплуатации (максимальная и минимальная при 98% надежности) проанализированы климатические данные метеостанций «Безенчук» (Самарская область), «Перелюб» (Саратовская область) и «Сорочинск» (Оренбургская область). Выбор марки битумного вяжущего осуществлен по ГОСТ Р 58400.1-2020 [2] и ГОСТ 71009-2023 [3] с учетом транспортной нагрузки и скорости потока. Контроль качества битума включал испытания на пенетрацию, дуктильность и температуру размягчения по стандартным методикам. Разработана карта зон применения данной марки битума в Самарской области. Выявлены пробелы («белые пятна») в нормативной базе, в частности, отсутствие данных по ключевой метеостанции в действующем ГОСТ. Комплексный подход, сочетающий георадиолокационное обследование, климатический анализ и лабораторный контроль, позволил разработать надежную конструкцию дорожной одежды и обосновать выбор битумного вяжущего марки по системе эксплуатационных категорий для условий Самарской области. Результаты подчеркивают необходимость актуализации нормативных документов с учетом региональной специфики.

Ключевые слова: георадиолокация, битумное вяжущее, дорожная одежда, георешетка, температурный режим, дефекты покрытия, реконструкция дорог, нормативная база.

Dormidontova T.V., Mumdjian R.K.

Georadar inspection, the choice of bitumen binder during the reconstruction of the highway in the Samara region

Abstract: The article is devoted to the application of the georadiolocation method in the reconstruction of a highway in the Samara region, using georadar, detecting coating defects (cracks, decompression zones, voids), which made it possible to develop a road surface design with a reinforcing geogrid. The design of the road surface was carried out in accordance with GOST 71404-2024 [1]. To determine the critical operating temperatures (maximum and minimum at 98% reliability), climatic data from the weather stations Bezenchuk (Samara region), Perelyub (Saratov Region) and Sorochinsk (Orenburg Region) were analyzed. The brand of bitumen binder was

selected in accordance with GOST R 58400.1-2020 [2] and GOST 71009-2023 [3], taking into account the transport load and flow rate. Bitumen quality control included tests for penetration, ductility and softening temperature according to standard methods. A map of the application areas of this brand of bitumen in the Samara region has been developed. Gaps ("white spots") in the regulatory framework have been identified, in particular, the lack of data on a key weather station in the current GOST. An integrated approach combining geo-radar inspection, climate analysis and laboratory control allowed us to develop a reliable road surface design and justify the choice of bitumen binder grade according to the system of operational categories for the conditions of the Samara region. The results emphasize the need to update regulatory documents, taking into account regional specifics.

Keywords: georadiolocation, bitumen binder, road clothing, geogrid, temperature regime, coating defects, road reconstruction, regulatory framework.

Введение. Реконструкция автомобильных дорог в условиях переменчивого климата требует точной диагностики состояния покрытия и научно обоснованного выбора материалов. Особую значимость приобретает применение неразрушающих методов контроля, таких как георадиолокация, и адаптация битумных вяжущих к экстремальным температурным нагрузкам.

Цель исследования. Обоснование технологических решений при реконструкции участка автомобильной дороги на основе георадарного обследования, климатического анализа и выбора оптимальной марки битума.

Материал и методы исследования. Георадиолокационное обследование проведено с применением отечественного георадара «ОКО». Анализ радарограмм выявил дефекты покрытия (трещины, пустоты). Конструкция дорожной одежды разработана по ГОСТ 71404-2024 [1] с использованием щебёночно-мастичного асфальтобетона и полимерно-битумного вяжущего, усилена георешёткой. Климатический анализ базировался на данных метеостанций: «Безенчук» (Самарская обл.), «Перелюб» (Саратовская обл.), «Сорочинск» (Оренбургская обл.). Определены экстремальные температуры при надёжности 98%. Выбор битумного вяжущего выполнен согласно ГОСТ Р 58400.1-2020 [2] и ГОСТ 71009-2023 [3] с учётом транспортной нагрузки (АК-11,5) и скорости потока (>70 км/ч). Контроль качества битума включал испытания: пенетрацию (ГОСТ 11501), дуктильность (ГОСТ 11505), температуру размягчения (ГОСТ 11506).

Результаты исследования и их обсуждение. Георадарная диагностика подтвердила наличие критических дефектов покрытия, что обусловило необходимость усиления конструкции георешёткой с температурой плавления $+200^{\circ}\text{C}$ (выше температуры укладки асфальтобетона $+180^{\circ}\text{C}$). Климатические параметры показали экстремальные условия эксплуатации, в этой связи выбрана оптимальная

марка битума - PG 64-34, удовлетворяющая всем климатическим зонам. Её применение гарантирует: устойчивость к колебаниям при жаре; предотвращение трещинообразования при перепадах температур; соответствие ГОСТ 71009-2023 [3]. Карта зон применения PG 64-34 выделяет территории Самарской области, где использование данной марки технологически обосновано (зелёные зоны) и не рекомендовано (красные зоны). Выявленные «белые пятна» включают отсутствие данных по метеостанции «Самара-Курумоч» в ГОСТ 71009-2023 и противоречия в нормативной базе. Предложены меры: актуализация документов, создание региональных строительных норм, межведомственные рабочие группы.

Применение метода георадиолокации дает возможность неразрушающим способом получить точную информацию, исключая ошибки при проектировании реконструкции покрытий, а также позволяет решать следующие вопросы. В работе применялся георадар «ОКО» [4] при обследовании участка автомобильной дороги Самарской области.

По данным дефектовки существующее асфальтобетонное покрытие имеет значительное количество трещин, которые также проявились на радарограмме, рисунок 1.

На радарограмме были замечены такие серьезные дефекты, как зоны разуплотнения и пустоты, рисунок 2.

Конструкция дорожной одежды разработана с учетом георадарных исследований и запроектирована по ГОСТ 71404-2024 [1], рисунок 3.

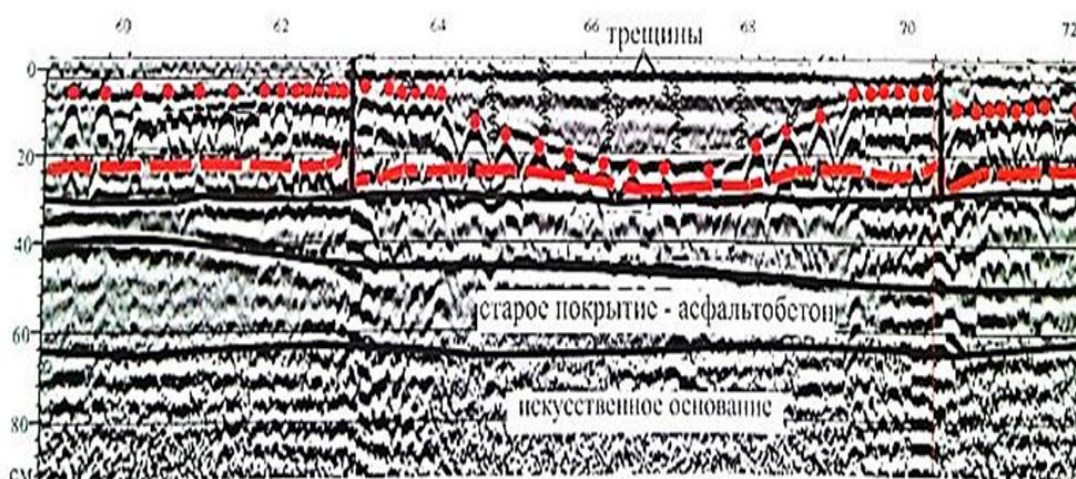


Рисунок 1. Фрагмент радарограммы на асфальтобетонном покрытии

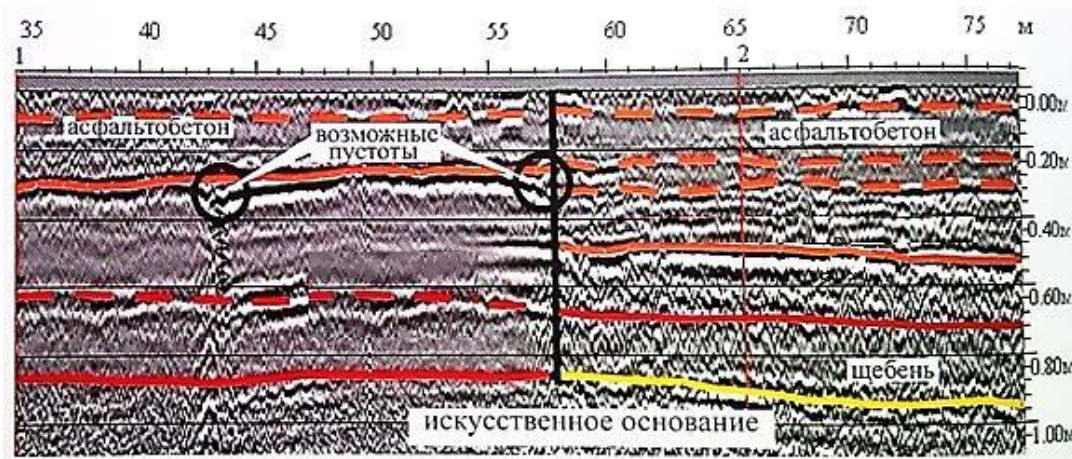


Рисунок 2. Фрагмент радарограммы с дефектами на асфальтобетонном покрытии

Схема дорожной конструкции			
Элементы дорожной конструкции	Проезжая часть краевые полосы	+	Остановочная полоса
Слои дорожной конструкции	ЩМА-16 PG 64-34	на	Поверхностная обработка по технологии Sescmair
	Георешётка «Армостаб» 50/50		Укрепленная ПЦГ-смесью
	а/б на ПБВ 40		Грунт
	Существующая д.о.		
Подстилающий слой дорожной конструкции			
Откос			
Покровитель растительным слоем			

Рисунок 3. Вариант конструкции дорожной одежды

Для повышения надежности в эксплуатации и сроков службы дорожной конструкции будет применен армирующий материал (георешётка) между верхним и нижним слоями покрытия автомобильной дороги, рисунок 4.

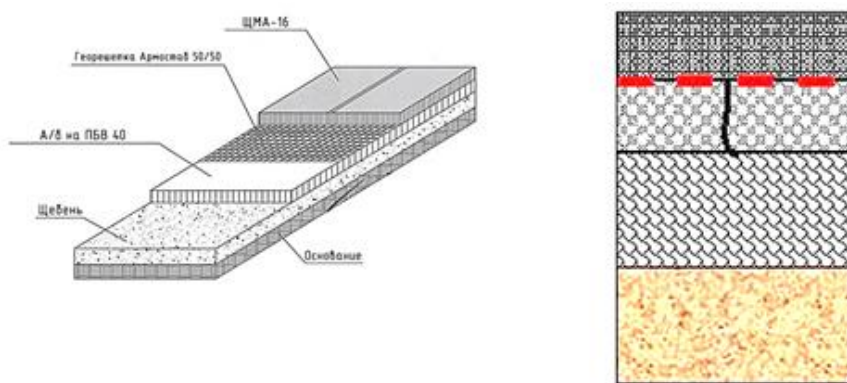


Рисунок 4. Схема применения георешётки

Температура горячих асфальтобетонных смесей при укладке достигает $+180^{\circ}\text{C}$, а температура плавления георешётки из полипропилена, полиэфира составляет $+200^{\circ}\text{C}$.

В результате сравнения нескольких вариантов стабилизирующих целлюлозных добавок, в работе применили VIATOR 66, как наиболее эффективная, так как по многим показателям она превосходит своих аналогов и полностью соответствует ГОСТ Р 58406.1-2020 [5].

В качестве объекта исследования в работе был выбран подбор битумного вяжущего в процессе производства работ при реконструкции участка автомобильной дороги в Самарской области. Автомобильная дорога проходит через холмистую местность, следовательно, применяемое битумное вяжущее должно быть устойчивым к перепадам температур и механическим нагрузкам.

Реконструкция участка автомобильной дороги требует учёта климатических, геологических и экологических особенностей региона. Ключевой задачей является выбор битумного вяжущего, обеспечивающего долговечность покрытия в условиях экстремальных температур, высокой транспортной нагрузки и близости водоёмов.

Согласно ГОСТ 71009-2023 [3] прогнозируемая средняя скорость транспортного потока на автомобильной дороге вне населенного пункта свыше 70 км/час. Согласно ГОСТ 58401.1-2019 уровень транспортной нагрузки АК-11,5.

В работе был проведен анализ климатических данных по информации метеостанций из открытых источников интернета. Эти сведения, необходимы для определения температур (максимальной и минимальной), климатических параметров, влияющих на проектирование дорожного покрытия.

В работе был определен принцип выбора метеостанции: станции должны располагаться в непосредственной близости к объекту или в зоне ее влияния; станции должны предоставлять актуальные данные по осадкам, температуре и ветру.

Для выбора и обозначения основных метеостанций Самарской, Саратовской и Оренбургской областей воспользуемся информацией, доступной на официальных ресурсах Росгидромета [6] и специализированных сайтах. Для уточнения данных по Оренбургской области можно использовать ресурсы: Росгидромет [6] или Приволжское УГМС [7].

Пример перечня наиболее значимых станций Самарской области с указанием географического положения представлен в таблице 1.

Таблица 1. Метеостанции Самарской области

№	Название	Географическое положение
1	Самара-Курумоч	Аэропорт Курумоч
2	Жигулёвск	Город Жигулёвск

№	Название	Географическое положение
3	Тольятти	Автозавод
4	Чапаевск	Город Чапаевск
5	Похвистнево	Западная часть региона
6	Борское	Юго-западная часть
7	Безенчук	Районный центр
8	Сергиевск	Восточная часть региона
9	Кинель	Южное направление
10	Новокуйбышевск	Нефтехимический район

Для определения расчетных температурных условий эксплуатации автомобильной дороги на участке, проходящем через Самарскую, Саратовскую и Оренбургскую области, в качестве реперных точек выбраны метеостанции, географически наиболее близкие к трассе и предоставляющие релевантные климатические данные. Для Самарской области выбрана метеостанция «Самара-Курумоч» (индекс ВМО 28902, координаты: 53°29'N, 50°2'E), обладающая минимальным расстоянием до анализируемого участка дороги. На основании данных этой станции установлены следующие критические значения температур дорожного покрытия при обеспеченности 98%: максимальная расчетная температура +58.0 °C, минимальная расчетная температура: -33.7 °C.

Для Саратовской и Оренбургской областей выбор метеостанций осуществлен по аналогичному критерию географической близости к соответствующим участкам трассы.

После проведенного анализа наиболее жестких климатических условий по всем реперным метеостанциям, оценки исходных данных и проведенных расчетов был проведен окончательный выбор марки битумного вяжущего, с учетом необходимости обеспечения надежности конструкции в экстремальных условиях для всего участка дороги. В работе, к применению рекомендована марка PG 64-34. Марка PG 64-34 удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 58400.1-2020 [2] (PG 64.0-34.0), ГОСТ Р 58400.2 [8] (PG 64(S)-34.0) и ГОСТ 71009-2023 [3] для расчетных климатических параметров всего участка дороги. Выбранная марка обеспечивает: повышенную устойчивость к образованию колеи при высоких температурах (до +64 °C). Сопротивление низкотемпературному растрескиванию (до -34 °C). Долговечность покрытия в условиях значительных сезонных и суточных перепадов температур, характерных для региона строительства. Выбор марки PG 64-34, покрывающей экстремумы по всем метеостанциям, является технически и экономически обоснованным решением для обеспечения надежности дорожной одежды на протяженном участке трассы, проходящем через территории с варьирующими климатическими условиями.

На карте Самарской области выделены зоны применения битума PG 64-34 на основании проанализированных условий. Зеленым цветом обозначены районы, где температурный режим соответствует заданной марке. Красным – где использование назначенного битума не рекомендуется, рисунок 5.

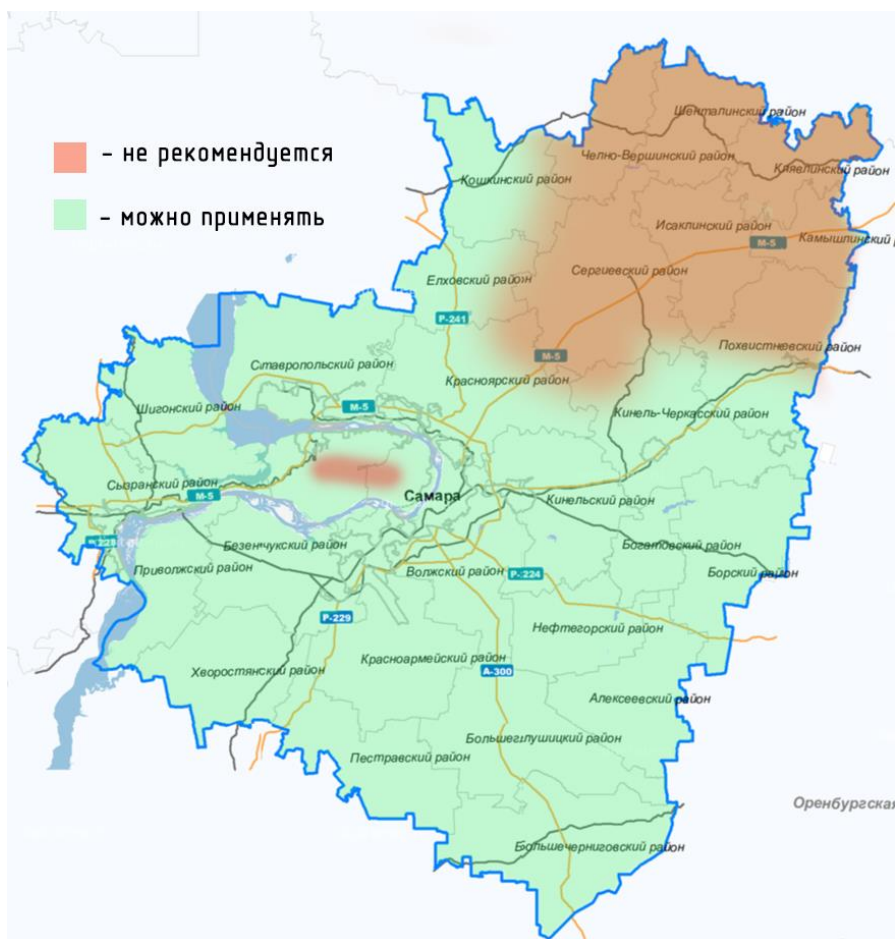


Рисунок 5. Зона применения PG 64-34

Анализируя процесс реконструкции конкретного объекта, было установлено наличие ряда неопределенностей («белых пятен»), обусловленных отсутствием учета специфики местных климатических условий в отдельных действующих нормативных актах. «Белые пятна» представляют собой пробелы в нормативно-правовом регулировании, выражающиеся в отсутствии конкретных нормативных положений либо выявленных несоответствиях и коллизиях между действующими регламентирующими актами.

Примером данной проблемы является ситуация с ГОСТ 71009-2023 [3]. В указанном стандарте отсутствуют климатические данные, необходимые для проектных расчетов применительно к метеорологическим условиям метеостанции «Самара-Курумоч». Это

свидетельствует о недоучете региональной специфики в действующих нормативных документах, что снижает точность расчетов и повышает риски ошибок при разработке проектной документации.

