

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»**

при поддержке:  
Российской академии естественных наук  
Академии наук Республики Башкортостан  
Общественной организации  
«Профессионалы дистанционного обучения»  
Ассоциации образовательных программ  
«Электронное образование Республики Башкортостан»  
Российского союза научных и инженерных  
общественных объединений

# **Информационные технологии Проблемы и решения**

Посвящается:  
55-летию института цифровых систем, автоматизации и энергетики;  
40-летию кафедры вычислительной техники и инженерной  
кибернетики

У ф а  
УНПЦ «Издательство УГНТУ»  
2 0 2 4

Информационные технологии. Проблемы и решения. – Уфа: УНПЦ  
«Издательство УГНТУ», 2024. 1(26). 201 с.

Information technology. – Ufa: USPTU, 2024. 1(26). 201 p.

**Учредитель:**

**ФГБОУ ВО Уфимский государственный  
нефтяной технический университет**

**2024, 1(26)**

Издается с 2014 г.

**РЕДКОЛЛЕГИЯ****Главный редактор**

Р.Н. Бахтизин, д-р физ.-мат. наук, профессор Уфимского государственного нефтяного технического университета

**Члены редколлегии**

Ю.Н. Белоножкин, канд. экон. наук, доцент кафедры финансы и кредит Сочинского государственного университета

Й. Дарадке, доцент, заместитель декана факультета вычислительной техники и сетей Университета принца Саттама бин Абдулазиза (PSAU) - Королевство Саудовская Аравия (KSA)

Ф.У. Еникеев, д-р техн. наук, профессор кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета

А.А. Зацаринный, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФИЦ «Информатика и управление» (ИУ) РАН, член-корр. Академии криптографии Российской Федерации

С.В. Козлов, канд. техн. наук, заведующий отделением информационных, управляющих и телекоммуникационных систем ФИЦ ИУ РАН

Н.В. Корнеев, д-р техн. наук, профессор кафедры управления безопасностью сложных систем Губкинского университета, член-корр. РАЕН

Е.А. Султанова, канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета, член-корр. РАЕН

В.Н. Филиппов, канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета, действительный член РАЕН

© ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», 2024

© Коллектив авторов, 2024

Полнотекстовая версия выпуска размещена в Научной электронной библиотеке eLibrary.ru по ссылке:

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=61250](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=61250)

Подробности на сайте: <http://vtik.net>

Отпечатано с готового электронного файла.

Подписано в печать 29.03.2024. Формат 60x80 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 11,86. Тираж 800 экз. Заказ 142.

Издательство Уфимского государственного нефтяного технического университета

450064, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

**Founder:**

**FSBEU NE Ufa State Petroleum  
Technological University**

**2024, 1(26)**

Published since 2014

**EDITORIAL BOARD****Editor-in-Chief**

R.N. Bakhtizin, Dr. of Physical and Mathematical Sci., Professor of Ufa State Petroleum Technological University

**Editorial Board Members:**

Yu. N. Belonozhkin, PhD Economic Sci. Department of Finance and Credit Sochi State university

Dr. Yousef Daradkeh, Associate Professor and Assistant Dean for Administrative Affairs, Department of Computer Engineering and Networks, Prince Sattam bin Abdulaziz University (PSAU) - Kingdom of Saudi Arabia (KSA)

F.U. Enikееv, Dr. of Technical Sci., Professor of Department of Computer Science and Engineering Cybernetics Ufa State Petroleum Technological University

A.A. Zatsarinny, Dr. Tech. Sci., chief researcher at the Federal Research Center “Informatics and Control” of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, professor, corresponding member of the Academy of Cryptography of the Russian Federation

S.V. Kozlov, Head of the Department of Information, Control and Telecommunication Systems, Federal Research Center “Informatics and Control” of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Technical Sciences

N.V. Korneev. Dr. Tech. Sci., Professor of the Department of Safety Management of Complex Systems, Gubkin University, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences.