Проведенный анализ позволяет выделить следующие ключевые факторы, детерминирующие возникновение "белых пятен":

Организационно-управленческий фактор: отсутствие четкого разграничения зон ответственности и механизмов координации между подразделениями и организациями, участвующими в разработке и актуализации нормативной базы.

Экономический фактор: недостаточное ресурсное обеспечение процессов систематического мониторинга, исследования, разработки и своевременного обновления нормативно-технической документации.

Технологический фактор: существенное опережение темпов технологического прогресса в строительстве и смежных отраслях по сравнению со скоростью актуализации данных в регламентирующих документах. Нормативная база не успевает адекватно реагировать на появление новых материалов, конструкций и методов строительства.

Для устранения обозначенных проблем предлагается ряд мер, направленных на повышение качества регулирования строительной отрасли:

Разработка специализированных строительных норм, адаптированных к местным климатическим условиям, особенностям транспортной инфраструктуры и другим факторам, оказывающим существенное влияние на проектирование и строительство объектов.

Формирование межведомственных рабочих групп, включающих представителей органов власти различного уровня, экспертного сообщества и профильных организаций, целью которых станет систематизация накопленного опыта и разработка предложений по совершенствованию законодательства.

Создание специализированного программного обеспечения, способного проводить комплексный сравнительный анализ существующих нормативных актов (ГОСТ, СП, СНиП, ПНСТ, ОДН), автоматически выявляя возможные противоречия и предлагая варианты их разрешения.

Регулярная процедура обновления нормативно-технической базы, обеспечивающая своевременность отражения текущих технологических достижений и изменений условий строительства.

Устранение выявленных "белых пятен" является **неотъемлемым условием** обеспечения научной обоснованности, технико-экономической эффективности и безопасности реконструкции автомобильных дорог. Предложенный комплекс мер направлен на **систематизацию нормативной базы, учет региональной специфики и оперативную адаптацию** регламентов к современным реалиям. Реализация данных

предложений требует **консолидированных усилий** законодательных, научных и проектных институтов. Особое значение имеет **внедрение цифровых инструментов** анализа и управления нормативной базой для повышения эффективности выявления и устранения противоречий и пробелов.

Выводы: Комплексный подход, сочетающий георадиолокационное обследование, климатический анализ и лабораторный контроль, позволил разработать надежную конструкцию дорожной одежды и обосновать выбор битумного вяжущего марки 64-34 по системе эксплуатационных категорий для условий Самарской области. Результаты подчеркивают необходимость актуализации нормативных документов с учетом региональной специфики.

Список литературы

1. ГОСТ 71404-2024. Конструкции дорожных одежд автомобильных дорог. Общие технические требования. – Введ. 2024-07-01. – М.: Стандартинформ, 2024. – IV, 28 с.
2. ГОСТ Р 58400.1-2020 (EN 13924-1:2015, NEQ). Материалы на основе битума вяжущего нефтяного дорожного. Спецификации. Часть 1. Битум вяжущий нефтяной дорожный. – Введ. 2021-07-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – IV, 12 с.
3. ГОСТ 71009-2023. Материалы на основе битума вяжущего нефтяного дорожного. Выбор марки битумного вяжущего. – Введ. 2024-07-01. – М.: Стандартинформ, 2023. – IV, 16 с.
4. Техническая документация на георадар "ОКО".: Руководство по эксплуатации. – М.
5. ГОСТ Р 58406.1-2020. Геосинтетические материалы. Георешетки для дорожного строительства. Технические условия. – Введ. 2021-07-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – IV, 16 с.
6. Росгидромет. [Электронный ресурс]: Официальный сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – URL: <https://www.meteorf.gov.ru/>
7. Приволжское УГМС. [Электронный ресурс]: Официальный сайт Приволжского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – URL: <https://pogoda-sv.ru/>
8. ГОСТ Р 58400.2-2020 (EN 13924-1:2015, NEQ). Материалы на основе битума вяжущего нефтяного дорожного. Спецификации. Часть 2. Битум вяжущий нефтяной дорожный модифицированный полимерами. – Введ. 2021-07-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – IV, 14 с.

Сведения об авторах:

Дормидонтова Татьяна Владимировна, Зав.каф, Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Мумджян Роберт Хачикович, студент, Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Dormidontova Tatiana Vladimirovna, Head of the Department of Samara State Technical University, Samara, Russia

Mumdjian Robert Khachikovich, Student, Samara State Technical University, Samara, Russia

УДК 004.6

Мусин И.Р.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург, Россия

Оптимизация обработки текстовых данных для анализа тональности новостных лент с использованием хеш-таблиц

Аннотация. В статье предлагается метод оптимизации обработки больших объемов текстовых данных, применяемый к анализу тональности новостей (100 тысяч статей) с использованием хеш-таблиц и индексирования. Актуальность исследования обусловлена ростом объема неструктурированных текстовых данных и необходимостью их быстрого анализа для выявления общественных настроений. Разработанная методология включает извлечение пар слов с взвешенным учетом расстояний, последовательных биграмм и триграмм, а также систему адаптивной калибровки предсказаний. Рассматриваются алгоритмы хеширования и структуры индексирования для ускорения предобработки и поиска. Используются локальные и облачные модели для разметки предварительной разметки данных. Проведены эксперименты, демонстрирующие производительность предложенного подхода и его масштабируемость.

Ключевые слова: текстовые данные, хеш-таблицы, индексирование, анализ тональности, большие данные

Musin I.R.

Optimization of text data processing for analyzing the tonality of news feeds using hash tables

Abstract. The article proposes a method for optimizing the processing of large amounts of text data, applied to the analysis of the tonality of news (100 thousand articles) using hash tables and indexing. The relevance of the study is due to the growing volume of unstructured text data and the need for their rapid analysis to identify public sentiment. The developed methodology includes the extraction of pairs of words with weighted consideration of distances, consecutive bigrams and trigrams, as well as a system of adaptive calibration of predictions. Hashing algorithms and indexing structures are considered to speed up preprocessing and search. Local and cloud models are used to mark up the pre-markup of the data. Experiments have been conducted to demonstrate the performance of the proposed approach and its scalability.

Key words: text data, hash tables, indexing, tonality analysis, big data.

Введение

Обработка данных сталкивается с масштабными исходными материалами, что становится особенно актуально в глобальной интернет-сети. Согласно данным сервиса Internet Live Stats, за одну секунду

пользователи задают свыше 50 000 запросов через Google и обмениваются приблизительно 2,5 млн. электронных писем [1]. Эти цифры впечатляют, но лишь частично отражают реальный масштаб интернета как информационной среды. Учёным предстоит разработать оптимизированные алгоритмы и методики, способные оперативно и надёжно обрабатывать нарастающие объёмы материалов. При исключении второстепенных видов информации, таких как визуальные материалы, изображения и дополнительные данные, основное поле обмена сосредоточено на текстовом формате, который объединяет участников процесса, позволяя формулировать идеи, узнавать и публиковать тексты в разных формах. Текстовая информация сохраняет ключевую роль в передаче и обработке данных в цифровом пространстве, обуславливая необходимость совершенствования подходов и технологий для работы с текстовыми материалами.

Литературный обзор

В условиях больших данных (Big Data) обработка текстовой информации сопряжена с множеством вызовов, связанных с хранением, анализом и преобразованием текстов. Одним из главных препятствий является автоматизация извлечения значимой информации из неструктурированных текстов. Исследования показывают, что в современных организациях неструктурированные тексты составляют не менее 80% всех данных [2, с. 377].

Классификация, аннотирование и анализ тональности текстовой информации эффективны при использовании современных алгоритмов машинного обучения и обработки естественного языка (NLP). Эти технологии позволяют выявлять закономерности, формировать прогнозы и обосновывать решения, опираясь на большие массивы текстовых данных. Среди актуальных проблем NLP заслуживают внимания анализ настроений, выделение упоминаемых объектов, автоматическое суммирование текста и создание естественных речевых конструкций.

Современные методы машинного обучения, построенные на глубоких нейронных сетях и архитектуре трансформеров, значительно улучшили качество взаимосвязанной обработки текстовых данных. Однако задачи, ориентированные на превышение определенного объема информации, сопряжены с необходимостью эффективного распределения вычислительных ресурсов и оптимизации временных затрат. К примеру, при детальном анализе субъективной окраски новостных сообщений с целью извлечения истинных намерений авторов, возникает потребность в учете сложных лингвистических взаимосвязей, таких как биграммы и триграммы, с учетом весовых факторов, отражающих взаимное расположение лексем, что, безусловно, усложняет процессы предварительной подготовки и последующего анализа данных.

Наш алгоритм построен на специализированных структурах индексирования и структурам пространства ключей, что существенно сокращает время обработки больших текстовых потоков. Методика извлекает словосочетания с адаптивным оцениванием дистанции компонентов, анализирует последовательности биграмм и триграмм, и автоматически подстраивает параметры, тем самым повышая качество анализа эмоциональной окраски новостей. Экспериментальные измерения демонстрируют как высокую точность, так и оперативность, что делает подход особенно востребованным для мониторинга общественного мнения на фоне больших информационных объемов.

Материалы и методы

Создание наборов данных оказалось довольно сложной задачей, так как нужно было добиться баланса в выборке, репрезентативности и качества образцов. Высокая изменчивость информационного пространства требует выбора релевантного источника и разработки методов устойчивого сбора текстовых данных; Такие данные можно использовать для анализа сентиментов и их корреляции с рыночными показателями.

Начальный этап: использование открытых API

На первоначальном этапе сбора данных использовался открытый Application Programming Interface (API) — NewsAPI. Он предоставлял доступ к новостным статьям на основании заданных ключевых слов. Для увеличения объема выборки формировались комбинированные запросы, охватывающие широкий спектр тематик. Благодаря этой методике был сформирован исходный корпус, включающий 10 000 новостных заметок.

При этом в ходе выполнения работы выявилось значительное ограничение. Поле, предназначенное для хранения полной новости и известное как content, в действительности включало лишь первые 200 символов. Такой лимит не поддавался преодолению без существенной модификации метода, в результате чего стал необходимым переход к иной схеме анализа данных.

Переход к первоисточникам: использование RSS-лент

Решив обойти описанные ограничения, исследователи обратились к первоисточникам новостей, извлекая полноценные тексты статей посредством их URL-адресов. На первом этапе выделили уникальные URL из исходного массива, после чего сгруппировали записи по источникам с использованием реляционной СУБД PostgreSQL. Итоговый анализ выявил 1034 уникальных источника; для каждого из них вручную определили домен и организовали мониторинг RSS-лент — стандартных каналов распространения контента. RSS (Really Simple Syndication) — это формат, построенный на XML, который обеспечивает автоматическое распространение обновлений веб-ресурсов, таких как новости и блоги. Внедрение описанного метода позволяет получать свежие статьи круглосуточно, что существенно повышает качество собираемых данных.

Поиск RSS-лент осуществлялся через проверку стандартных путей, например, «/feed», «/rss», «/feed.xml», «/rss.xml», «/feeds», «/index.xml», «/atom.xml». Всего было выявлено 792 активных RSS-канала, которые были связаны с разнообразными веб-ресурсами. Хотя связь выявленных каналов не всегда была исключительно новостной по тематике, количество релевантных публикаций удовлетворяло целям исследования.

Ежечасный сбор и расширение выборки

Основой работы системы, изначально опиравшейся на активное использование RSS-каналов новостей, является ежедневный сбор сообщений с ежечасной периодичностью. Такие источники формируют поток информации, насчитывающий от 500 до 800 свежих сообщений, поступающих в систему каждый час. Ниже приводится ряд главных порталов с наибольшим объемом контента:

Таблица 1. Основные источники по количеству собранных публикаций

Источник	URL RSS-ленты	Количество новостей
Bitcoin Ethereum News	https://bitcoinethereumnews.com/feed/	7720
TradingView	https://tradingview.com/feed/	6875
ETF Daily News	https://www.etfdailynews.com/feed	3169

Таблица 2. Распределение статей по категориям длины

Категория статей по длине	Кол-во статей	Средняя длина новости
Короткий (< 500 символов)	64768	253
Средний (500-2000 символов)	24078	972
Длинный (2000-5000 символов)	13916	2497
Очень длинный (> 5000 символов)	6362	13659

За рассматриваемый период была собрана обширная выборка. В итоге она превысила 100 000 полноценных новостных сообщений, пригодных для проведения полноценного сентимент-анализа.

Предобработка текста

Предобработка текстов, предусматривающая нормализацию, токенизацию и лемматизацию [3, с. 15], трансформирует исходный материал в структурированное представление, тем самым способствуя глубокому анализу и расширенному пониманию текста. Очистка данных — удаление стоп-слов и коррекция ошибок — значительно повышает качество исходной информации. Ключевой операцией является нормализация: унификация лексем, снижение размерности словарного запаса, рост обобщающей способности. В числе часто применяемых техник — трансформация символов в нижний регистр, очищение от пунктуации и меток HTML, лемматизация и стемминг.

При анализе сентимента прогнозатора очень важно сохранить стоп-слова, поскольку они часто передают эмоциональные оттенки и играют решающую роль в интерпретации расположения текста. Особенно отрицательные частицы и усиливающие слова способны либо изменить общую тональность высказывания, либо усилить эмоциональное окрашивание, либо ослаблять его.

Выбор моделей для предварительного анализа сентимента

Аннотирование данных — ключевой этап при анализе настроений текстов, поскольку точность меток напрямую влияет на достоверность результатов. Процесс аннотирования включал выбор модели, разработку эффективного промпта и проверку результатов на подвыборке с учетом ограничений вычислительных ресурсов.

Перечисленные языковые модели применяли для анализа настроений: среди них выделялись облачные версии gpt-3.5-turbo и gpt-4o-mini-2024-07-18, доступные через API. В локальной среде задействовали семейство Llama с 7- и 8-миллиардными квантованными версиями Q_4, а также Qwen2.5-7B-financial, оптимизированную библиотекой Unsloth. Семейство Llama, разработанное Meta AI, и Qwen2.5, созданное Alibaba Cloud, — языковые модели на архитектуре трансформеров — специализированных нейросетевых архитектурах, которые за счёт механизмов внимания эффективно обрабатывают последовательности данных, снижая вычислительную сложность с $O(n^2)$ до $O(n \cdot \log n)$ [4, с. 37].

$$O(n^2) \quad (1)$$

$$O(n * d) \quad (2)$$

где n — длина последовательности, а d — размерность модели.

Модели gpt-3.5-turbo (T1) и gpt-4o-mini-2024-07-18 (T2) были использованы через API OpenAI, что позволило применить облачные вычисления — их вычислительная мощность быстро справлялась с высокими нагрузками при минимальных требованиях к локальному оборудованию. Вместе с этим Llama-3.1-8B-financial-sentiment (T7), Llama-3.1-8B (T8) и Qwen2.5-7B-financial (T9) — локально развернутые модели, оснащённые 7-8 млрд настраиваемых параметров, могут эффективно обобщать данные и демонстрировать высокую точность в определении сентимента. Использование квантования Q_4, при котором параметры кодируются с разрешением в 4 бита, позволяет снизить требования к памяти и вычислительным ресурсам, не жертвуя точностью [5, глава 2]. Кроме того, технология Unsloth оптимизирует локальную обработку, увеличивая скорость анализа. Для опытов с локальными моделями применялся ПК с процессором Intel Core i5-12450H (8 ядер), 16 ГБ оперативной памяти, SSD на 512 ГБ и графическим ускорителем NVIDIA RTX 4050. В совокупности аппаратные ресурсы и программная платформа Unsloth обеспечили достойную производительность решений для задач естественной обработки языка, выдерживая различные уровни нагрузки. Облачные модели, используя серверные мощности, демонстрировали непревзойдённую скорость отклика, а локальные варианты гарантировали адаптивность и автономность — они ограничивались лишь объёмными возможностями доступного оборудования.

Методология разметки: Zero-Shot Learning

Метод zero-shot learning (обучение без примеров) позволил обеспечить разметку текста, поскольку модель получила возможность классифицировать данные, даже не пройдя предварительную тренировку на специфических наборах данных [6, с. 74]. В задаче анализа сентимента такой подход проявился в присваивании каждой статье оценки настроения, варьирующейся от -1 (отрицательные эмоции) до 1 (позитивные эмоции). Этого удалось достичь посредством текстового формулирования задачи (промпта), не используя при этом размеченные примеры. Такой подход оправдан при низкой доступности размеченных данных — ситуации, характерной для масштабных текстовых массивов, включая исследуемую базу новостных публикаций. Процесс разметки выглядел следующим образом: под заголовком и содержанием каждой статьи рассчитывалась сентимент-оценка.

Валидация и ограничения

Для оценки качества созданных аннотаций проведён ручной анализ подвыборки из 200 статей. Сравнение автоматической аннотации с экспертизой выявило допустимую среднюю абсолютную ошибку (MAE) на уровне 0,15. Это подтверждает приемлемую точность модели, несмотря на ограниченное обучение (zero-shot). Однако высокая вычислительная нагрузка — обработка одной статьи занимает 10-20 секунд, — ограничила разметку всего 20% корпуса (17984 статьи). При этом данное ограничение отражает принцип Парето, широко применяемый в машинном обучении: 80% эффекта достигаются с помощью обработки 20% наиболее информативных данных. Разметка пятой части корпуса обеспечивает достаточную статистическую значимость для анализа сентимента и корреляций с ценами токенов при существенно меньших ресурсных затратах.

Таблица 2. Сравнение скорости разметки записей для zero-shot классификации различными моделями

Наименование инструмента	Количество размеченных записей	Скорость (токенов/сек)	Среднее время на разметку (сек)	Тип окружения
T1	518	100	8.1	Облако (API)
T2	1906	120	6.75	Облако (API)
T7	6092	36	22.5	Локальный запуск
T8	8240	35	23.14	Локальный запуск
T9	1228	24	23.82	Локальный запуск

Исследование сентиментального анализа текстов с помощью выбранных моделей позволило каждому отзыву присвоить числовое значение, обеспечив основу дальнейших исследовательских работ. Итоговая база данных насчитывала сотни записей с оценками: 1101 - позитивные (>0), 1376 - нейтральные (около 0), 2675 - негативные (<0), что примерно соответствует 19%, 24% и 47% соответственно. Полученное

распределение подчёркивает превышение числа негативных отзывов над положительными и нейтральными, возможно, вызванное спецификой набора данных или особенности параметров моделей анализа. Проверка результатов подтвердила, что тщательно разработанные методики и продвинутая функциональность моделей обеспечивают высокую достоверность, несмотря на ограничения вычислительных мощностей.

Таблица 3. Результаты анализа сентимента текста с использованием моделей и сопоставимых метрик

Модель	Среднее значение score	Максимальный score	Минимальный score	Количество положительных оценок	Количество отрицательных оценок	Количество нейтральных оценок
T1	0.11	0.90	-0.90	345	137	36
T2	0.04	0.60	-0.60	400	247	1259
T7	0.36	1.00	-0.90	5169	144	779
T8	0.32	1.00	-0.40	7058	3	1179
T9	-0.04	1.00	-1.00	558	619	51

Методы индексирования и хеширования

Для эффективной обработки текстовых данных применён алгоритм, основанный на хеш-таблицах. Такой подход обеспечивает постоянную сложность при выполнении операций поиска и вставки, что особенно ценно при анализе больших объёмов текстов. Алгоритм опирается на хеширование строк, что позволяет быстро сопоставлять признаки и эффективно использовать их в анализе тональности. Он вычисляет пары слов, учитывая взвешенные расстояния между ними, последовательные биграммы и триграммы, что даёт одновременно учёт локального контекста и семантических отношений между отдалёнными словами. Для каждого типа признаков устанавливается индивидуальный вес, отражающий его значимость в анализе тональности. Алгоритм реализован на платформе NodeJS, что гарантирует высокую производительность при асинхронных операциях и экономное использование памяти.