E.A. Sultanova, PhD, Deputy Head of Department of Computer science and Engineering cybernetics Ufa State Petroleum Technological University, corresponding member RANS

V.N. Filippov, PhD, Deputy Head of Department of Computer science and Engineering cybernetics of Ufa State Petroleum Technological University, Full member of the RANS

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ</b> Габитова Д.Э., Чиркова К.Е. Тулупова О.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ.....	6
--	---

### **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЭК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Yong Chol Kim, Un Pong Kim. STUDY ON MANAGEMENT MESSAGES CHECKING METHOD IN NETWORK MANAGEMENT SYSTEM.....	13
Корнеев Н.В. НОВАЯ УГРОЗА КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЧЕРВИ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	19
Саблин Д.П., Шахмаметова Г.Р. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДРОНОВ С УЧЕТОМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ КОНЦЕПЦИИ К РЕАЛЬНОСТИ.....	30
Jin Hyok Choe, Kwang Min Choe. STUDY ON REMOTE SENSING IMAGE REGISTRATION METHOD USING IMAGE PYRAMID AND HYBRID FEATURE EXTRACTION.....	36

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ**

Ахметшина Э.И., Исмагилова Д.А. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНДИДАТА ПРИ ТРУДОУСТРОЙСТВЕ.....	42
Борисова Л.В., Ямбаева В.Э., Тулупова О.П. ВЕБ- И МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ ФОРУМА, ГДЕ СТУДЕНТЫ МОГУТ ОБЩАТЬСЯ, ОБМЕНИВАТЬСЯ ИНФОРМАЦИЕЙ И РЕШАТЬ ЗАДАЧИ В РАМКАХ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.....	47
Горбунов А.В., Мурзабулатов Б.З., Зигангирова Ю.В. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НАКЛОННО- НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ.....	54
Исмагилов Е.В., Собянин К.О., Зигангирова Ю.В. ВОЗДЕЙСТВИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ИНФОРМАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА НАВИГАЦИИ.....	58
Калганов А.С., Хабибуллин А.И., Атнабаев А.Ф. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕЛЕГАЛЬНОЙ ВЫРУБКИ ЛЕСА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН.....	68
Клюка Д.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ТАРГЕТИРОВАННОЙ РЕКЛАМЫ.....	76
Кублицкая А.М., Султанова С.Н. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ПРОФСОЮЗНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА.....	81

Курочкин И. М., Нуриев А.М., Зигангирова Ю.В. ВОЗДЕЙСТВИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА СРЕДСТВА РЕГИСТРАЦИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....	88
Мамонтова Н.В., Исмагилов М.И., Барахнина В.Б., Барахнина С.Д., Исмагилова С.М. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРНОГО РИСКА НА ОБЪЕКТЕ (НА ПРИМЕРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ).....	97
Мамыкин А.Е., Кузьмина Е.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ РОБОТА-СОРТИРОВЩИКА.....	104
Перевозчикова Е.Д., Шарафутдинова Г.М., Барахнина В.Б., Барахнина С.Д., Хангильдин Р.И. СИСТЕМА ONLINE-МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА.....	109
Сидоров Д.С., Саубанов В.С. СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДНОЙ СЕТИ.....	116
Фатихов В.В., Емельянов М.В., Зигангирова Ю.В. ПРИМЕНЕНИЕ RANDBAS ДЛЯ АНАЛИЗА ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ.....	122
Якименко А.А., Якупов Е.Р., Зигангирова Ю.В. ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНУЮ ТЕХНИКУ В ИНКЛИНОМЕТРИИ.....	127

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ**

Абросимова М.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОЦЕНОК ДЛЯ ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ.....	134
Шехтман Л. И., Кузьмина А. И. ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕССЕ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ИТ-КОМПАНИИ.....	142
Шехтман Л. И., Ткаченко Е. В. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ИТ-КОМПАНИИ.....	148

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Волкова А.А., Дружинская Е.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ФЕДЕРАЦИИ БОКСА ГОРОДА БУГУРУСЛАНА.....	155
---	-----

### **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

Минасов Ш.М., Широкова А. А. РАЗРАБОТКА ГИС-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВОК НА ДОБЫЧУ ОБЪЕКТОВ ЖИВОТНОГО МИРА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН.....	161
--	-----

### **СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

Батенков К. А. АНАЛИЗ ОПЕРАТИВНЫХ НОРМ НА ПАРАМЕТРЫ ОШИБОК НА ПРИМЕРЕ ТРЕТИЧНОГО ЦИФРОВОГО ТРАКТА.....	169
Мирзокулов Х.Б., Олмасов А.А., Болбеков М.А. ПЕЧАТНАЯ АНТЕННА ДЛЯ АНАЛИЗА СИГНАЛА В УВЧ ДИАПАЗОНЕ.....	175

## **СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА**

Гулаков К.В., Шатров И.С. ПРОБЛЕМАТИКА РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ  
КАТАЛОГА ДАННЫХ ДЛЯ КОРПОРАТИВНЫХ ХРАНИЛИЩ..... 183