Рис.1 Алгоритм перевода текста с индексы

Индексирование текстовых данных преобразует сырые данные в такой формат, который оптимизирует производительность. Многие современные системы обработки текста применяют различные структуры индексов, в том числе обратные индексы, чтобы эффективно справляться с большими объемами данных. Такие методы индексирования сокращают исходное множество из сотен тысяч слов до нескольких тысяч релевантных документов и могут вычислять сигнатуру назначения на миллиардах записей всего за несколько минут на поисковом кластере[7, с. 3].

Хеш-таблицы существенно ускоряют обработку данных за счёт упрощения процессов хранения и доступа. В основе лежит хеширование — математический алгоритм, преобразующий текст в индексированные ключи. Это значительно сокращает время доступа к данным [8, с. 253]. Подход незаменим при частом поиске — формировании рекомендаций, обработке отзывов и др.

Сочетание индексации и хеширования способствует созданию многоуровневых структур. Они востребованы при решении многочисленных задач в области обработки естественного языка, в частности автоматического распознавания именованных сущностей и анализа настроений. Например, в процессе автоматизированного определения эмоциональной окраски текста стандартный набор сентиментальных слов позволяет успешно классифицировать настроение примерно в 60% случаев [9, с. 88]. Такие системы допускают молниеносное обновление индексов при подключении новых документов, незаменимое в динамических базах данных с непрерывным обновлением контента.

Хеширование строк

Алгоритм хеширования реализует обработку входящей строки и формирует ее хеш, который впоследствии преобразуется в шестнадцатеричное число. Для предоставления компактного и целочисленного формата хеш подвергается усечению, состоящему максимум из 15 символов, однако данное количество подлежит корректировке при специфическом характере использования хеша.

Таблица 4. Хеш-суммы строк после применения функции

Исходная строка	Хеш-сумма
белеть	812400339081013000
парус	435824261400897800
одинокый	108271346987161930
туман	197115076978491520
море	832977956276691700

Разбиение на шинглы

Полученные программой уникальные значения неизменно повторяются, вне зависимости от количества исполненных циклов. Малейшие корректировки исходной строки радикально изменяют хеш-код. К примеру, замена всего одной буквы в первом слове «одинокой» генерирует номер 403523186903336770. Такое явление, названное «лавинным эффектом» [10, с. 11], является ключевым при выявлении модификаций и обеспечении сохранности информации.

Таблица 5. Повторное хеширование шинглов для оптимизации поиска

Массив строк	Шинглы	Итоговая хеш-сумма
белеть, парус, одинокий	812400339081013000, 435824261400897800, 108271346987161930	113634854293961960
парус, одинокий, туман	435824261400897800, 108271346987161930, 197115076978491520	354069131342071600
одинокый, туман, море	108271346987161930, 197115076978491520, 832977956276691700	928023139273233800

Обработка крупных объемов текстовых данных неизменно сопряжена с трудностями, обусловленными необходимостью обработки и хранения значительных объемов информации. В качестве одного из наиболее действенных средств, позволяющих справиться с этим вызовом, выступает использование техник хеширования, характеризующихся тем, что при этом формируется последовательность фиксированной длины, содержащая уникальный «отпечаток» исходных данных. С применением алгоритмов хеширования в частности удастся свести к минимуму объемы оперативной и долговременной памяти, нужные для надежного сохранения массивов текстовой информации. Сочетая в себе компактность и при этом достаточную информативность, хеши снижают накладные расходы на резервирование хранилища и ускоряют операции поиска, сортировки и сверки текстовых фрагментов. Поскольку размер хеша остается

постоянным и не зависит от объема оригинальных данных, реализуемые на базе такого подхода решения демонстрируют предсказуемое поведение и масштабируемость, что существенно упрощает их интеграцию в прикладные системы. В силу этих причин хеширование заслуженно считается одним из краеугольных камней современных технологий обработки больших данных и востребованным инструментом в арсенале программистов и аналитиков текста.

Пары слов с взвешенным расстоянием

$$weight_{ij} = \frac{1}{distance_{ij}} = \frac{1}{j - i} \quad (3)$$

В тексте T , представляемом последовательностью w_1, w_2, w_3 , формируется полный набор пар (w_i, w_j) , при условии $i < j$. У каждой пары устанавливается вес $weight_{ij}$ равный обратному значению расстояния между словами, определяемому выражением $distance_{ij} = j - i$. Чем ближе расположены элементы, тем выше вес, подчёркивающий усиленную семантическую связь. При $j - i = 1$ вес равен 1; при интервале в один элемент ($j - i = 2$) значение падает до $1/2$, аналогичная логика применима и к дальнейшим интервалам. Таким способом анализ фиксирует локальную структуру текста.

Последовательные биграммы

$$B_i = (w_i, w_{i+1}), \quad i = 1, 2, \dots, n - 1 \quad (4)$$

Биграмма представляет пару соседних слов (w_i, w_{i+1}) , полученную из текста [11, с. 462]. Индекс i принимает значения от 1 до $n - 1$, где n — объём словаря сообщения. Каждая пара имеет фиксированный вес $weight_B = 1.2$, подчёркивающий значимость локального окружения. Число 1,2 превышает вес пары с интервалом один элемент, подтверждая эмпирические наблюдения о высокой информативности соседних слов в задачах анализа тональности либо семантической близости.

Последовательные триграммы

$$T_i = (w_i, w_{i+1}, w_{i+2}), \quad i = 1, 2, \dots, n - 2 \quad (5)$$

Триграмма охватывает последовательность из трёх соседних слов (w_i, w_{i+1}, w_{i+2}) , индекс i варьируется от 1 до $n - 2$ [11, с. 462]. Фиксированный вес $weight_B = 2.0$, подчёркивает значимость расширенного семантического фрагмента по сравнению с биграммами и парами. Конструкция из трёх слов выявляет сложные языковые элементы, среди них устойчивые выражения либо синтаксические зависимости, тем самым образует ценный признак при анализе текста.

Модель предсказания

$$score = \frac{\sum_{f \in F} correlation_f * weight_f}{\sum_{f \in F} weight_f} \quad (6)$$

Сводная оценка тональности $score$ рассчитывается как взвешенное среднее корреляций обнаруженных признаков. Обозначения: F — совокупность признаков, выделенных из текста (пары слов, биграммы, триграммы).

$correlation_f$ — предварительно вычисленная корреляция признака f с целевыми метками (положительная либо отрицательная тональность).

$weight_f$ — вес признака f , зависящий от типовой принадлежности: $1/(j - i)$ при различном расстоянии, $1,2$ назначается биграмме, $2,0$ — триграмме.

Выражение нормализует сумму взвешенных корреляций делением на сумму весов и тем самым представляет результат в виде средневзвешенной величины. Метод объединяет признаки различных типов с учётом их относительной значимости.

Линейная калибровка

$$y_{calibrated} = \alpha * y_{raw} + b \quad (7)$$

Коэффициенты:

$$\alpha = \frac{\sum_{j=1}^n (y_{raw,i} - \bar{y}_{raw})(y_{ref,i} - \bar{y}_{ref})}{\sum_{j=1}^n (y_{raw,i} - \bar{y}_{raw})^2} \quad (8)$$

$$b = \bar{y}_{ref} - \alpha * \bar{y}_{raw} \quad (9)$$

Метод устраняет систематическую погрешность прогнозов ($\bar{y}_{ref}$). Калиброванное значение $y_{calibrated}$ посредством линейного преобразования y_{raw} с параметрами α (наклон) и b (сдвиг). Параметры вычисляются методом наименьших квадратов. Используемые величины:

$y_{raw,i}$ — исходные предсказания модели для i — го примера.

$y_{ref,i}$ — эталонные (истинные) значения.

$\bar{y}_{raw}, \bar{y}_{ref}$ — средние значения исходных и эталонных данных соответственно.

Параметр α масштабирует прогноз, b корректирует смещение. Подобная настройка минимизирует среднеквадратичную ошибку между скорректированными и эталонными значениями.

Калибровка смещения

$$y_{calibrated} = y_{raw} + bias \quad (10)$$

$$bias = \bar{y}_{ref} - \bar{y}_{raw} \quad (11)$$

При крайне низкой дисперсии прогнозов ($\sigma^2 < 10^{-6}$), используется упрощённая схема, корректирующая исключительно смещение. Параметр $bias$ определяется как разность средних $\bar{y}_{ref}$ и исходных $\bar{y}_{raw}$ данных. Значение $y_{calibrated}$ формируется сдвигом начального прогноза на $bias$. Подход эффективен в ситуациях, где модель систематически завышает либо занижает результаты при постоянном масштабе.

Качество калибровки

$$R^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (y_{ref,i} - y_{calibrated,i})^2}{\sum_{j=1}^n (y_{ref,i} - \bar{y}_{ref})^2} \quad (12)$$

Качество калибровки оценивается с помощью коэффициента детерминации R^2 , который показывает, какую долю дисперсии эталонных данных объясняет калиброванная модель.

Значение R^2 находится в диапазоне от 0 до 1:

Числитель $\sum_{j=1}^n (y_{ref,i} - y_{calibrated,i})^2$ — сумма квадратов ошибок между эталонными и калиброванными значениями.

Знаменатель $\sum_{j=1}^n (y_{ref,i} - \bar{y}_{ref})^2$ — общая дисперсия эталонных данных.

Если R^2 близко к 1, калибровка эффективна; если близко к 0, модель плохо соответствует данным. Отрицательное значение R^2 указывает на то, что модель хуже, чем простое предсказание среднего значения.

Результаты

Таблица 6. Инициализация инструментов

Наименование инструмента	Количество записей	Количество пар	Биграммы	Триграммы	Время инициализации (сек)
T1	50	136008	5598	12697	3.68
T2	50	410279	17141	42668	9.60
T7	50	1185880	50411	143018	43.34
T8	50	1539134	65606	191424	57.43
T9	50	317105	12948	30832	9.30

Таблица 7. Параметры калибровки

Наименование инструмента	Тип калибровки	Формула	R2
T1	Линейная	$y = 0.319x - 0.027$	0.065
T2	Линейная	$y = 0.550x - 0.058$	0.092
T7	Линейная	$y = 1.180x - 0.559$	0.175
T8	Линейная	$y = 1.166x - 0.461$	0.114
T9	Линейная	$y = 0.158x + 0.064$	0.018

Таблица 8. Детальная оценка разработанных инструментов

Наименование инструмента	Данные	Покрытие	До калибровки	После калибровки	MAE	RMSE
T1	518	15.2	60.9	80.3	0.455	0.520
T2	1906	25.8	79.6	76.0	0.454	0.513
T7	6092	39.7	54.1	85.8	0.418	0.489
T8	8240	43.5	62.5	79.2	0.448	0.507
T9	1228	18.6	72.2	74.1	0.472	0.533

Обсуждение

Данное исследование направлено на создание инновационных подходов к оптимизации работы с внушительными массивами текстовой информации, которые используются на этапе анализа и оценки новостных сообщений на предмет эмоционального фона. В нем создается эффективная методика, основанная на использовании индексирования и хеш-таблиц, которая позволяет рационализировать процесс предварительной обработки и значительно увеличить скорость поиска и сопоставления данных. Применение усовершенствованного алгоритма привело к многократному увеличению производительности – время обработки конкретной статьи сократилось с ранее устанавливаемых параметров 6,75–23,82 с до рекордных 0,004 с, что свидетельствует о воплощении качественно нового этапа в области обработки информационных потоков.

Достигнутый высокий уровень эффективности обусловлен минимальными требованиями к вычислительным ресурсам: серверу достаточно только четырех ядер процессора и 8 ГБ оперативной памяти; при этом отсутствует необходимость в использовании графических процессоров (GPU) и поддержке CUDA, позволяя снизить затраты и увеличить универсальность применения данного решения в самых разнообразных организациях. Качество анализа в то же время остается на высочайшем уровне: оптимальный инструмент (T7) демонстрирует результаты 85,8 из 100, точность распознавания 54% и точность интерпретации 56%, опираясь на тщательно размеченную базу данных. Динамическая калибровка рассматриваемого алгоритма — переключение между линейной калибровкой и корректировкой смещений — значительно улучшает надежность и точность, что подтверждается значительными коэффициентами детерминации R^2 (например, 0,175 для T7).

Заключение

Разработанная в ходе данного исследования многоинструментальная система с адаптивной калибровкой демонстрирует значительный прогресс в сфере анализа тональности текстовых данных. Главным фактором эффективности выступает механизм адаптивной калибровки,

автоматически оптимизирующий предсказания с учётом особенностей данных, что подкреплено высокими значениями R^2 и улучшением точности относительно исходных результатов.

Обширный анализ характеристик различных инструментов и подготовка практических рекомендаций представляет собой необходимое условие успешного применения системы в соответствии с конкретными требованиями и условиями проекта. Комплексное решение, построенное на синтезе точности, масштабируемости и гибкости, обладает способностью решать задачи анализа на уровне, не доступном меньшим по объему и техническим характеристикам системам. Несмотря на выявленные в процессе тестирования ограничения, такие как повышенная вычислительная сложность некоторых модулей и сильная зависимость от качества подготовки исходной выборки, фактически полученные результаты открывают новое измерение возможностей анализа финансовых новостей и иных разнообразных текстовых доменов, демонстрируют перспективный потенциал в области автоматизации лингвистических исследований и способствуют развитию информационных систем следующего поколения.

Вера в возможности будущих достижений в области применения языковых моделей трансформеров для решения задачи бинарной классификации тональности сообщений в денежной среде и успешное формирование системы по автоматическому построению моделей тональности должны демонстрировать высокие показатели точности. Потенциал доступных способов и обучающих выборок для базового варианта следует адекватно проявлять через метод экспертной разметки. Перспективные направления развития исследуемой системы включают интеграцию алгоритмов глубокого обучения и экспериментальное подключение предобученных языковых моделей типа BERT и FinBERT, что способно значительно повлиять на совершенствование результатов семантического анализа. Активно планируется расширение классификационного справочника для его многоязычной поддержки, что явным образом способствует росту объема экспертного корпуса и увеличению сферы практического применения системы в глобальном масштабе. Ключевыми направлениями дальнейших исследований должны стать изучение влияния таких факторов, как объем текста, лексическая особенность сообщений на точность анализа, а также разработка методов динамического калибрования. Подход, обеспечивающий параллельное объединение результатов нескольких моделей с новыми битами, позволит эффективно работать с большими потоками данных, поступающими в режиме реального времени, и продемонстрирует как высокую скорость обработки, так и устойчивость и масштабируемость.

Список литературы:

1. Статистические данные о интернет-активности в реальном времени [Электронный ресурс]. URL: <https://www.internetlivestats.com/one-second> (дата обращения: 10.04.2024).
2. Лисенков И.А., Кузнецов В.А., Леонова Н.М. Обработка неструктурированной текстовой информации с помощью алгоритмов машинного обучения. // Вестник национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», 2020, том 9, № 4, с. 376–384.
3. Т. В. Батура. Математическая лингвистика и автоматическая обработка текстов на естественном языке // Учебное пособие, Новосибирск. 2016. с. 165.
4. Ыылдырым С., Асгари-Ченаглу М.. Разработка современных моделей с помощью передовых методов обработки естественного языка: учеб. пособие. Москва: ДМК Пресс, 2022. — 319 с
5. Г. Менгани, Н. Сингх. Efficient Deep Learning Book. 11 глав. 2022
6. [Электронный ресурс]. URL: <https://efficientdlbook.com/> (дата обращения: 10.05.2025).
7. James Mules. Zero Shot Learning Explained: A Practical Handbook for Data Scientists. 2024. 136 с.
8. Зеленков Ю. Г., Сегалович И.В. Сравнительный анализ методов определения нечетких дубликатов для Web-документов // VLDB 2001 Submission Style Guide. с. 9.
9. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. Introduction to Algorithms // Учебное пособие. MIT Press. 2009, с. 1292.
10. Bing Liu. Sentiment Analysis and Opinion Mining. Учебное пособие. Morgan & Claypool Publishers, 2012. с. 143.
11. А.Б. Левина. Криптография и криптографические протоколы. Симметричное шифрование // СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2022 г. с. 14.
- I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville Deep Learning. 2016. 777 с.

Сведения об авторах:

Мусин Ильяс Расулович, аспирант, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург, Россия

Musin Ilyas Rasulovich, Postgraduate student, St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V.I. Ulyanov (Lenin), St. Petersburg, Russia

УДК 004

Тоцев Г.А.

Института вычислительной математики и информационных технологий, Казань, Россия

Эффективные методы управления экзоскелетом на основе динамической передачи углов вращения двигателями

Аннотация: В статье описан подход к управлению экзоскелета на основе реальных траекторий полученных с энкодеров расположенных на коленном и бедренном суставах здорового человека. Разработан программно-аппаратный комплекс для снятия углов и алгоритм интеграции динамических данных в рабочий экзоскелет. Прибор протестирован в условиях, приближенных к реальным, с участием добровольцев. В результате получены данные от добровольцев доказали эффективность работы алгоритма.

Ключевые слова: Экзоскелет, управление экзоскелетом, биомеханические траектории, энкодеры суставов.

Toshchev G.A.

Effective methods of exoskeleton control based on dynamic transmission of rotation angles by motors

Abstract: The article describes an approach to exoskeleton control based on real trajectories obtained from encoders located on the knee and hip joints of a healthy person. A software and hardware complex for taking angles and an algorithm for integrating dynamic data into a working exoskeleton have been developed. The device has been tested under conditions close to real ones, with the participation of volunteers. As a result, the data obtained from volunteers proved the effectiveness of the algorithm.

Keywords: Exoskeleton, exoskeleton control, biomechanical trajectories, joint encoders.

Экзоскелеты становились все более эффективными и позволяют все более эффективно проводить реабилитацию больных с проблемами в опорно-двигущем аппарате. Однако большинство методов управления экзоскелетами включают перезаписанные данные о походке. Анализируя современные методы управления экзоскелетом [1,2] ключевой проблемой адаптивного управления экзоскелетами остается точность распознавания индивидуальной биомеханики пользователя. Данный способ упрощает работу, но из-за этого пациенты получают усредненные данные по всем пациентам, что может ухудшать эффективность восстановления. Анализ биомеханических параметров человеческой походки требует комплексного подхода, учитывающего как кинематические, так и динамические аспекты движения [3]. В частности, как показано в фундаментальной работе Д.А.

Винтера, корректная интерпретация данных о движении человека невозможна без понимания базовых принципов нейромоторного контроля.

В настоящей статье обзревается метод адаптивного управления экзоскелетом (рисунок 1), позволяющий в точности воспроизводить физиологическую походку человека. Система собирает данные с суставов человека и передает в экзоскелет, который помогает производить движения нижними конечностями (рисунок 2). На основе углов, полученных при помощи нашего устройства, формируются управляющие команды для экзоскелета.