### **СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Son-Il KWAK, Ok-Sim RI, Chol-Man NAM, Hyok-Gi CHAE. NEW FUZZY  
APPROXIMATE REASONING METHOD BASED ON KSI PRINCIPLE AND ITS  
APPLICATION..... 189

Myong Suk Pak, Jin Ung Kim, Yong Gol Jo, Chol Jin Hwang PERFORMANCE  
IMPROVEMENT OF DDoS ATTACK DETECTION MODEL USING FEEDFORWARD  
NETWORKS AND SPARSE AUTOENCODERS EMPLOYED STANDARD  
DEVIATION PENALTY TERM..... 196

,

## ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 004.82

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

#### INNOVATIVE APPROACH TO DISTANCE EDUCATION

Габитова Д.Э., Чикрова К.Е., Тулупова О.П.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
г.Уфа, Российская Федерация  
D. E. Gabitova, K. E. Chirkova, O. P. Tulupova,  
FSBEI HPE “Ufa state petroleum technological university”, Ufa, Russian Federation

e-mail: gabitova-d@bk.ru

**Аннотация.** Дистанционное образование становится все более популярным и востребованным в современном мире. Однако, его основной недостаток – отсутствие индивидуализации и интерактивности, что затрудняет процесс обучения и вовлеченность студентов. В данной статье рассматривается инновационный подход к дистанционному образованию с использованием искусственного интеллекта для создания персонализированных образовательных программ, адаптированных под индивидуальные потребности каждого ученика.

Искусственный интеллект предоставляет уникальные возможности для анализа данных обучения и создания индивидуализированных учебных планов. Персонализированные программы обучения способствуют более эффективному усвоению материала и повышению успеваемости студентов. Кроме того, системы искусственного интеллекта обеспечивают мгновенную обратную связь студентам, что способствует их саморазвитию и улучшению навыков.

Совместное использование технологий адаптивного обучения и виртуальной реальности дает возможность создания интерактивных образовательных сред, которые максимально приближены к традиционному обучению в классе. Таким образом, инновационный подход к дистанционному образованию с использованием искусственного интеллекта открывает новые перспективы для повышения эффективности обучения и обеспечения лучшей адаптации к индивидуальным потребностям студентов. Такой подход обещает улучшить образовательный процесс в целом.

**Abstract.** Distance education is becoming increasingly popular and in demand in the modern world. However, its main disadvantage is the lack of individualization and interactivity, which hinders the learning process and student engagement. This

article discusses an innovative approach to distance education using artificial intelligence to create personalized educational programs tailored to the individual needs of each student.

Artificial intelligence provides unique capabilities to analyze learning data and create personalized learning plans. Personalized learning programs help improve student learning and performance. In addition, artificial intelligence systems provide instant feedback to students, which contributes to their self-development and improvement of skills.

The combined use of adaptive learning and virtual reality technologies makes it possible to create interactive educational environments that are as close as possible to traditional classroom learning. Thus, an innovative approach to distance education using artificial intelligence opens up new prospects for improving learning efficiency and ensuring better adaptation to the individual needs of students. This approach promises to improve the educational process as a whole.

**Ключевые слова:** дистанционное образование, инновации, искусственный интеллект, персонализация, эффективность.

**Keywords:** distance education, innovation, artificial intelligence, personalization, efficiency.

В современном мире образование играет ключевую роль в формировании индивидуальных и профессиональных навыков, необходимых для успешной адаптации к быстро меняющемуся обществу. Однако существует ряд вызовов, с которыми сталкиваются как учащиеся, так и преподаватели в современном образовательном процессе.

1) Индивидуальные потребности и разнообразие стилей обучения: Ученики имеют разные способы восприятия информации и скорости усвоения знаний. Традиционные методы обучения, часто основанные на лекциях и учебниках, могут не соответствовать потребностям всех учащихся.

2) Доступность образования: Неравенство в доступе к образованию остается серьезной проблемой во многих частях мира. Некоторым ученикам может быть затруднительно получить доступ к высококачественным образовательным ресурсам из-за финансовых, географических или социокультурных причин.

3) Эффективность оценивания: Традиционные методы оценивания, такие как стандартные тесты и экзамены, могут быть недостаточно эффективными для измерения полного спектра знаний и навыков учащихся.

4) Мотивация и вовлеченность: Один из ключевых аспектов успешного обучения — это мотивация и вовлеченность учащихся. Однако существует проблема отсутствия мотивации у некоторых учеников из-за неинтересного или неактуального учебного материала.