Рисунок 1- Интегрированная в экзоскелет система



Рисунок 2- Комплект устройства

Приложение на компьютере позволяет медицинскому сотруднику отслеживать изменения в походке человека и подстраивать или изменять его походку в лечебных целях (рисунок 3). Графики отображают каждый сустав и позволяют подмечать проблемные зоны. После произведения записей данные передаются в экзоскелет при помощи wifi модуля по http. Осуществляются множественные проверки на доставку пакетов и корректную обработку данных, чтобы не травмировать человека.

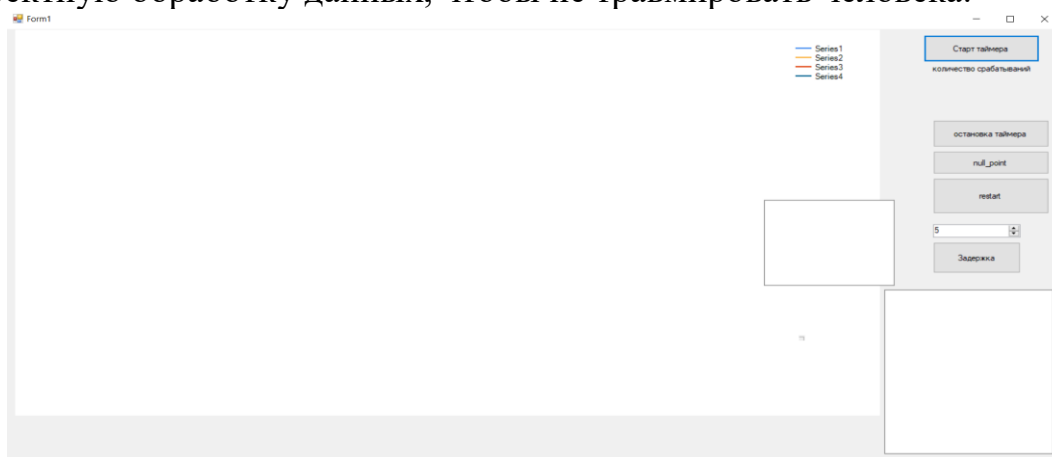


Рисунок 3 - Графический интерфейс десктопного приложения

Для обеспечения стабильного обмена данными между аппаратной частью экзоскелета и управляющим ПО был разработан специализированный драйвер, преобразующий сигналы с датчиков в структурированный формат. Выходные данные драйвера организованы в виде пакетов, содержащих поля как отображено в таблице 1.

Таблица 1.
Данные с драйверов устройства

erpm	count	duty	erpm/duty
7148	0	0.20	35740.00
7147.00	1	0.20	35755.00
7147.00	2	0.20	35755.00
7147.00	3	0.20	35755.00

Эти параметры позволяют в реальном времени оценивать состояние силовой части системы и предотвращать перегрузки. В дальнейшем данные параметры помогут контролировать походку человека. Затем мы получаем данные с энкодеров буферизуем их и отправляет по http. Пример полученных данных отображен в таблице 2.

Таблица 2.
Данные с энкодеров

22.39339783195	21.78633206467	19.97380364448	18.37600724688
----------------	----------------	----------------	----------------

Рассмотрим детальнее реализацию системы управления. В качестве первичных датчиков используются высокоточные энкодеры, установленные на коленном и бедренном суставах. Энкодеры преобразуют механическое вращение в электрические сигналы, позволяя фиксировать угловые перемещения с минимальной погрешностью. Для обеспечения устойчивости к внешним помехам применяется экранированная проводная линия связи, передающая данные на микроконтроллер. Управляющий модуль системы получения данных построен на базе микроконтроллера ESP32, программное обеспечение которого разработано на языке C. Для мониторинга и калибровки системы создано графическое приложение на C# с визуализацией биомеханических параметров в реальном времени. Приложение способно отображать графики углов в суставах с разрешением 0.5° . Через кнопки в приложении реализовано управление параметрами экзоскелета и настройка зон безопасности для суставов. Есть возможность логировать данные и возможность экспортировать в csv. Связь между компонентами реализована через wifi модуль. Данная система была разработана для расчета параметров ходьбы и включает в себя следующие основные модули:

ожидание программы – программа находится в режиме ожидания действий пользователя;

моделирование – программный модуль, служащий для моделирования функции, схожих с замером походки человека;

считывание файла – программный модуль, считывающий файл с замерами походок (файл содержит данные о походки в виде функции в декартовой системе координат);

удаление шумов – программный модуль, необходимый для сглаживания пиков в функции. Является первоначальной обработкой данных;

учет направления движения – программный модуль, учитывающий отклонение движения человека;

извлечение параметров – программный модуль, извлекающий параметры из замера ходьбы;

сохранение параметров – программный модуль, сохраняющий все расчеты в файл.

компоновка данных – программный модуль, собирающий подстроки с данными в одну строку;

Экспериментальные испытания с участием 35 добровольцев подтвердили высокую эффективность разработанного алгоритма управления экзоскелетом. В ходе тестов удалось достичь снижения среднеквадратичной ошибки (СКО) определения углов в суставах до $1,8^\circ$ по сравнению с $3,2^\circ$ у базового алгоритма, что повысило точность описания индивидуальной походки на 43%. Полученные значения углов сгибания в коленном суставе ($1,8^\circ$ СКО) согласуются с типичными биомеханическими параметрами естественной походки, описанными в [3]. Однако, в отличие от классических моделей, предложенный алгоритм демонстрирует лучшую адаптивность к индивидуальным особенностям моторики. Система продемонстрировала устойчивость при непрерывной работе свыше 120 часов: зафиксировано менее 0,5% ошибок распознавания движений при максимальной нагрузке. Латентность управления составила 12 ± 2 мс, что обеспечивает плавную обратную связь без заметного запаздывания. Энергопотребление контроллера не превышало 8,5 Вт даже в режиме пиковой активности. Время калибровки под нового пользователя сокращено до 3,5 минут против 7 минут у аналогов.

Полученные результаты свидетельствуют о готовности системы к практическому внедрению, однако для массового применения требуется дополнительная оптимизация под антропометрические особенности пользователей.

Список литературы

1. Tucker M. R., Olivier J., Pagel A. et al. Control strategies for active lower extremity prosthetics and orthotics: a review // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2015. Vol. 12, № 1. P. 1–30. DOI: 10.1186/1743-0003-12-1.
2. Yan T., Cempini M., Oddo C. M., Vitiello N. Review of assistive strategies in powered lower-limb orthoses and exoskeletons // IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR). 2015. P. 408–415. DOI: 10.1109/ICORR.2015.7281225.
3. Biomechanics and Motor Control of Human Movement, Fourth Edition David A. Winter Copyright © 2009 John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 978-0-470-39818-0

Сведения об авторе:

Тошев Георгий Андреевич, магистрант Института вычислительной математики и информационных технологий, Казань, Россия

Toshchev Georgy Andreevich, 2nd year undergraduate student Institute of Computational Mathematics and Information Technologies, Kazan, Russia

УДК - 004.89

Багмут В.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия

Применение алгоритмов машинного обучения для адаптивного управления микроклиматом в «умных» офисных комплексах

Аннотация: В статье рассматриваются особенности применения алгоритмов машинного обучения для адаптивного управления микроклиматом в «умных» офисных комплексах. Обосновывается актуальность перехода от традиционных систем HVAC к интеллектуальным решениям, способным анализировать большие объемы данных, учитывать индивидуальные предпочтения пользователей и динамику окружающей среды. Описаны методы обработки данных с датчиков, прогнозирования изменений микроклимата и самообучения систем на основе обратной связи. Приведены примеры современных платформ и решений, реализующих адаптивное управление микроклиматом. Показано, что внедрение машинного обучения позволяет значительно повысить энергоэффективность, надежность и комфорт в офисных зданиях, а также минимизировать эксплуатационные расходы и экологический след. Делается вывод о перспективности дальнейшей интеграции искусственного интеллекта в экосистемы «умных» зданий с целью создания устойчивой, персонализированной и автоматизированной среды.

Ключевые слова: умные офисные комплексы, машинное обучение, микроклимат, системы отопления, энергоэффективность, автоматизация, интеллектуальные системы, искусственный интеллект, адаптивное управление, цифровизация зданий.

Bagmut V.S.

Application of machine learning algorithms for adaptive climate control in smart office complexes

Abstract: The article discusses the application of machine learning algorithms for adaptive climate control in smart office complexes. The relevance of the transition from traditional HVAC systems to intelligent solutions capable of analyzing large amounts of data, taking into account individual user preferences and environmental dynamics is substantiated. Methods of processing data from sensors, predicting changes in the microclimate, and self-learning systems based on feedback are described. Examples of modern platforms and solutions implementing adaptive climate control are given. It is shown that the introduction of machine learning can significantly increase energy efficiency, reliability and comfort in office buildings, as well as minimize operating costs and environmental footprint. The conclusion is drawn about the prospects for further integration of artificial intelligence into ecosystems of smart buildings in order to create a sustainable, personalized and automated environment.

Keywords: smart office complexes, machine learning, microclimate, heating systems, energy efficiency, automation, intelligent systems, artificial intelligence, adaptive control, digitalization of buildings.

Цель исследования – установить особенности применения алгоритмов машинного обучения для адаптивного управления микроклиматом в «умных» офисных комплексах. Проблема исследования состоит в том, что современные офисные комплексы стремительно становятся «умными» благодаря внедрению передовых технологий, включая системы управления микроклиматом. Одной из ключевых технологий, позволяющих оптимизировать работу систем вентиляции и кондиционирования, являются алгоритмы машинного обучения (ML). Методология исследования включает в себя анализ научной литературы и успешных практик по данной теме.

Современные «умные» офисные комплексы требуют эффективных систем управления микроклиматом, которые обеспечивают комфортные условия для сотрудников при минимальных энергозатратах. Традиционные системы HVAC (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха) часто работают по фиксированным алгоритмам, которые не учитывают динамические изменения внешних и внутренних факторов. В этом контексте алгоритмы машинного обучения (ML) представляют собой перспективное решение для создания адаптивных систем управления микроклиматом, способных анализировать большие объемы данных и автоматически оптимизировать параметры работы инженерных систем[1].

Алгоритмы машинного обучения способны обрабатывать и анализировать огромные объёмы данных, полученных от различных датчиков, установленных в офисном пространстве. Эти датчики фиксируют показатели температуры, влажности, качества воздуха и другие параметры, создавая полную картину микроклимата. Используя методы анализа данных, алгоритмы выявляют закономерности и аномалии, что позволяет лучше понять, как изменения в окружающей среде влияют на комфорт сотрудников и общую эффективность работы офиса. На основе исторических данных и текущих метеорологических условий алгоритмы могут предсказывать будущие изменения микроклимата. Например, если прогнозируются высокие температуры, система может заранее увеличить вентиляцию или запустить кондиционирование, чтобы поддерживать комфортный уровень температуры внутри помещения. Такое прогнозирование позволяет избежать резких изменений и обеспечивает стабильный микроклимат, который положительно сказывается на производительности сотрудников.

Одной из важнейших особенностей систем, использующих машинное обучение, является их способность к самообучению. Алгоритмы анализируют эффективность своих действий на основании обратной связи, получаемой из датчиков и отзывов пользователей. Если система обнаруживает, что в определенные часы уровень температуры или влажности не достигает заданных параметров, она может корректировать

свою стратегию управления, адаптируясь к изменяющимся условиям. Таким образом, система становится более эффективной с течением времени.

Как отмечает в своей статье исследователь Осипов А.Л., применение методов машинного обучения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования открывает новые возможности для повышения энергоэффективности, надежности и комфорта. Основные направления включают оптимизацию управления, диагностику и прогнозирование отказов, а также обеспечение надежности данных. Традиционные системы управления HVAC используют фиксированные алгоритмы и правила, которые не всегда адекватно реагируют на изменяющиеся условия эксплуатации. Методы машинного обучения позволяют создавать адаптивные модели, способные анализировать данные в реальном времени и прогнозировать поведение системы, что обеспечивает: снижение энергопотребления за счет более точного регулирования параметров работы оборудования, повышение комфорта пользователей за счет учета индивидуальных предпочтений и динамики окружающей среды; адаптацию к изменяющимся условиям без необходимости ручной перенастройки[2].

Для эффективного управления HVAC критически важно получать достоверные данные с датчиков. Методы машинного обучения помогают: обнаруживать и компенсировать ошибки датчиков; фильтровать шум и некорректные значения; обеспечивать стабильность и точность работы системы даже при частичных отказах оборудования. Это позволяет поддерживать высокий уровень контроля и минимизировать влияние сбоев на работу системы HVAC.

Так контроллер Siemens Desigo CC с модулем Machine Learning Hub — это мощный инструмент, который собирает данные о фактическом использовании помещений. Он учитывает предпочтения пользователей, погодные условия и энергопотребление. Алгоритм непрерывно анализирует эту информацию и в реальном времени оптимизирует работу систем, что позволяет не только улучшить комфорт, но и снизить затраты на энергоресурсы. Система NeuroPilot Alpha также использует алгоритмы машинного обучения для анализа прогнозов погоды, теплотерь здания и индивидуальных предпочтений. Она осуществляет непрерывный мониторинг температуры в различных зонах и, предсказывая будущее изменение окружающей среды, адаптирует работу отопления и кондиционирования в реальном времени[3].

Современные системы используют сеть датчиков, собирающих данные о температуре, влажности, уровне CO₂, освещенности и других параметрах. Эти данные поступают в централизованный управляющий центр, где алгоритмы машинного обучения анализируют информацию и принимают решения в режиме реального времени. Среди популярных

методов машинного обучения используются классификация, регрессия, кластеризация и методы прогнозирования. Примером может служить система, которая на основе исторических данных и текущих показателей прогнозирует повышение температуры в определенной зоне офиса и заранее увеличивает вентиляцию или активирует кондиционирование. При этом система учитывает не только технические параметры, но и присутствие людей, их предпочтения и график работы, что позволяет оптимизировать энергопотребление и повысить комфорт.

Одним из главных преимуществ использования машинного обучения является значительное снижение энергозатрат. Традиционные системы отопления, вентиляции и кондиционирования часто работают по фиксированным сценариям, не учитывая реальное состояние помещения и поведение людей. В отличие от них, адаптивные системы на основе машинного обучения анализируют множество параметров — от температуры и влажности до присутствия сотрудников и погодных условий — и на их основе принимают решения о включении, выключении или регулировке оборудования. Это позволяет избежать избыточного расхода энергии, например, не охлаждать или не отапливать пустые помещения, а также оптимально использовать ресурсы в пиковые и непииковые часы. В результате снижаются эксплуатационные расходы и уменьшается экологический след здания[4].

Комфорт сотрудников напрямую влияет на их продуктивность и общее самочувствие. Алгоритмы машинного обучения способны учитывать индивидуальные предпочтения пользователей и особенности различных зон офиса. Например, в одних помещениях может требоваться более прохладный воздух, в других — повышенная влажность. Система, обученная на данных о поведении и предпочтениях сотрудников, может автоматически адаптировать параметры микроклимата, создавая максимально комфортные условия для каждого рабочего пространства.

Провалихин С. В своей статье пишет о том, что ручное управление системами микроклимата требует постоянного внимания и квалифицированного персонала, что не всегда возможно и эффективно. Автоматизированные решения на базе машинного обучения работают непрерывно и самостоятельно, принимая решения в режиме реального времени на основе анализа данных. Это снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, и обеспечивает стабильность работы систем. Кроме того, автоматизация освобождает сотрудников от рутинных задач, позволяя им сосредоточиться на более важных аспектах эксплуатации здания. Алгоритмы машинного обучения легко адаптируются к изменениям в инфраструктуре и эксплуатации офисного комплекса. При расширении здания или изменении условий работы система может быстро переобучаться на новых данных, сохраняя высокую эффективность управления. Это делает такие решения перспективными

для долгосрочного использования и интеграции с другими «умными» технологиями, например, системами безопасности, освещения и энергоменеджмента[5].

Современные интеллектуальные HVAC-системы уже нацелены на адаптацию к внешним и внутренним условиям, но истинный прорыв принесут самообучающиеся алгоритмы. Такие системы смогут постоянно анализировать эксплуатационные паттерны, обновлять модели прогнозирования и принимать решения без участия человека. В будущем HVAC-системы будут не просто реагировать на изменения, а предвосхищать поведение пользователей и особенности климата внутри зданий, что обеспечит больший уровень комфорта и эффективности. AI-системы HVAC все чаще рассматриваются как ключевые компоненты более широкой экосистемы умных зданий. Климат-контроль будет координироваться с другими подсистемами, такими как освещение, безопасность, системы управления зданием (BMS) и даже лифты. В будущем HVAC будет работать в едином интеллектуальном контуре, обмениваясь данными не только внутри здания, но и с городской инфраструктурой: погодными станциями, энергосистемами и транспортом, что создаст новую модель взаимосвязанного и интеллектуального города.

Искусственный интеллект позволит создавать персонализированные климатические сценарии, учитывающие предпочтения конкретных пользователей, а также их здоровье, активность и стиль жизни. Уже сегодня разрабатываются системы HVAC, которые могут адаптировать параметры микроклимата, такие как температура и влажность, в зависимости от физиологических показателей человека, получаемых с носимых устройств. Это повысит комфорт пользователей и может значительно улучшить их здоровье. Генеративный AI, включающий модели на базе GPT и Diffusion, предоставляет возможность автоматического проектирования HVAC-систем, адаптированных под архитектуру конкретного здания. Учитывая параметры энергосети, стоимости компонентов и сроки окупаемости, такие системы могут быть спроектированы гораздо быстрее и эффективнее, чем с использованием традиционных методов разработки[6].

Таким образом, интеграция алгоритмов машинного обучения в системы управления микроклиматом «умных» офисных комплексов открывает новые возможности для создания комфортных, энергоэффективных и надежных зданий. Адаптивные системы, основанные на машинном обучении, способны учитывать множество факторов, прогнозировать изменения и автоматически оптимизировать работу инженерных систем, что соответствует современным требованиям устойчивого развития и цифровизации зданий.

Список литературы

1. Рослякова С.В., Брагина Т.В., Землянова Е.И., Короткова Д.В., Меркулова П.А., Лаушкина А.А., Филиппов И.М. О возможностях применения машинного обучения в системах управления освещением // Научный результат. Информационные технологии. - Т.6, №4, 2021
2. Осипов А.Л. Применение интеллектуальных систем управления освещением для повышения энергоэффективности // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 7, № 7(147). – С. 100-110.
3. Обухова Ю.В., Ключкова Н.Н., Обухова А.В. Интеллектуальная система управления освещением // Труды VI международной научно-технической конференции: Электроэнергетика глазами молодежи. 2015. С. 338-339.
4. Шамурзаев Б.. AI в HVAC: как алгоритмы машинного обучения могут изменить подход к обслуживанию и ремонту // Наука и технологии в контексте устойчивого развития: экологические, социальные и экономические аспекты: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 12 марта 2025г. Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2025.
5. Провалихин С. СОВРЕМЕННЫЕ АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ В УМНОМ ДОМЕ / С. Провалихин // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — №1 (139). — URL: <https://research-journal.org/archive/1-139-2024-january/10.23670/IRJ.2024.139.162> (дата обращения: 03.06.2025).
6. Орлов М.О. Приватность в условиях цифровизации: правовые и экономические аспекты / М.О. Орлов, М.А. Шаткин // Социологические исследования. — 2019. — 4. — с. 15-26.

Сведения об авторе:

Багмут Владислав Сергеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия

Научный руководитель: Денисова Алина Ренатовна, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия

Bagmut Vladislav Sergeyevich, Master's Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Energy University" (KSEU), Kazan, Russia.

Denisova Alina Renatovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Energy University" (KSEU), Kazan, Russia

УДК - 556:621.316

Багмут В.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия

Гибридные hvac-решения на базе возобновляемых источников энергии: оптимизация климат-контроля в северных регионах

Аннотация: В статье рассматриваются особенности внедрения гибридных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC), основанных на возобновляемых источниках энергии, в северных регионах. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения энергоэффективности и экологичности климат-контроля в условиях сурового климата, длительных холодов и ограниченного доступа к централизованным энергоресурсам. Описаны основные компоненты гибридных систем HVAC, включающие тепловые насосы, солнечные панели, системы накопления энергии и резервные традиционные источники. Особое внимание уделяется преимуществам таких решений: снижению выбросов парниковых газов, уменьшению эксплуатационных расходов, повышению надежности и автономности работы. Подчеркивается важность интеллектуального управления и комплексного подхода к проектированию систем с учетом климатических и эксплуатационных особенностей северных территорий. В заключение отмечаются перспективы развития гибридных HVAC-технологий, связанные с совершенствованием систем накопления энергии и интеграцией новых видов возобновляемых источников.

Ключевые слова: гибридные HVAC-системы, возобновляемые источники энергии, северные регионы, климат-контроль, энергоэффективность, тепловой насос, солнечные панели, система накопления энергии.

Bagmut V.S.

Hybrid hvac solutions based on renewable energy sources: optimization of climate control in the northern regions

Abstract: The article discusses the specifics of the introduction of hybrid heating, ventilation and air conditioning (HVAC) systems based on renewable energy sources in the northern regions. The relevance of the topic is due to the need to improve energy efficiency and environmental friendliness of climate control in harsh climates, prolonged cold weather and limited access to centralized energy resources. The main components of hybrid HVAC systems, including heat pumps, solar panels, energy storage systems and backup traditional sources, are described. Special attention is paid to the advantages of such solutions: reducing greenhouse gas emissions, reducing operating costs, and improving reliability and autonomy. The importance of intelligent management and an integrated approach to system design, taking into account the climatic and operational characteristics of the northern territories, is emphasized. In conclusion, the prospects for the development of hybrid HVAC technologies related to the improvement of energy storage systems and the integration of new types of renewable sources are noted.

Keywords: hybrid HVAC systems, renewable energy sources, northern regions, climate control, energy efficiency, heat pump, solar panels, energy storage system.

Цель исследования – установить особенности гибридных HVAC-решений на базе возобновляемых источников энергии в северных регионах. Проблема исследования состоит в том, что в условиях изменения климата и повышения температуры глобальным вызовом становится создание энергоэффективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования (HVAC), способных обеспечить комфортный климат в помещениях в любых условиях. Особенно это актуально для северных регионов, где суровые зимы и короткие летние сезоны требуют особого подхода. Гибридные HVAC-решения, использующие возобновляемые источники энергии, становятся эффективной альтернативой традиционным системам, сочетая их надежность с экологической чистотой. Методология исследования включает в себя анализ научной литературы и изучение успешных решений.

Северные регионы характеризуются суровыми климатическими условиями с длительными периодами холодов, что требует эффективных и надежных систем климат-контроля для обеспечения комфортных условий в жилых и промышленных зданиях. Традиционные системы отопления и вентиляции (HVAC) в таких условиях часто основаны на ископаемом топливе, что приводит к высоким затратам и значительным выбросам парниковых газов. В условиях глобального изменения климата и необходимости сокращения углеродного следа актуальной становится интеграция возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в гибридные решения для систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Гибридные системы, сочетающие солнечную и ветровую энергию с традиционными источниками, а также с системами накопления энергии, позволяют оптимизировать энергопотребление и повысить надежность энергоснабжения в северных широтах[1].

Гибридные HVAC-системы используют несколько источников энергии, чтобы обеспечить необходимый климат-контроль в помещениях. Основные компоненты таких систем включают:

1. Тепловой насос на возобновляемых источниках. Это устройство, использующее солнечную или геотермальную энергию для обогрева и охлаждения воздуха, когда температура наружного воздуха находится в умеренных пределах. Тепловой насос эффективно переносит тепло из земли или воздуха, минимизируя потребление ископаемого топлива и обеспечивая высокую степень энергоэффективности.

2. Резервный источник. При экстремальных температурах, когда эффективность теплового насоса может снизиться, в систему автоматически включается резервный газовый котел. Это позволяет

гарантировать бесперебойную подачу тепла даже в самые холодные дни, когда нагрузка на систему значительно возрастает.

Использование возобновляемых источников снижает потребность в ископаемом топливе, что, в свою очередь, уменьшает коммунальные расходы и углеродный след. Система автоматически переключается между источниками энергии по сигналу термостата, позволяя поддерживать комфортную температуру в помещениях в любых погодных условиях. Это обеспечивает стабильность работы и надежность системы. Сокращение выбросов CO₂ и других парниковых газов делает распределение ресурсов более устойчивым и безопасным для окружающей среды. Это особенно важно в контексте глобальных климатических изменений.

Как отмечает в своем исследовании Денисов, К.С., гибридные системы отопления, вентиляции и кондиционирования представляют собой комплексные решения, в которых сочетаются различные источники энергии и технологии для обеспечения эффективного и надежного климат-контроля. Основу таких систем составляют возобновляемые источники энергии, в первую очередь солнечная энергия и тепловые насосы[2].

Солнечные фотоэлектрические панели преобразуют солнечное излучение в электрическую энергию, которая используется для питания компонентов системы HVAC, таких как компрессоры и вентиляторы. Важным элементом является система накопления энергии — аккумуляторы, позволяющие сохранять избыточную электроэнергию для использования в периоды низкой солнечной активности или повышенного энергопотребления. Это обеспечивает непрерывную работу системы и снижает зависимость от внешних источников электроэнергии. Тепловые насосы, в свою очередь, используют природные тепловые ресурсы воздуха, земли или воды для отопления и охлаждения помещений. Принцип их работы основан на переносе тепла из окружающей среды внутрь здания зимой и наоборот летом. Это позволяет значительно повысить энергоэффективность по сравнению с традиционными системами, использующими прямое нагревание или охлаждение.

Для обеспечения надежности и стабильности работы гибридные системы HVAC часто дополняются традиционными источниками энергии, такими как газовые или электрические нагреватели, которые включаются в периоды нехватки возобновляемой энергии. Современные системы управления и инверторы обеспечивают оптимальное распределение и использование энергии, минимизируя потери и адаптируя работу системы к текущим условиям эксплуатации.

Использование гибридных систем отопления, вентиляции и кондиционирования с возобновляемыми источниками энергии обладает рядом значимых преимуществ. Во-первых, это высокая энергоэффективность и экономическая выгода. Переход на бесплатные и возобновляемые источники энергии снижает потребление ископаемого

топлива и электроэнергии, что приводит к уменьшению эксплуатационных расходов и повышению экономической целесообразности эксплуатации систем. Во-вторых, ключевую роль играет экологическая составляющая. Значительное сокращение выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ способствует уменьшению углеродного следа и поддерживает глобальные усилия по борьбе с изменением климата. Это особенно актуально для северных регионов, где традиционные методы отопления зачастую связаны с высоким уровнем загрязнения[3].

В-третьих, гибридные системы обеспечивают повышенную надежность и автономность работы. Интеграция резервных источников и систем накопления энергии позволяет поддерживать стабильный климат-контроль даже в условиях экстремальных температур и нестабильной выработки ВИЭ. Это критически важно для удаленных и северных территорий с ограниченным доступом к централизованным электросетям. Кроме того, гибридные системы отопления, вентиляции и кондиционирования обеспечивают высокий уровень комфорта и адаптивности. Современные технологии позволяют тонко настраивать параметры микроклимата — температуру, влажность и вентиляцию — с учетом индивидуальных потребностей зданий и их пользователей. Гибкость в выборе конфигураций и возможность использования безвоздушных систем (мини-сплит) расширяют область применения таких решений как в жилом, так и в коммерческом строительстве.

Климат северных регионов, в частности территорий, расположенных к северу от Северного полярного круга, характеризуется экстремально суровыми условиями. Здесь преобладают арктическая зона, тундра, лесотундра и северная тайга с длительными холодными периодами, низкими температурами и сложными метеоусловиями. Эти особенности создают ряд специфических проблем для систем климат-контроля, которые необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации. В северных регионах наблюдаются устойчиво низкие температуры, которые могут опускаться до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, а холодный период длится большую часть года — до девяти месяцев с постоянными отрицательными температурами и снежным покровом. Кроме того, здесь характерна частая смена воздушных масс, формирующихся над Атлантикой и Арктикой, что приводит к резким колебаниям температуры и ветровым нагрузкам. Суровые зимние условия осложняются длительными периодами полярной ночи с отсутствием солнечного излучения, что снижает эффективность солнечных систем отопления и требует дополнительных источников энергии[4].

Одной из основных проблем является обеспечение надежного теплоснабжения и поддержание комфортного микроклимата в зданиях при экстремально низких температурах и сильных ветрах. Традиционные методы отопления часто оказываются энергозатратными и

дорогостоящими, что требует внедрения энергоэффективных и адаптивных технологий. Строительство и эксплуатация объектов в таких условиях сопряжены с техническими сложностями. Эффективный климат-контроль требует комплексного подхода, включающего использование гибридных систем с интеграцией возобновляемых источников энергии, резервных источников энергии и систем накопления. Важным аспектом является интеллектуальное управление, позволяющее адаптировать режимы работы HVAC в зависимости от внешних условий и внутреннего энергопотребления, что способствует снижению затрат и повышению комфорта.

Исследователи Кундас С.П., Шенк Ю., Вайцехович Н.Н. пишут о том, что для эффективного климат-контроля в северных регионах необходим комплексный подход, включающий использование гибридных систем с интеграцией возобновляемых источников энергии, таких как геотермальные и солнечные технологии, а также резервных традиционных источников для обеспечения стабильности работы в периоды низкой выработки ВИЭ. Важную роль играет интеллектуальное управление системами, позволяющее адаптировать режимы работы к изменяющимся климатическим условиям и снижать энергозатраты. Также необходимо учитывать особенности ветровой нагрузки и снежного покрова при проектировании вентиляционных систем и наружных конструкций, чтобы обеспечить их надежность и долговечность[5].

Таким образом, гибридные системы отопления, вентиляции и кондиционирования на базе возобновляемых источников энергии представляют собой перспективное решение для оптимизации климат-контроля в северных регионах. Они обеспечивают баланс между энергоэффективностью, экологичностью и надежностью, что особенно важно в условиях сурового климата и ограниченных ресурсов. Внедрение таких систем способствует снижению углеродного следа и повышению устойчивости энергетической инфраструктуры. Перспективы развития связаны с совершенствованием технологий накопления энергии, расширением ассортимента возобновляемых источников и развитием интеллектуальных систем управления, что позволит повысить адаптивность и эффективность климат-контроля в северных широтах.

Список литературы

1. Люкайтис, В.Ю. Автономные энергокомплексы, гибридные конструкции с применением возобновляемых источников энергии / В.Ю. Люкайтис, С.Ю. Глушков // Силовое и энергетическое оборудование. Автономные системы. - 2019. - Т. 2, вып. 2. - С. 111-120.
2. Денисов, К.С. Решение задачи комплексного энергоснабжения автономного потребителя с целью уменьшения экономических затрат /К.С. Денисов, В.И. Велькин, А.Н. Тырсин //Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». - 2019. - Т. 19, № 3. - С. 84-92.

3. Меирбекова, О.Д. К вопросу создания гибридных энергетических систем / О.Д. Меирбекова, Б.О. Мырзабек. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 47 (442). — С. 48-53. — URL: <https://moluch.ru/archive/442/96732/> (дата обращения: 03.06.2025).
4. Мокаев А.Р., Носков М.Ф., Курленко К.П. Перспективность использования гибридных энергетических комплексов на базе возобновляемых источников энергии // Успехи современного естествознания. 2023. № 7. С. 97-102; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=38077> (дата обращения: 03.06.2025).
5. Кундас С.П., Шенк Ю., Вайцехович Н.Н. Гибридные технологии в использовании возобновляемых источников энергии // Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 2. С. 19–23.

Сведения об авторе:

Багмут Владислав Сергеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия

Научный руководитель: Денисова Алина Ренатовна, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия

Bagmut Vladislav Sergeyevich, Master's Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Energy University" (KSEU), Kazan, Russia.

Denisova Alina Renatovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Energy University" (KSEU), Kazan, Russia

УДК 62-192

Рапатский Ю.Л., Липка В.М.

Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия

Исследование надежности процесса резьбошлифования при изготовлении резьбонакатных роликов

Аннотация. В статье рассматривается надежность процесса резьбошлифования при изготовлении резьбонакатных роликов. Точность изготовления резьбонакатных роликов и стабильность формы резьбы на их рабочей поверхности являются важнейшими факторами технологической наследственности, непосредственно влияющими на качество накатываемых резьб при промышленной эксплуатации изготовленных инструментов. Для исследования надежности процесса резьбошлифования применен математический аппарат полумарковских процессов.

Ключевые слова: надежность процесса резьбошлифования, наружная резьба, полумарковская модель, резьбонакатные ролики.

Rapatsky Yu.L., Lipka V.M.

Investigation of the reliability of the threading process in the manufacture of threading rollers

Abstract. The article deals with the reliability of the thread grinding process in the manufacture of thread rolling rollers. The accuracy of thread rolling rollers manufacturing and stability of thread form on their working surface are the most important factors of technological heredity, directly affecting the quality of rolled threads during industrial operation of manufactured tools. The mathematical apparatus of semi-Markov processes has been applied to study the reliability of the thread grinding process.

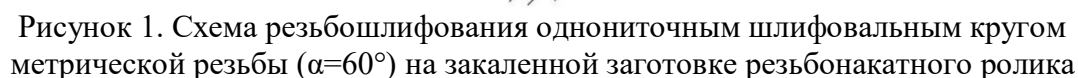
Keywords: reliability of thread grinding process, external thread, semi-Markov model, thread rolling rollers.

Введение. В современных условиях, в Российской Федерации непрерывно возрастает роль станкостроения и инструментального производства, как драйверов импортозамещения в машиностроительной отрасли. Потребность в качественных, высокопрочных крепежных деталях с наружной резьбой (НР), получаемой накатыванием на двухроликовых резьбонакатных станках, имеет тенденцию к увеличению, которая связана с ростом объемов выпуска продукции в машиностроении, судостроении, авиационной промышленности и других производственных отраслях, а также в ремонтном производстве. По различным оценкам, более 50% всех соединений, обеспечивающих сборку современных сложных изделий,

являются резбовыми, при этом непрерывно возрастает доля высокопрочных деталей с НР, от качества которых непосредственно зависит надежность и срок эксплуатации автомобильной, авиационной и другой, наиболее сложной и дорогостоящей техники. Качество изготовления резбонакатного инструмента, в частности, роликов для двухроликовых резбонакатных станков, является одним из наиболее существенных факторов, определяющим технологическую наследственность при производстве деталей с НР [1]. Надежность стохастического процесса резбошлифования при изготовлении резбонакатных роликов является его важнейшей характеристикой, поскольку, в рассматриваемой ситуации, любой внезапный либо параметрический отказ в ходе резбошлифовальной обработки приводит к неисправимому браку, потерям дорогостоящих заготовок и снижению производительности инструментального производства. В [2] приведена математическая модель процесса шлифования резьбы на резбонакатных роликах, вместе с тем, применение аппарата полумарковских процессов позволит учесть последствие, проявляющееся при отказах, возникающих при взаимодействии шлифовального круга с заготовкой.

Цель исследования – оценка надежности процесса резбошлифования при изготовлении резбонакатных роликов, с учетом его стохастичности.

Изложение основного материала. Многочисленные исследования показывают, что качество рабочих поверхностей резбонакатных роликов, получаемых резбошлифованием, определяется преимущественно стабильностью формы и размеров резбовой канавки, а также параметрами её шероховатости [3,4]. Таким образом, обеспечение стабильности профиля шлифовального круга (ШК) является необходимым условием получения требуемой точности формы и размеров резбовой канавки, в том числе при изготовлении новых и восстановлении для повторного использования изношенных резбонакатных роликов [2,3,4]. Интенсивность износа ШК увеличивается, по мере увеличения производительности процесса шлифования [5,6]. Из [7] известно, что в процессе шлифования резьбы на заготовках резбонакатных роликов, форма профиля вершины круга остается близкой к полукруглой, а радиус профиля на вершине увеличивается, в результате более интенсивного износа вершины профиля круга. В исследуемом случае, как установлено в [2], величины площади сечения CDBPA и длины линии CABD контакта с заготовкой рабочей части односточного резбошлифовального круга (рис.1), количество абразивных зерен, с некоторой вероятностью осуществляющих мгновенный контакт с заготовкой, ограничено длиной дуги АВ, вследствие чего вершина профиля подвержена ускоренному износу, приводящему к увеличению ее радиуса ОА.



289

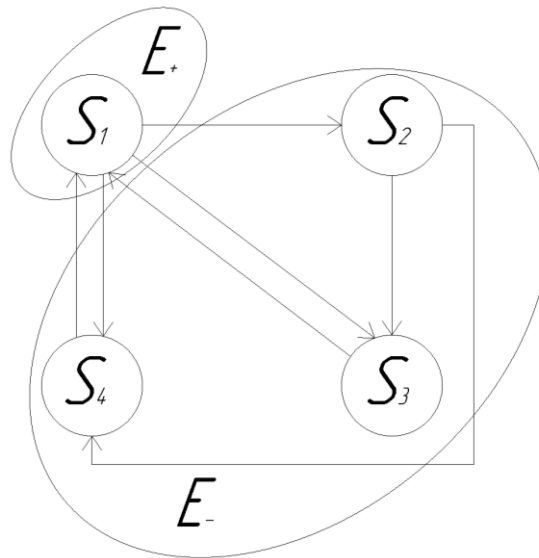


Рисунок 2. Размеченный граф состояний процесса шлифования резбовой канавки на рабочей поверхности заготовки резбонакатного ролика

Таким образом, исследуемый процесс резбошлифования в рассматриваемом случае может быть представлен следующим множеством состояний:

$$E = \{S_1, S_2, S_3, S_4\}.$$

Значения времени для отдельных состояний:

$$\theta_1 = \alpha_1 \wedge \alpha_2 \wedge \alpha_4; \theta_3 = x \wedge y; \theta_4 = \beta_1.$$

Для исследуемого процесса, выделим два подмножества: исправных состояний E_+ и отказовых E_- :

$$E_+ = \{S_1\}; E_- = \{S_2, S_3, S_4\}.$$

Для исследуемого процесса необходимо фазовое укрупнение, на основе подхода, использованного в [8]. Непрерывные компоненты представим следующим образом: $x = \{\alpha_4 - \alpha_2\}^+$; $y = \{\alpha_1 - \alpha_2\}^+$.