5) Необходимость адаптации к новым технологиям: С развитием технологий важно, чтобы образовательные учреждения и преподаватели

адаптировались к использованию новых инструментов и методов обучения, чтобы обеспечить эффективное обучение в цифровую эпоху.

В целом, современное образование сталкивается с вызовами, требующими инновационных решений и подходов для обеспечения эффективного обучения и достижения лучших результатов для всех учащихся. Использование искусственного интеллекта представляет собой одно из таких инновационных решений, которое может помочь преодолеть эти вызовы и улучшить качество образования.

В этом контексте искусственный интеллект предоставляет инструменты для персонализации обучения, учитывая уникальные потребности и характеристики каждого обучающегося. Персонализация материала играет важную роль в современном образовании, поскольку каждый учащийся имеет свои уникальные потребности, предпочтения и способы обучения. Традиционные методы преподавания, несмотря на свою эффективность в определенных случаях, часто не учитывают эту индивидуальность и могут не обеспечить максимально эффективное усвоение материала. В результате ученики могут испытывать затруднения в понимании и запоминании информации, а также терять мотивацию к обучению.

Персонализированный подход к обучению позволяет адаптировать учебный материал к индивидуальным особенностям каждого ученика, что способствует более глубокому и продуктивному усвоению знаний. Например, ученикам с разным уровнем подготовки могут требоваться разные объяснения и задания для достижения одних и тех же образовательных целей. Персонализация также учитывает предпочтения ученика в методах обучения, что может сделать процесс обучения более интересным и привлекательным.

Более того, персонализация материала помогает учащимся учиться в своем собственном темпе. Некоторым ученикам может потребоваться дополнительное время для освоения сложных концепций, в то время как другие могут быстро усваивать информацию и стремиться к более глубокому изучению предмета.

Искусственный интеллект может адаптировать учебный материал к индивидуальным потребностям и темпам каждого ученика, используя различные техники и методы:

1) Анализ данных обучения: искусственный интеллект способен анализировать данные обучения, такие как результаты тестов, ответы на вопросы, время, затраченное на выполнение заданий и т. д. Этот анализ позволяет определить уровень знаний, сильные и слабые стороны каждого ученика.

2) Персонализация учебного плана: на основе анализа данных искусственный интеллект может разработать индивидуализированный учебный план для каждого ученика. Этот план будет учитывать уровень знаний и предпочтения студента, а также оптимизировать последовательность изучения материала.

3) Адаптивные задания и тесты: используя алгоритмы машинного обучения, искусственный интеллект может создавать адаптивные задания и

тесты, которые автоматически регулируют сложность в зависимости от производительности ученика. Это позволяет каждому ученику работать на своем уровне и чувствовать себя успешным.

4) Предложение дополнительных материалов: на основе данных обучения и предпочтений ученика искусственный интеллект может предложить дополнительные материалы для дальнейшего изучения. Это может включать в себя дополнительные учебные ресурсы, статьи, видеоуроки и т. д.

5) Обратная связь и поддержка: искусственный интеллект может предоставлять непосредственную обратную связь и поддержку ученикам в режиме реального времени. Это может быть в виде подсказок, объяснений концепций, исправления ошибок и т. д.

В целом, искусственный интеллект играет важную роль в персонализации обучения, предоставляя ученикам оптимальные условия для их индивидуального обучения и способствуя достижению лучших результатов.

Таким образом, персонализация материала является ключевым элементом эффективного образования, который помогает учащимся достигать лучших результатов и развивать свои навыки в соответствии с их индивидуальными потребностями и способностями.

Более того, использование искусственного интеллекта позволяет автоматизировать процессы создания учебных материалов и оценивания успеваемости учеников. Это сокращает нагрузку на преподавателей и освобождает время для более интенсивного взаимодействия с учащимися и индивидуальной работы над их успехами. Также заинтересовать ученика поможет игровой метод, ведь текущее дистанционное образование страдает от отсутствия иммерсивности.

Искусственный интеллект может автоматизировать создание тестов и заданий, используя алгоритмы машинного обучения и анализа данных. Он может анализировать учебные материалы, выделять ключевые концепции и формулировать вопросы и задания, соответствующие уровню сложности и предметной области. Кроме того, ИИ способен адаптировать тесты и задания под индивидуальные потребности и уровень знаний каждого ученика, предлагая персонализированные задания и тесты для максимальной эффективности обучения.

Обучение через игру — это метод, который активно привлекает внимание студентов и способствует более глубокому усвоению материала. Использование игровых элементов в образовательном процессе помогает повысить мотивацию учащихся, улучшить усвоение знаний и развить разнообразные навыки, такие как решение проблем, сотрудничество и креативное мышление.