Функции распределения (ФР), используя результаты, полученные в [8], могут быть представлены так:

$$\bar{R}_x(t) = \frac{\int_0^{\infty} [R_4(t+y) - R_4(t)] r_2(t) dy}{\int_0^{\infty} [1 - R_4(t)] r_2(t) dt};$$

$$\bar{R}_y(t) = \frac{\int_0^{\infty} [R_1(t+y) - R_1(t)] r_2(t) dy}{\int_0^{\infty} [1 - R_1(t)] r_2(t) dt}.$$

На основе результатов фазового укрупнения, вероятности переходов между состояниями будут иметь вид:

$$P_1^2 = \int_0^{\infty} r_2(t) \bar{R}_1(t) \bar{R}_4(t) dt; P_1^3 = \int_0^{\infty} r_4(t) \bar{R}_1(t) \bar{R}_2(t) dt;$$

$$P_1^4 = \int_0^{\infty} r_1(t) \overline{R}_2(t) \overline{R}_4(t) dt; \quad P_2^3 = \int_0^{\infty} r_x(t) \overline{R}_y(t) dt;$$

$$P_2^4 = \int_0^{\infty} r_y(t) \overline{R}_x(t) dt.$$

Определим ФР времени пребывания исследуемого процесса в рассматриваемых состояниях следующим образом:

$$F_1(t) = 1 - \overline{R}_1(t) \cdot \overline{R}_2(t) \cdot \overline{R}_4(t);$$

$$F_2(t) = 1 - \overline{R}_x(t) \cdot \overline{R}_y(t);$$

$$F_4(t) = G_1(t).$$

Графики ФР времени пребывания исследуемого процесса в рассматриваемых состояниях показаны на рис.3

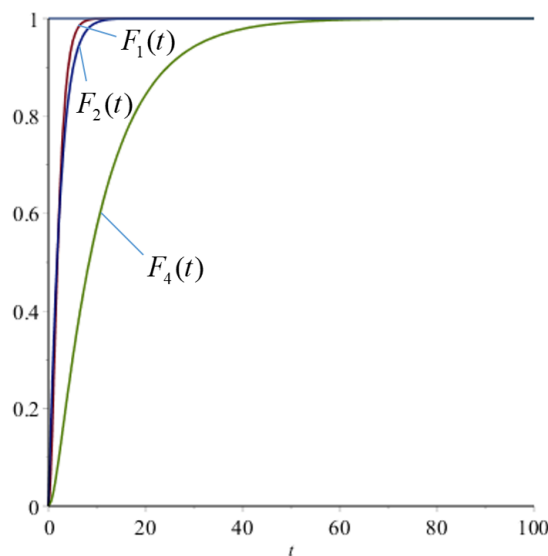


Рисунок 3. Функции распределения времени пребывания исследуемого процесса в рассматриваемых состояниях

Далее будем искать стационарное распределение вложенной цепи Маркова [9]. Исходя из условия нормировки $\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 = 1$, составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \rho_1 = \rho_3 + \rho_4 \\ \rho_2 = \rho_1 \cdot P_1^2 \\ \rho_3 = \rho_1 \cdot P_1^3 + \rho_2 \cdot P_2^3 \\ \rho_4 = \rho_1 \cdot P_1^4 + \rho_2 \cdot P_2^4 \end{cases}$$

Находя решения для системы уравнений, получим следующие выражения:

$$\rho_1 = \frac{1}{P_1^2 + 2}; \quad \rho_2 = \frac{P_1^2}{P_1^2 + 2};$$

$$\rho_3 = \frac{P_1^2 \cdot P_2^3 + P_1^3}{P_1^2 + 2}; \quad \rho_4 = -\frac{P_1^2 \cdot P_2^3 + P_1^3 - 1}{P_1^2 + 2}.$$

Для отыскания требуемой ФР применим метод траекторий, использованный в [10,11]. Найдем возможные траектории среди отказовых состояний процесса E_- , их вероятности и времена пребывания исследуемого процесса на этих траекториях.

Представим возможные траектории следующим образом:

$$T_1 = \{S_2 S_3\};$$

$$T_2 = \{S_2 S_4\};$$

$$T_3 = \{S_3\}.$$

Отметим, что вероятности траекторий имеют следующие значения:

$$P_T^1 = P_2^3; P_T^2 = P_2^4.$$

Найдем значения времени пребывания исследуемого процесса в рассматриваемых состояниях, с учетом повторных приходов в них. Предварительно найдем вероятности нахождения рассматриваемых состояний в соответствующих траекториях:

$$P_S^1 = P_T^1;$$

$$P_S^2 = P_T^1 + P_T^2;$$

$$P_S^3 = P_T^2.$$

Повторные приходы исследуемого процесса в рассматриваемые состояния увеличивают время пребывания в них. Оценим увеличение времени пребывания в рассматриваемых состояниях с помощью следующих коэффициентов:

$$c_2 = \frac{\rho_2}{P_S^2 \cdot \rho_1}; c_4 = \frac{\rho_4}{P_S^3 \cdot \rho_1}.$$

Изображения по Лапласу плотностей распределения времен пребывания системы в рассматриваемых состояниях за счет повторных приходов в них, представим следующим образом:

$$f_2^\theta(s) = \frac{f_2(t)}{c_2 - (c_2 - 1) \cdot f_2(t)};$$

$$f_4^\theta(s) = \frac{f_4(t)}{c_4 - (c_4 - 1) \cdot f_4(t)},$$

где $f_n^\theta(s)$ – изображение плотности распределения $f_n(t)$ времени пребывания процесса в состоянии n .

Плотности распределения времен пребывания исследуемого процесса на траекториях будут иметь следующий вид:

$$f_T^1(s) = f_2^\theta(s);$$

$$f_T^2(s) = f_2^\theta(s) * f_4^\theta(s),$$

где $*$ – знак операции свертки.

Для нахождения ФР $f_-(s)$ с использованием преобразований Лапласа, выполним переход в комплексную область:

$$f_-(s) = f_T^1 \cdot P_T^1 + f_T^2 \cdot P_T^2.$$

Требуемую ФР получим после выполнения перехода из области изображений в область оригиналов.

В качестве исходных данных для моделирования используем функции распределения $R_1(t)$, $R_2(t)$, $R_3(t)$, $R_4(t)$, $G_1(t)$. Применим обобщенный закон Эрланга второго порядка с параметрами λ_1, λ_2 ; λ_3, λ_4 ; λ_5, λ_6 ; λ_7, λ_8 ; λ_9, λ_{10} , как универсальную зависимость, позволяющую наиболее удобным способом учесть реальные параметры исследуемого процесса:

$$f_1(t) = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot (e^{-\lambda_1 t} \cdot e^{-\lambda_2 t})}{\lambda_2 - \lambda_1}; \quad f_2(t) = \frac{\lambda_3 \cdot \lambda_4 \cdot (e^{-\lambda_3 t} \cdot e^{-\lambda_4 t})}{\lambda_4 - \lambda_3};$$

$$f_3(t) = \frac{\lambda_5 \cdot \lambda_6 \cdot (e^{-\lambda_5 t} \cdot e^{-\lambda_6 t})}{\lambda_6 - \lambda_5}; \quad f_4(t) = \frac{\lambda_7 \cdot \lambda_8 \cdot (e^{-\lambda_7 t} \cdot e^{-\lambda_8 t})}{\lambda_8 - \lambda_7}; \quad g_1(t) = \frac{\lambda_9 \cdot \lambda_{10} \cdot (e^{-\lambda_9 t} \cdot e^{-\lambda_{10} t})}{\lambda_{10} - \lambda_9},$$

где $\lambda_1 = 1,5$; $\lambda_2 = 0,04$; $\lambda_3 = 0,25$; $\lambda_4 = 0,4$; $\lambda_5 = 0,5$; $\lambda_6 = 0,4$; $\lambda_7 = 0,6$; $\lambda_8 = 0,35$; $\lambda_9 = 0,65$; $\lambda_{10} = 0,2$.

Выражение для математического ожидания времени нахождения исследуемого процесса в отказовом состоянии может быть представлено следующим образом:

$$T_- = \frac{\sum_{i \in E_-} m_i \rho_i}{\sum_{k \in K \subset E_+} \sum_{j \in E_-} P_{kj} \rho_i} \quad (1)$$

На рисунке 4 представлена ФР и плотность распределения времени пребывания исследуемого процесса в отказовом состоянии:

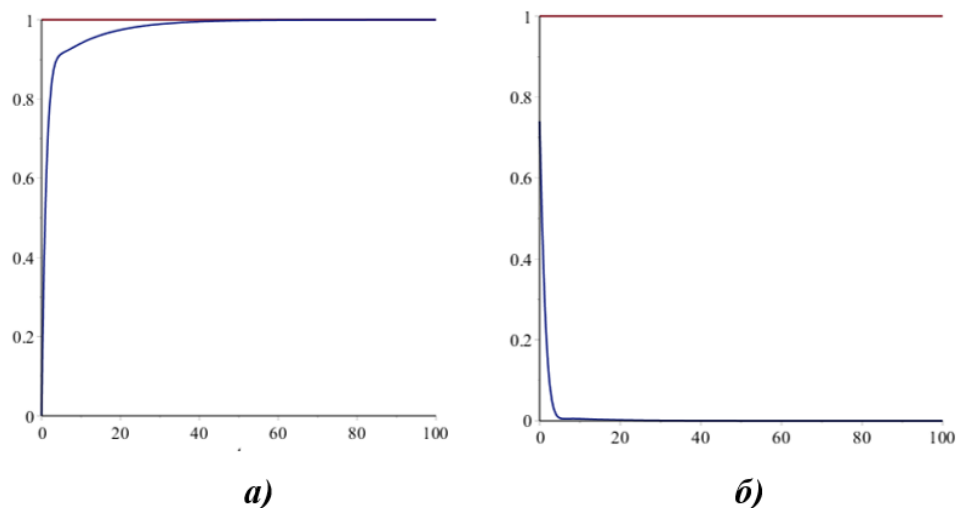


Рисунок 4. Вид графиков ФР (а) и плотности (б) распределения времени пребывания исследуемого процесса в отказовом состоянии

Математическое ожидание ФР времени пребывания исследуемого процесса в отказовом состоянии, найденное из (1), составляет 2,02 ч. Для исследуемого процесса коэффициент простоя принимает следующее значение:

$$K_n = \frac{m_-}{m_- + m_+} = 0,481.$$

Выводы. Предлагаемая полумарковская математическая модель позволяет корректно учесть реальные особенности исследуемого процесса резбошлифования, оценить возможные потери производительности, среди причин которых преобладают параметрические отказы, вызванные недопустимыми значениями отклонений формы и размеров вершины шлифовального круга.

Направление дальнейших исследований связано с изучением области применимости полученной полумарковской модели и ее верификацией для процессов резбошлифования с различными исходными параметрами.

Список литературы

1. Липка, В.М. Исследование надежности процесса накатывания наружных резб с учетом взаимосвязанных отказов /В.М. Липка, С.М. Братан, Ю.Л. Рапацкий //Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии: научно-технический журнал. Орел: изд-во ОГУ им. И.С. Тургенева, №4-2-(330) 2018-12-23. С.198-206.
2. Липка, В.М. Математическое моделирование и анализ процесса шлифования резьбы на заготовках резбонакатных роликов/ В. М. Липка, С. М. Братан, Ю. Л. Рапацкий // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии: научно-технический журнал. №1 (339) - 2020- Орел. Изд-во ОГУ им. И.С. Тургенева. – С. 54-69.
3. Липка, В.М. Обеспечение качества наружной резьбы при шлифовании резбонакатных роликов/ В.М. Липка, С.М. Братан, Ю.Л. Рапацкий // Вестник современных технологий / Научный журнал. - № 4 (16), 2019.- Севастополь. Изд-во: ФГАОУ ВО «СевГУ». – С 59-65.
4. Липка, В.М. Повышение надежности резбонакатных роликов, изготавливаемых методом резбошлифования / В. М. Липка, С. М. Братан, Ю. Л. Рапацкий // Вестник современных технологий / сборник научных трудов. – №4(12) 2018 Севастополь, Брянск, 2018. – С.49-57
5. Лоладзе, Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. – М: Машиностроение, 1982. – 320 с.
6. Новоселов, Ю.К. Анализ связи износа инструмента с износом абразивных зерен /Ю.К. Новоселов, В.Б. Богущкий //Резание и инструмент в технологических системах: междунар. науч.-техн. сб. – Харьков.: НТУ «ХПИ», 2012. – вып.81. – С.228-237.
7. Якухин В.Г., Ставров В.А. Изготовление резьбы: Справочник.- М: Машиностроение. 1989 – 192 с.
8. Мирзоян, Н.Ю. Анализ надёжности системы станка при мелкоразмерном резбонарезании в глухих отверстиях / Н.Ю. Мирзоян, А.О. Харченко, М.В. Заморёнов // Транспортное машиностроение. - 2025. №5. С. 4-14. DOI: <https://doi.org/10.30987/2782-5957-2025-5-4-14> (дата обращения: 29.05.2025).
9. Копп, В.Я. Моделирование автоматизированных производственных систем: монография. – Севастополь: СевНТУ, 2012 – 700с.
10. Заморёнов, М.В. Моделирование процесса функционирования облачной системы хранения данных методом траекторий/ М.В. Заморёнов, В.Я. Копп, Д.В. Заморёнова, Е.С. Владимирова // Автоматизация и измерения в машино-приборостроении. – 2020. – Т. 9. – №1. – С. 28-39

11. Рапацкий, Ю.Л. Новый подход к исследованию жизненного цикла сложных систем в механосборочном производстве/ Ю. Л. Рапацкий, В. М. Липка // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2024. - №3. С. 51-68.

Сведения об авторах:

Рапацкий Ю.Л., кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия

Липка В.М., доцент Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия

Rapatsky Yu.L., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

Lipka V.M., Associate Professor Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

УДК 692

Меньшиков М.А.

*Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск,
Россия*

Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в жизненном цикле строительных проектов: подробный обзор

Аннотация. В статье представлен подробный обзор применения искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) на различных этапах жизненного цикла строительных проектов. Рассматриваются современные вызовы строительной отрасли, такие как рост цен на материалы, нехватка квалифицированных кадров, необходимость повышения качества и сокращения сроков работ. Описаны основные направления внедрения ИИ и МО: оптимизация проектирования с помощью генеративных алгоритмов и BIM, автоматизация мониторинга и контроля качества, использование роботизированных систем и компьютерного зрения для повышения безопасности и эффективности. Особое внимание уделено вопросам интеграции ИИ с существующими цифровыми платформами, проблемам стандартизации, интерпретируемости алгоритмов и защите данных. Обозначены перспективы развития технологий, включая предиктивную аналитику, цифровые двойники и системы мониторинга в реальном времени. Делается вывод о преобразующем потенциале ИИ и МО для повышения эффективности, безопасности и устойчивости строительной отрасли.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, строительные проекты, BIM, генеративный дизайн, цифровые двойники, автоматизация, мониторинг.

Menshikov M.A.

Application of artificial intelligence and machine learning in the lifecycle of construction projects: detailed overview

Annotation. The article provides a detailed overview of the application of artificial intelligence (AI) and machine learning (MO) at various stages of the life cycle of construction projects. The article considers modern challenges of the construction industry, such as rising prices for materials, a shortage of qualified personnel, the need to improve quality and reduce work time. The main directions of AI and MO implementation are described: optimization of design using generative algorithms and BIM, automation of monitoring and quality control, use of robotic systems and computer vision to improve safety and efficiency. Particular attention is paid to the integration of AI with existing digital platforms, standardization, interpretability of algorithms, and data protection. The prospects for the development of technologies, including predictive analytics, digital twins and real-time monitoring systems, are outlined. The conclusion is drawn about the transformative potential of AI and MO to improve the efficiency, safety and sustainability of the construction industry.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, construction projects, BIM, generative design, digital twins, automation, monitoring

Цель исследования - установить особенности применения искусственного интеллекта и машинного обучения в жизненном цикле строительных проектов. Проблема исследования состоит в том, что современная строительная отрасль сталкивается с разнообразными вызовами, такими как повышение цен на сырье, нехватка квалифицированных кадров, необходимость сокращения сроков выполнения работ и улучшения качества. В условиях постоянной эволюции технологий применение искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в строительстве стало не столько тенденцией, сколько необходимостью. Методология исследования включает в себя анализ научной литературы и нормативно-правовой базы проблемы.

ИИ обладает способностью анализировать огромные объемы данных о предыдущих строительных проектах, климатических условиях, материалах и технологиях. На основе этих данных он может предложить оптимальные решения для новых проектов, что позволяет избежать ошибок, сокращает время на проектирование и снижает затраты. Например, системы ИИ могут оценить, какие строительные материалы лучше всего подходят для конкретных климатических зон и условий эксплуатации, что помогает создать более качественные и долговечные сооружения[1].

ИИ и МО активно используются на этапе проектирования для создания оптимальных архитектурных решений. Алгоритмы генеративного дизайна позволяют создавать тысячи вариантов планировок, учитывая такие параметры, как энергоэффективность, стоимость, безопасность и нормативные требования. Интеграция ИИ с BIM (информационным моделированием зданий) обеспечивает автоматизацию процессов моделирования, анализа и оптимизации проектов, что сокращает время проектирования и минимизирует ошибки. Машинное обучение помогает анализировать большие объемы данных, поступающих с датчиков, камер и BIM-моделей, для эффективного управления ресурсами, прогнозирования рисков и задержек. ИИ-системы способны выявлять до 99% ошибок на ранних стадиях проекта, что позволяет своевременно корректировать планы и минимизировать финансовые потери.

Исследователь Хамидов Б.С. в своей статье отмечает, что компьютерное зрение и анализ изображений с помощью ИИ обеспечивают мониторинг строительных площадок в режиме реального времени, выявляя нарушения техники безопасности и дефекты строительства. Это способствует снижению аварийности и повышению качества работ[2].

Современные системы ИИ способны значительно улучшать управление строительными проектами. Они помогают планировать и контролировать выполнение задач, отслеживать прогресс и производительность команды, а также прогнозировать возможные риски и

задержки. Используя алгоритмы МО, такие системы могут анализировать данные в реальном времени, что позволяет оперативно принимать решения и корректировать планы в случае возникновения непредвиденных обстоятельств. Контроль качества является критически важным аспектом в строительстве. Алгоритмы компьютерного зрения и МО находят применение для автоматического обнаружения дефектов и отклонений от стандартов. С помощью камер и датчиков, интегрированных в строительное оборудование, ИИ может в режиме реального времени оценивать качество выполненных работ и материала, что позволяет оперативно устранять недостатки и обеспечивать высокие стандарты качества.

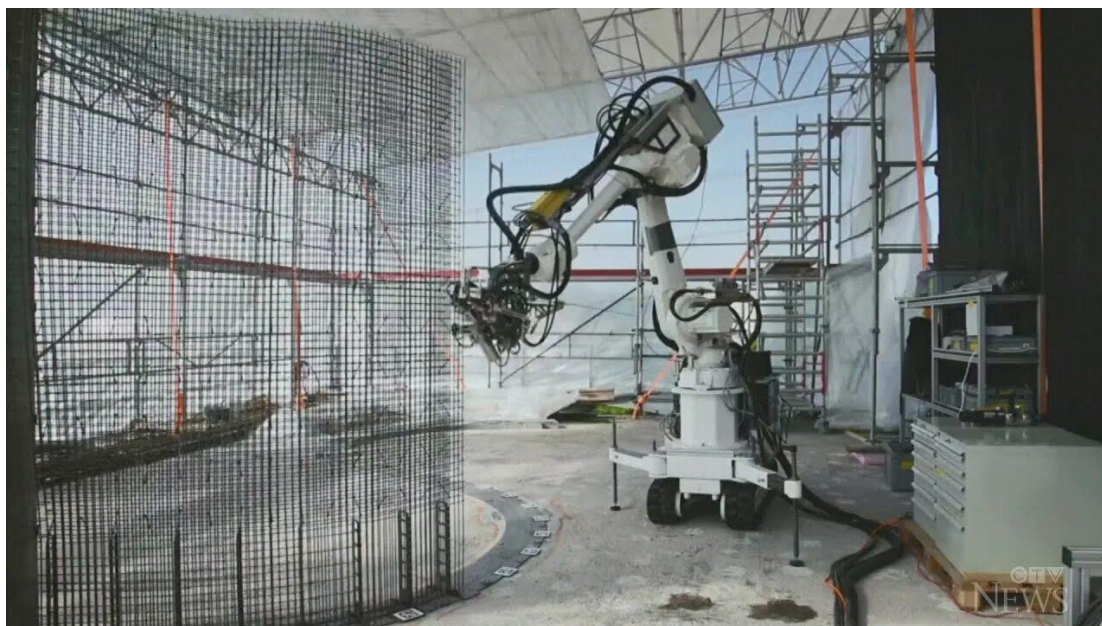


Рисунок 1. - ИИ в строительстве

Роботы, обладающие элементами ИИ, начинают всё активнее применяться в строительстве для выполнения рутинных и опасных задач, таких как кладка кирпича, сварка или покраска. Это не только ускоряет процессы, но и снижает уровень ошибок, обусловленных человеческим фактором. Автоматизация также позволяет минимизировать риски для работников, которые могут подвергаться опасным условиям на стройплощадке.

Безопасность на строительных площадках — одна из важнейших задач. Системы ИИ могут анализировать поведение рабочих и состояние объектов в реальном времени, выявляя нарушения, такие как отсутствие защитной экипировки или нахождение в опасных зонах. Это позволяет моментально реагировать на ситуации, которые могут привести к несчастным случаям, и тем самым существенно повышает уровень безопасности на объекте. Еще одно важное направление применения ИИ и МО в строительстве — разработка энергоэффективных зданий и инфраструктуры. ИИ способен анализировать данные по эксплуатации

инженерных систем, что позволяет выявлять возможности для оптимизации использования энергии, сокращения выбросов и снижения эксплуатационных расходов. Это особенно актуально в условиях современного мирового тренда на устойчивое развитие и заботу об экологии[4].

Современные алгоритмы генеративного проектирования позволяют автоматически создавать тысячи вариантов строительных решений с учётом параметров энергоэффективности, стоимости, безопасности и нормативных требований. Например, программные комплексы, такие как OptiStruct, используются для оптимизации конструкций зданий, что приводит к снижению расхода материалов, повышению прочности и уменьшению затрат на строительство. В России OptiStruct применялся при проектировании Лахта-центра в Санкт-Петербурге (оптимизация стальных конструкций), моста через бухту Золотой Рог во Владивостоке (оптимизация башен и вант), стадиона «Газпром Арена» (конструкция крыши), жилого комплекса «Зиларт» и бизнес-центра «ОКО» в Москве (железобетонные и стальные конструкции)[3].

Интеграция искусственного интеллекта с технологией информационного моделирования зданий (BIM) позволяет автоматизировать процессы проектирования, анализа и управления проектами. Имитационные модели на основе BIM-данных используются для календарного планирования, оптимизации сроков строительства и распределения ресурсов. Такой подход обеспечивает возможность моделирования различных сценариев, оперативного реагирования на отклонения от плана и повышения качества управленческих решений. Использование дронов, камер и датчиков IoT в сочетании с алгоритмами компьютерного зрения и машинного обучения позволяет осуществлять мониторинг строительных площадок в режиме реального времени. ИИ выявляет дефекты, отклонения от спецификаций, проблемы с материалами и качеством строительства, а также визуализирует их в BIM-моделях. Это способствует своевременному устранению ошибок, минимизации рисков и повышению безопасности на строительной площадке.



Рисунок 2. -Машины в строительстве

Роботизированные системы с элементами ИИ выполняют рутинные и опасные работы, такие как кладка кирпича, сварка и покраска. Кроме того, ИИ используется для автоматизации обработки строительной документации, что сокращает время обработки данных и повышает точность выполнения задач. Внедрение цифровых двойников зданий и интеллектуальных систем управления позволяет отслеживать состояние объектов, прогнозировать потребность в ремонте и оптимизировать эксплуатационные расходы[5].

В последние годы искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО) становятся важными инструментами цифровой трансформации строительной отрасли. Однако их внедрение сопряжено с рядом существенных проблем и вызовов, требующих комплексного анализа и поиска путей решения.

Одной из ключевых проблем является недостаточное качество и объем данных, необходимых для обучения и работы алгоритмов ИИ и МО. В строительстве данные часто разрозненны, неполны и не стандартизированы, что затрудняет их обработку и анализ. Отсутствие единых форматов и протоколов обмена информацией между различными системами (BIM, CAD, ERP и др.) приводит к потере данных и снижению эффективности алгоритмов. Внедрение ИИ и МО требует интеграции с уже используемыми программными комплексами и рабочими процессами. Зачастую это сопряжено с техническими сложностями, связанными с несовместимостью интерфейсов, отсутствием стандартизации и необходимостью переобучения персонала.

Многие алгоритмы машинного обучения работают по принципу «чёрного ящика», что затрудняет интерпретацию их решений. В строительстве, где ошибки могут привести к серьёзным последствиям,

важно понимать, как и почему алгоритм принимает то или иное решение. Недостаточная прозрачность алгоритмов повышает риск принятия неверных управленческих решений. Внедрение ИИ и МО поднимает вопросы ответственности за принятые решения, защиты персональных данных и соблюдения авторских прав. Необходимо учитывать, кто несет ответственность в случае возникновения ошибок или аварий, а также обеспечивать конфиденциальность и безопасность данных, особенно при использовании облачных сервисов.

Одним из перспективных направлений является совершенствование алгоритмов ИИ и МО, направленное на повышение их точности и адаптивности. Современные модели способны обучаться на больших объемах данных, включая информацию о различных типах конструкций, материалах и условиях эксплуатации. В будущем алгоритмы будут автоматически адаптироваться к новым типам конструкций и дефектов, что позволит сократить время и ресурсы, затрачиваемые на их обучение и внедрение. Такой подход обеспечит более быстрое и точное выявление потенциальных проблем на ранних стадиях проектирования и строительства, а также повысит надежность эксплуатации объектов. Адаптивные модели смогут учитывать особенности конкретных проектов и условия окружающей среды, минимизируя риски возникновения дефектов и аварий.

Важным аспектом развития технологий ИИ и МО является их интеграция с системами предиктивной аналитики. Это позволит не только выявлять существующие проблемы, но и прогнозировать потенциальные дефекты еще до их возникновения. Например, анализ данных о нагрузках, погодных условиях, свойствах материалов и истории эксплуатации объектов позволит прогнозировать возможные повреждения и принимать превентивные меры. Предиктивная аналитика способна существенно снизить затраты на ремонт и обслуживание, а также повысить безопасность эксплуатации зданий и сооружений. Интеграция ИИ с системами управления проектами и эксплуатацией объектов обеспечит непрерывный анализ и контроль ключевых параметров, что особенно актуально для сложных и ответственных объектов.

Еще одним перспективным направлением является внедрение систем мониторинга состояния строительных объектов в режиме реального времени. Нейросети будут интегрироваться с дронами, роботизированными комплексами и устройствами интернета вещей (IoT), обеспечивая круглосуточный контроль за состоянием зданий и сооружений. Использование дронов и роботизированных систем позволяет оперативно получать актуальную информацию о состоянии конструкций, выявлять дефекты и отклонения от проектных решений[4].

Таким образом, применение искусственного интеллекта и машинного обучения трансформирует строительную отрасль, делая ее более

эффективной, безопасной и экономичной. Интеграция этих технологий во все этапы жизненного цикла строительных проектов открывает новые возможности для оптимизации, контроля и управления, что способствует устойчивому развитию отрасли и повышению качества строительства.

Список литературы

1. Лежнина Ю. А., Хоменко Т. В. Проблемы внедрения новой информационной технологии Building Information Modeling в строительном ВУЗе // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2015. № 2 (12). С. 78-82.
2. Хамидов Б.С. Современные возможности искусственного интеллекта в строительной отрасли // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023 Том 13 № 3А. С. 257-266.
3. Язгельдыев, Шадурды. Искусственный интеллект в строительной сфере: современное положение и перспективы будущего / Шадурды Язгельдыев, Г. Д. Гурбанов, А. М. Агаев, Д. М. Амандурдыев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 11 (510). — С. 20-22. — URL: <https://moluch.ru/archive/510/111982/> (дата обращения: 30.05.2025).
4. Дроздова, Е. С. Применение искусственного интеллекта в сфере строительства = Application of artificial intelligence in construction / Е. С. Дроздова, А. Р. Саврас, В. В. Карнейчик // Инженерный бизнес [Электронный ресурс] : сборник материалов IV Международной научно-практической конференции в рамках 21-й Международной научно-технической конференции БНТУ «Наука – образованию, производству и экономике» 22-24 ноября 2023 г. / редкол.: О. С. Голубова [и др.] ; сост. О. С. Голубова. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 129-136.
5. Федорова, Д. В. Использование технологий искусственного интеллекта в строительстве: современные тенденции и перспективы развития / Д. В. Федорова // Вестник евразийской науки. — 2024 — Т. 16 — № 3.

Информация об авторах:

Меньшиков М.А., Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Научный руководитель: Сунцов Александр Сергеевич, кандидат технических наук доцент, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия

УДК 620.9

Абдразаков В.А., Харченко С.Н.

*ФГБОУ ВО "Кубанский Государственный Аграрный Университет им. Трубилина", Краснодар,
Россия*

Новые методы генерации энергии

Аннотация: В статье рассматриваются новые методы генерации энергии, которые отвечают на вызовы современности, связанные с истощением традиционных источников и экологическими проблемами. Основное внимание уделяется возобновляемым источникам энергии, таким как солнечная, ветровая и гидроэнергия, а также биомассе и геотермальной энергии. Обсуждаются перспективы использования энергии океанов, включая приливную и волну. Также рассматриваются инновации в ядерной энергетике и методы переработки отходов в энергию. Важным аспектом является развитие технологий хранения энергии, что критически необходимо для интеграции возобновляемых источников в энергосистему. Статья подчеркивает необходимость продолжения исследований и внедрения новых технологий для создания устойчивого энергетического будущего.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, ветровая энергия, гидроэнергия, приливная энергия, хранение энергии, устойчивое развитие.

Abdrazakov V.A., Kharchenko S.N.

New methods of energy generation

Abstract: The article discusses new methods of energy generation that respond to modern challenges related to the exhaustion of traditional sources and environmental problems. The focus is on renewable energy sources such as solar, wind, and hydropower, as well as biomass and geothermal energy. The prospects of using ocean energy, including tidal and wave energy, are discussed. Innovations in nuclear energy and waste-to-energy conversion methods are also considered. An important aspect is the development of energy storage technologies, which is critically necessary for the integration of renewable sources into the energy system. The article highlights the need for continued research and the introduction of new technologies to create a sustainable energy future.

Keywords: renewable energy sources, solar energy, wind energy, hydropower, tidal energy, energy storage, sustainable development.

Введение

С увеличением населения и ростом потребления энергии, человечество сталкивается с серьезной задачей — найти устойчивые и эффективные способы генерации энергии. Традиционные источники, такие как уголь, нефть и природный газ, истощаются, а их использование приводит к значительным экологическим проблемам. В ответ на эти вызовы появляются новые технологии и методы генерации энергии, которые обещают более чистое и устойчивое будущее. В данной статье мы

рассмотрим некоторые из самых перспективных новых методов генерации энергии.

1. Возобновляемые источники энергии

| 1.1. Солнечная энергия

Солнечная энергия остается одним из наиболее быстроразвивающихся направлений в области генерации энергии. Современные солнечные панели становятся все более эффективными благодаря новым материалам и технологиям, таким как перовскитные солнечные элементы, которые могут достигать эффективности более 25%. Также активно развиваются технологии хранения солнечной энергии, включая литий-ионные батареи и новейшие решения на основе натрий-ионных и твердых батарей.

| 1.2. Ветровая энергия

Ветроэнергетика также демонстрирует впечатляющий рост. Современные ветряные турбины становятся все больше и мощнее, что позволяет им генерировать больше энергии даже при низких скоростях ветра. В частности, оффшорные ветряные электростанции становятся все более популярными благодаря своим высоким показателям производительности и меньшему воздействию на экосистемы.

| 1.3. Гидроэнергия

Гидроэнергия является одним из старейших методов генерации энергии, но новые технологии, такие как малые гидроэлектростанции и системы с использованием волн и приливов, открывают новые возможности для генерации электроэнергии. Эти методы могут быть менее инвазивными для экосистем и обеспечивать стабильное производство энергии.

2. Энергия из биомассы

Биомасса представляет собой органические материалы, такие как растительные остатки и отходы животноводства, которые могут быть использованы для производства энергии. Современные технологии переработки биомассы позволяют эффективно преобразовывать её в биогаз или биотопливо. Этот метод не только помогает утилизировать отходы, но и способствует снижению выбросов парниковых газов.

3. Геотермальная энергия

Геотермальная энергия использует тепло, находящееся внутри Земли, для генерации электроэнергии и отопления. Геотермальные электростанции могут быть построены в различных регионах мира, где доступно геотермальное тепло. Новые технологии бурения и системы

управления позволяют увеличивать эффективность геотермальных установок.

Существует два основных подхода к использованию геотермальной энергии: прямое использование тепла и производство электроэнергии. При прямом использовании получаемая горячая вода служит для множества нужд. Она может быть использована для подогрева дорог, сушки одежды и отопления зданий, теплиц, бассейнов. Также горячая вода используется для сушки сельскохозяйственных и рыбных продуктов, выпаривания растворов, а также в аквакультуре, например, для выращивания рыбы и грибов. Это прямое применение геотермального тепла делает его ценным ресурсом для различных секторов экономики. Для производства электроэнергии используют геотермальные электростанции. Принцип их работы заключается в использовании геотермального тепла для вращения паровых турбин, соединённых с генераторами, что позволяет вырабатывать электроэнергию. Такие электростанции эффективно преобразуют тепловую энергию в электрическую, предоставляя электричество для бытовых нужд и промышленности.

4. Энергия океанов

| 4.1. Приливная энергия

Приливная энергия использует силу приливов и отливов для генерации электроэнергии. Установки на основе приливных турбин могут быть установлены в местах с высоким уровнем приливной активности и обеспечивать стабильный источник энергии.

| 4.2. Энергия волн

Энергия волн является еще одним перспективным направлением, которое использует движение морских волн для генерации электроэнергии. Разработка эффективных устройств для преобразования этой энергии находится на стадии активного исследования и может стать значительным источником возобновляемой энергии.

5. Ядерная энергия нового поколения

Современные технологии ядерной энергетики продолжают развиваться с акцентом на безопасность и устойчивость. Реакторы нового поколения, такие как малые модульные реакторы (SMR) и термоядерные реакторы, обещают более безопасные и эффективные решения для производства электроэнергии без выбросов углерода.

Одним из значительных преимуществ SMR является их возможность одобрения как типовых проектов. Это позволяет ускорить процесс внедрения технологий, так как стандартные решения упрощают согласование и лицензирование. Строительство SMR требует значительно меньших капиталовложений по сравнению с традиционными ядерными

реакторами. Эта экономия делает технологии доступными как для небольших компаний, так и для городов, стремящихся обеспечить себя надежным источником энергии. SMR могут использоваться в самых различных областях: от локального энергоснабжения до стабилизации электрических сетей. Кроме того, их можно адаптировать для нужд отопления, производства тепла, а также в процессе опреснения воды и производства водорода.

6. Энергия из отходов

Методы преобразования отходов в энергию становятся все более актуальными в условиях растущих объемов мусора. Технологии термической переработки, такие как пиролиз и газификация, позволяют превращать отходы в синтетический газ или топливо, что способствует уменьшению объемов мусора на свалках и производству энергии.

Мусоровозы привозят отсортированные отходы в приёмный бункер завода. Важно отметить, что поступают только те материалы, которые остались после предварительной сортировки и не могут быть использованы повторно. После поступления в бункер отходы загружаются с помощью грейферного крана в установки для сжигания. Этот этап является основным в термической переработке, так как именно на нём происходит превращение отходов в тепло. Процесс сжигания сопровождается образованием дымовых газов, которые проходят трёхступенчатую очистку. Это позволяет минимизировать негативные воздействия на окружающую среду и обеспечить соблюдение всех экологических норм. Полученное тепло используется для генерации пара. В турбогенераторе тепловая энергия пара преобразуется в электрическую. Полученная электроэнергия активно поставляется в сеть, обеспечивая нужды населения и промышленности.

7. Инновационные технологии хранения энергии

Одной из главных проблем возобновляемых источников энергии является их непостоянство. Поэтому разработка технологий хранения энергии становится критически важной задачей. Современные решения включают:

- Литий-ионные батареи: уже широко используются в электрических автомобилях и стационарных системах хранения.
- Новые материалы: такие как натрий-ионные батареи, которые могут быть более доступными и дешевыми.
- Гидроаккумулирующие станции: которые используют избыточную энергию для перекачки воды на высоту, а затем генерируют электроэнергию при спуске воды.

Новые технологии хранения энергии, такие как батареи на основе лития, натрия и даже водорода, делают новые источники энергии более

доступными. Эти системы позволяют аккумуляцию энергии в период, когда ее производят много, и использование в моменты повышенного спроса. Это особенно важно для переменных источников возобновляемой энергии, таких как солнце и ветер.

Заключение

Новые методы генерации энергии представляют собой многообещающие решения для обеспечения устойчивого энергетического будущего. Переход к возобновляемым источникам энергии и инновационным технологиям хранения требует комплексного подхода, включая инвестиции в научные исследования, развитие инфраструктуры и изменение политик на уровне государств. Будущее энергетики зависит от нашей способности адаптироваться к новым условиям и использовать доступные ресурсы с максимальной эффективностью, чтобы обеспечить чистую и устойчивую энергетику для будущих поколений.

Список литературы

1. Козлов А.В. Ронжин С.С. Никитина О.Н. Глкшенкова К.В Проблемы экологической безопасности в области обращения с упаковочными отходами и нормативные перспективы его регулирования 2021. Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией О.В. Аракчеевой, И.Ю. Кривдиной. Нижний Новгород, 2022. С. 38-42;
2. Будник В.В., Гроня Д.В., Мазаева Т.В Биологическое загрязнение объектов внешней среды как важная гигиеническая и экологическая проблема. В сборнике: Молодежь XXI века: шаг в будущее. Материалы XIX региональной научно-практической конференции. В 3-х томах. 2018. С. 360-361.
3. Трофимов А.В. Необходимость оптимального использования и экономии ЭНЕРГОРЕСУРСОВ Наука, техника и образование. 2019. № 1 (54). С. 59-61.
4. Дадаханов Р.Р., Банкурова Р.У. Проблемы утилизации вторичных отходов и рационального природопользования в сборнике: Наука и молодежь. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, молодых ученых и аспирантов. 2017. С. 176-179.
5. Нигматуллина Л.А. Вторичные ресурсы в производстве строительных материалов. В сборнике: приоритетные направления научных исследований. анализ, управление, перспективы. сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 37-39.

УДК 004.8

Тополян С. Г.

Сочинский государственный университет, Сочи, Россия

Перспективы развития генеративных моделей

Аннотация: Статья посвящена исследованию генеративных моделей в ИИ, ключевых технологий, способных создавать реалистичные синтетические данные. В ней представлены основные архитектуры: генеративные состязательные сети (GAN), вариационные автокодировщики (VAE), преобразователи и диффузионные модели, обсуждаются их сильные стороны (гибкость, качество вывода) и ограничения (сложность, ресурсы, нечеткие результаты). В статье освещаются их преобразующие приложения в различных областях: создание визуального и музыкального искусства, создание текстов, открытие лекарств, дизайн, архитектура и решение социальных проблем (например, жилье с помощью 3D-печати). Освещены недавние достижения, такие как DALL-E. Однако в статье также рассматриваются основные проблемы: этические проблемы (дипфейки, дезинформация, интеллектуальная собственность), технические ограничения (черные ящики), злонамеренное использование и потребление энергии. В заключение рассматриваются перспективы развития будущих исследований для улучшения интерпретируемости, разработки более эффективных и специализированных моделей и создания надежных этических и нормативных рамок для максимизации полезного потенциала этих моделей при минимизации их рисков.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генеративные модели, генеративные состязательные сети, вариационные автокодировщики, трансформеры, модели диффузии.

Topolyan S.G.

Design of construction of a sports complex

Annotation: This article explores generative models in AI, key technologies capable of producing realistic synthetic data. It introduces the main architectures: generative adversarial networks (GANs), variational autoencoders (VAEs), transformers, and diffusion models, discussing their strengths (flexibility, output quality) and limitations (complexity, resources, fuzzy results). The article highlights their transformative applications in a variety of domains: visual and musical art creation, text generation, drug discovery, design, architecture, and solving social problems (e.g. 3D-printed housing). Recent advances such as DALL-E are highlighted, but the article also addresses key challenges: ethical issues (deepfakes, disinformation, intellectual property), technical limitations (black boxes), malicious use, and energy consumption. The conclusion discusses future research opportunities to improve interpretability, develop more efficient and tailored models, and create robust ethical and regulatory frameworks to maximize the useful potential of these models while minimizing their risks.

Key words: artificial intelligence, generative models, generative adversarial networks, variational autoencoders, transformers, diffusion models.

Введение

Одной из важнейших ветвей развития ИИ являются генеративные модели, которые способны создавать новые данные, имитирующие реальные данные. Известные методы в этой области включают генеративные состязательные сети (GAN) и вариационные автоэнкодеры (VAE). Эти модели широко используются в самых разных задачах, от синтеза изображений до генерации текста, что делает их ключевым инструментом в современном ИИ. В свою очередь, генеративный дизайн считается цифровой технологией, которая работает в тандеме с другими сквозными цифровыми технологиями, включая аддитивное производство и искусственный интеллект. Это подчеркивает важность объединения генеративных моделей с передовыми технологиями для достижения более эффективных результатов.

Основные типы генеративных моделей

Генеративные модели прошли долгий путь от ранних архитектур до современных мультимодальных систем. Основные типы генеративных моделей включают:

- Генеративные состязательные сети (GAN): представленные в 2014 году, GAN состоят из двух нейронных сетей: генератора и дискриминатора, обученных с помощью состязательных игр. GAN успешно применялись для генерации изображений, видео и аудио, но сталкиваются с проблемами стабильности обучения и контроля генерации.
- Вариационные автокодировщики (VAE): эти модели используют вероятностный подход к генерации данных, обучаясь сжимать и восстанавливать входные данные. VAE широко используются для генерации изображений и текста, но сгенерированные образцы часто размыты.
- Трансформеры: архитектура, основанная на внимании, является прорывом в обработке естественного языка. Такие модели, как GPT (Generative Pre-trained Transformer), T5 и LLaMA, показали превосходные результаты в генерации текста, машинном переводе и других задачах.
- Модели диффузии: новый класс моделей, таких как Stable Diffusion и DALL-E 3, основан на процессе постепенного добавления и удаления шума. Эти модели продемонстрировали возможности генерации высококачественных изображений и видео. Исторически развитие методов градиентного спуска (GM) можно проследить от генеративно-состязательных сетей (GAN) для изображений до мультимодальных систем, которые обрабатывают различные типы данных. Сравнение архитектур

показывает, что модели Transformer и модели диффузии обладают большей гибкостью, но требуют больших вычислительных ресурсов.

Современные достижения в области генеративных моделей

Разработка OpenAI DALL-E является одним из самых ярких примеров современных достижений в области генеративных моделей, способных создавать высокореалистичные изображения по текстовым описаниям. Это открывает широкие перспективы для применения генеративных моделей в творческих и коммерческих задачах. При этом экономические преимущества 3D-печатных домов и отработанная технология одноэтажного домостроения позволяют решить социальную проблему обеспечения жильем малообеспеченных слоев населения. Таким образом, генеративные технологии не только способствуют развитию креативных индустрий, но и оказывают существенное влияние на решение социальных задач.

Применение генеративных моделей в различных областях

Генеративные модели стали преобразующей силой во многих дисциплинах, революционизировав наш подход к творчеству, решению проблем и инновациям. Научившись имитировать и генерировать данные, похожие на реальные входные данные, эти модели достигли беспрецедентных возможностей в широком спектре областей, таких как искусство, музыка, литература, наука и промышленность. От создания реалистичных изображений и сочинения оригинальной музыки до создания человекоподобного текста и ускорения открытия лекарств, генеративные модели изменяют традиционные процессы и открывают новые возможности для исследований. В этой главе мы подробно рассмотрим наиболее важные приложения генеративных моделей, подчеркнув их влияние и потенциал в различных областях. [5]

Генеративные модели, такие как генеративные состязательные сети (GAN), вариационные автоэнкодеры (VAE), трансформаторы и диффузионные модели, предназначены для генерации новых выборок данных, которые отражают статистические свойства их обучающих данных. Их способность создавать реалистичные и новые работы делает их незаменимыми в областях, где креативность, автоматизация и синтез данных имеют решающее значение. В этой главе рассматриваются приложения этих моделей в искусстве, музыке, создании текстов, открытии лекарств и других областях, демонстрируя их универсальность и далеко идущее значение их приложений.

Генеративные модели, особенно GAN, произвели революцию в создании визуального искусства. Обученные на огромных наборах данных изображений, GAN могут генерировать совершенно новые произведения искусства, имитируя стили известных художников или создавая новые работы. Например, такие модели, как StyleGAN, использовались для создания гиперреалистичных лиц, пейзажей и абстрактного искусства. Эти модели позволяют художникам экспериментировать с новыми формами и стилями, раздвигая границы традиционного искусства. [4]

В области музыки генеративные модели, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN) и Transformers, используются для создания оригинальных произведений. Эти модели изучают закономерности из существующей музыки и генерируют новые мелодии, гармонии и даже целые симфонии. Такие инструменты, как MuseNet от OpenAI, могут создавать музыку в самых разных жанрах, от классики до джаза, демонстрируя потенциал генеративных моделей как творческих партнеров для музыкантов.

Генеративные модели, особенно архитектуры на основе Transformer, такие как GPT (Generative Pre-Trained Transformer), произвели революцию в обработке естественного языка. Эти модели могут генерировать связный и контекстно-релевантный текст, что делает их идеальными для таких приложений, как:

Чат-боты и виртуальные помощники: обеспечивают человеческие ответы в обслуживании клиентов и личной помощи.

Создание контента: автоматически генерируют статьи, истории и маркетинговые тексты.

Перевод на язык: улучшают системы машинного перевода, делая их вывод более естественным и точным.

Способность этих моделей понимать и генерировать язык открывает новые возможности для автоматизации и творчества в текстовых отраслях.

В фармацевтической промышленности генеративные модели ускоряют процесс разработки лекарств. Такие модели, как вариационные автокодировщики (VAE) и генеративно-состязательные сети (GAN), могут предлагать новые кандидаты на лекарства, генерируя молекулярные структуры с желаемыми свойствами. Эти модели могут:

Проектировать новые молекулы: создавать химические структуры, которые никогда ранее не синтезировались.

Прогнозировать молекулярные свойства: оценивать эффективность, токсичность и другие свойства потенциальных лекарств.

Оптимизировать существующие соединения: модифицировать известные молекулы для улучшения их свойств.

Такие приложения значительно сокращают время и затраты, необходимые для традиционных методов разработки лекарств, и имеют потенциал для ускорения разработки лекарств, спасающих жизни.

Генеративные модели также достигли большого прогресса в различных других областях:

Игры: процедурная генерация контента для создания игровых сред, персонажей и повествований.

Мода: проектирование новых стилей и моделей одежды на основе текущих тенденций.

Финансы: создание синтетических данных для оценки рисков и обнаружения мошенничества.

Архитектура: помощь в проектировании инновационных строительных конструкций и городского планирования.

Эти приложения подчеркивают универсальность генеративных моделей и их способность адаптироваться к различным отраслям, тем самым стимулируя инновации и эффективность.

Применение генеративных моделей в различных областях подчеркивает их преобразующий потенциал. От демократизации творчества в искусстве и музыке до революционной разработки лекарств и повышения автоматизации генерации текстов, эти модели меняют ландшафт отрасли и создают новые возможности. По мере того, как генеративные модели продолжают развиваться, их влияние, вероятно, будет расширяться и дальше, предоставляя решения сложных проблем и вдохновляя инновации во всех отраслях.

1. Социальное влияние применения генеративных моделей

Широкое распространение генеративных моделей может существенно изменить рынок труда, привести к появлению новых профессий, связанных с разработкой и управлением этими технологиями, и изменить существующие рабочие процессы.

2. Технические ограничения и проблемы интерпретируемости

Одной из основных проблем генеративных моделей является их сложность и отсутствие интерпретируемости, что затрудняет понимание их работы и контроль за их использованием. Потенциальные угрозы и злонамеренное использование генеративных моделей

Генеративные модели могут использоваться для создания глубоких фейков и фейковых новостей, что представляет угрозу информационной безопасности и общественному доверию.

Генеративные модели сталкиваются со многими проблемами:

- **Этика:** генеративные подделки и глубокие фейки угрожают информационной безопасности. Остаются вопросы ответственности.
- **Качество данных:** модели могут генерировать контент, который выглядит разумным, но на самом деле неверен.

- Контроль и интерпретируемость: большие модели часто ведут себя как «черные ящики».
- Потребление энергии: обучение больших моделей требует больших ресурсов.

3. Перспективы и направления будущих исследований

Будущие исследования должны быть сосредоточены на улучшении интерпретируемости генеративных моделей и разработке этических стандартов для их использования, тем самым минимизируя риски и повышая их практичность.

Перспективы развития генеративных моделей включают:

- Архитектурные улучшения: создание небольших специализированных моделей, обученных на локальных данных.
- Интеграция с информационными системами: симбиоз с базами знаний и системами поддержки принятия решений.
- Персонализация: модели, которые адаптируются к пользователям.
- Регулирование: законодательство в Европе, Китае и США.
- Открытый исходный код: построение экосистемы (Mistral, DeepSeek, RWKV).

Заключение

Генеративные модели являются одним из самых перспективных направлений в области искусственного интеллекта, в котором достигнут значительный прогресс в создании реалистичных данных. От генеративных состязательных сетей (GAN) и вариационных автокодировщиков (VAE) до современных трансформаторов и диффузионных моделей эти методы способны генерировать высококачественные изображения, текст, видео и аудио. Их применение широко, охватывая медицину, креативные индустрии, архитектуру и социальные проблемы, такие как жилье. Недавние достижения, такие как DALL-E, подчеркивают их потенциал в креативных и коммерческих областях, в то время как их сочетание с аддитивным производством открывает новые перспективы для устойчивого развития.

Однако разработка генеративных моделей также сталкивается с серьезными проблемами. Этические проблемы, такие как генерация ложной информации и нарушение прав интеллектуальной собственности, требуют строгих нормативных стандартов. Технические ограничения, включая сложность модели и отсутствие интерпретируемости, затрудняют контроль и понимание генеративных моделей. Кроме того, генеративные модели подвержены риску использования во зло, например, для создания

глубоких фейков и фейковых новостей, что угрожает информационной безопасности.

Будущее генеративных моделей зависит от исследований, направленных на повышение их прозрачности, интерпретируемости и этичности применения. Разработка компактных профессиональных моделей и их интеграция с информационными системами поможет раскрыть их потенциал, минимизируя риски. Поэтому, если разработка генеративных моделей будет сопровождаться ответственным отношением к возникающим вызовам, она продолжит преобразовывать отрасль. [3]

Список литературы:

1. ГОСТ Р 71476-2024. Искусственный интеллект. Концепции и терминология искусственного интеллекта, официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://gostassistant.ru/doc/d5025070-e226-4d6b-9871-ad5721156f8d>
2. Gartner. How to Stop Data Quality Undermining Your Business, официальный сайт [Электронный ресурс]: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-to-stop-data-quality-undermining-your-business>.
3. IBM. Data Quality Tools & Solutions, официальный сайт [Электронный ресурс]: <https://www.ibm.com/data-quality>
4. Гарбук С.В. Функциональность и безопасность систем искусственного интеллекта: качество данных // Открытые системы. СУБД. 2024. № 1, официальный сайт [Электронный ресурс] <https://www.osp.ru/os/2024/01/13058259>
5. Смирнов Н. Реалии искусственного интеллекта: «большая семерка» ОС, версия 2024 // Открытые системы. СУБД. 2023. № 4, официальный сайт [Электронный ресурс]: <https://www.osp.ru/os/2023/04/13057841>

Оглавление

Вирко Т.П., Зайков Д.Д., Грабовский Л.А. Разработка системы управления вентильно-индукторного двигателя ИД-2000 в Matlab simulink	3
Свирин О.Д. Актуальные перспективы использования ДНК при идентификации личности	8
Савенко П. С., Сенан А.М. Способы измерения осадок и сдвига зданий и сооружений сооружений	14
Валиев Т.И. Проблема использования и внедрения искусственного интеллекта в Российской Федерации	19
Джураева З.А. Качество продукции как конкурентоспособность швейных изделий	23
Березуцкий Д.С., Одоевцева М. В. Численный метод добавления деэмульгатора в обратную систему охлаждения	28
Нелепов Р.А. Обзор и анализ существующих программных решений, выявление их достоинств и недостатков для систем автоматизированного выявления бракованной продукции с использованием компьютерного зрения или искусственного интеллекта	33
Макарова В.А., Малыш А.Е. Чат-бот. Эффективный интерактивный инструмент образовательного процесса	44
Савков А.А. Современные системы диагностики гидроагрегатов	53
Березуцкий Д.С., Одоевцева М. В. Очистка обратной системы металлургического предприятия	59
Гимазова Э.Р., Осипов Е.А. Влияние линейных размытий на точность классификации рентгеновских снимков легких нейронными сетями	66
Джураева З.А., Мирзобобоева З.М. Проектирование женского платья с элементами традиционной вышивки на примере Согдийской области	73
Кочарян Ю.Г., Абрамян Е.Р. Использование возобновляемых источников энергии для отопления. Геотермальная энергия	78

Сагирова А.Р., Осипов Е.А. Влияние шума «соль и перец» на точность классификации рентгеновских снимков легких нейронными сетями. 86	86
Кремлева Э. Ш., Сергеев А. В. Сравнительный анализ эффективности линейной и полиномиальной регрессии для прогнозирования заболеваемости: влияние объема данных на качество предсказаний . 94	94
Хитъ Я.В., Чередниченко М. В., Тиликин А. Ю. Моделирование распространения эпидемий на основе алгоритма SIR..... 101	101
Мажей Я.В. Сравнительный анализ библиотек автоматизации браузеров: seleniumbase и puppeteer..... 106	106
Кислов В.И. Пространственно-нелокальные краевые задачи и задачи с интегральными условиями для параболических уравнений..... 113	113
Миронов А.Н., Копылова Я.А. Аспекты управления архитектурой корпоративных хранилищ данных в сценариях цифровой трансформации 118	118
Панченко Е.А., Сенан А.М. Способы наблюдения за трещинами в конструкциях зданий и сооружений 126	126
Казанцева А.М. Кластеризация данных по результатам геомеханического моделирования для задач освоения скважин 131	131
Ганиев А.А. Необходимость разработки программного средства по администрированию работы салона для новорожденных 136	136
Елисеев А.В., Каменяр М.Е. Динамика механических колебательных систем в разработке методологических основ нейромеханических аналогий 144	144
Гумбатов Э.Э. Метод построения кривых относительных фазовых проницаемостей при моделировании водогазового воздействия в условиях ограниченности исходных данных 149	149
Гуляев В.Н., Серенко Р.А. Особенности применения потокоотклоняющих технологий физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пласта 154	154
Шевцов М.Н., Гуськова Е.А. Современные технологии подготовки воды и очистки сточных вод в Хабаровском крае 159	159
Шевцов М.Н., Гуськова Е.А. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий террористического акта 165	165

Фомин Ю.С., Алтынбаев А.Ф., Тарануха А.В. Целостность, доступность, конфиденциальность виртуализации и контейнеризации	173
Кужнурова Р.Н. Методика интерпретации трассерных исследований на нефтяных месторождениях	183
Астаев К.А., Исабекова О.А. Анализ устойчивости технологических процессов к рискам с применением методов имитационного моделирования	189
Цутиев С.И.И., Ахматханова А.М.-Э. Перспективы и использование нейронных сетей в качестве антивирусного программного обеспечения	195
Веденин Д. И., Карпова Н. К., Львов Е.С., Дроздова А. А. Анализ различий между ботом для соцсетей и человеком	201
Веденин Д. И., Гирман К. С., Дроздова А. А. Влияние искусственного интеллекта на качество оценки удобства веб-интерфейсов	206
Асташкина А.А., Букин Д.В. Исследование методик обнаружения фишинга с использованием многоагентных интеллектуальных систем	211
Задорожный А.Ф., Злых Д.И. 3D-картографирование территории с применением ГИС	217
Корякин В.Ю., Тищенко Э.В. Тестирование защиты инфраструктуры gro на базе windows server: анализ уязвимостей и методов обхода групповых политик	227
Мухаметгалиев С.И. Микросервисная архитектура как современный подход к разработке программного обеспечения	238
Дормидонтова Т.В., Мумджян Р.Х. Георадарное обследование, выбор битумного вяжущего при реконструкции автомобильной дороги в Самарской области	245
Мусин И.Р. Оптимизация обработки текстовых данных для анализа тональности новостных лент с использованием хеш-таблиц	254
Тоцев Г.А. Эффективные методы управления экзоскелетом на основе динамической передачи углов вращения двигателями	269
Багмут В.С. Применение алгоритмов машинного обучения для адаптивного управления микроклиматом в «умных» офисных комплексах	275

Багмут В.С. Гибридные hvac-решения на базе возобновляемых источников энергии: оптимизация климат-контроля в северных регионах.....	281
Рапацкий Ю.Л., Липка В.М. Исследование надежности процесса резбошлифования при изготовлении резбонакатных роликов	287
Меньшиков М.А. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в жизненном цикле строительных проектов: подробный обзор.....	296
Абдразаков В.А., Харченко С.Н. Новые методы генерации энергии	303
Тополян С. Г. Перспективы развития генеративных моделей	308