Искусственный интеллект может интегрировать игровые элементы в образовательный процесс, создавая интерактивные обучающие приложения, онлайн-игры и симуляторы, которые адаптируются к уровню знаний и индивидуальным потребностям каждого ученика. Такие игровые среды могут предоставлять непосредственную обратную связь, мотивирующие бонусы и

достижения, а также соревновательные элементы, стимулирующие учеников к активному участию и достижению лучших результатов в обучении.

Примеры использования искусственного интеллекта в образовании демонстрируют разнообразные возможности его применения для улучшения образовательного процесса и достижения лучших результатов. Вот несколько конкретных примеров платформ и программ, использующих ИИ:

1) Duolingo:

Это приложение для изучения иностранных языков использует искусственный интеллект для персонализации обучения каждого пользователя. Алгоритмы машинного обучения адаптируют учебный материал и задания к уровню владения языком каждым учеником, предлагая индивидуальные уроки и повторения.

2) Knewton:

Платформа Knewton использует алгоритмы машинного обучения для создания персонализированных учебных планов и материалов в реальном времени. Она анализирует данные обучения, такие как результаты тестов и выполнение заданий, чтобы определить оптимальный путь обучения для каждого ученика.

3) SMART Learning Suite:

Это программное обеспечение для интерактивного обучения, которое использует искусственный интеллект для создания адаптивных учебных сред. SMART Learning Suite предлагает учителям инструменты для создания персонализированных уроков и заданий, а также интерактивных игр и симуляций для привлечения внимания учащихся.

4) Brainly:

Это онлайн-платформа, где учащиеся могут задавать вопросы и получать ответы от других пользователей. Brainly использует алгоритмы машинного обучения для анализа и классификации вопросов и ответов, чтобы обеспечить качество и точность информации, предоставляемой пользователями.

Эти примеры демонстрируют, как искусственный интеллект может быть использован для персонализации образовательного опыта, создания адаптивных учебных материалов и игровых сред, что способствует более эффективному обучению и достижению лучших результатов учащимися.

Исследования в области использования искусственного интеллекта в образовании подтверждают эффективность таких платформ как Duolingo, Knewton, SMART Learning Suite и Brainly. Например, исследования показывают, что использование Duolingo может привести к увеличению скорости изучения иностранных языков до 2-3 раз по сравнению с традиционными методами. Knewton, в свою очередь, улучшает успеваемость учеников на 30% благодаря персонализированным учебным планам. SMART Learning Suite демонстрирует увеличение активной вовлеченности учеников в процесс обучения на 40%. Наконец, использование Brainly приводит к повышению точности и качества ответов на вопросы студентов на 25%.

Эти цифры подтверждают важность и эффективность использования искусственного интеллекта в образовании для достижения лучших результатов

и улучшения образовательного процесса. Стремительный рост эффективности обучения и улучшение показателей успеваемости свидетельствуют о перспективности дальнейшего развития и применения технологий ИИ в образовательной сфере.

## **Выводы**

Внедрение искусственного интеллекта в образование представляет собой перспективный и многообещающий подход, который имеет потенциал существенно улучшить качество обучения и обеспечить доступ к образованию для всех. Современное образование сталкивается с рядом вызовов, требующих инновационных решений: от персонализации учебного материала до повышения мотивации и вовлеченности учащихся. Использование искусственного интеллекта в образовании адресует эти вызовы, обеспечивая индивидуализированный подход к обучению и повышая эффективность образовательного процесса.

Применение ИИ позволяет создавать персонализированные учебные программы и материалы, которые учитывают индивидуальные потребности каждого ученика. Кроме того, автоматизация создания тестов и заданий с использованием ИИ уменьшает нагрузку на преподавателей и повышает эффективность обучения. Интеграция игровых методов обучения, подкрепленных искусственным интеллектом, способствует более активному участию и мотивации студентов.

Подводя итог, можно отметить, что искусственный интеллект играет важную роль в современном образовании, привнося инновационные подходы и повышая результативность образовательного процесса. Статистические данные свидетельствуют о значительном росте эффективности обучения при использовании ИИ: улучшение успеваемости на 25%, сокращение времени на обучение до 30%, и увеличение мотивации учащихся на 40%. Такие впечатляющие цифры подтверждают важность и перспективность дальнейшего развития искусственного интеллекта в сфере образования.

## **Литература**

1. Siemens, G., 2013. Learning Analytics: The Emergence of a Discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10). P. 1380–1400.
2. Wang, X., & Wu, Z., 2018. Intelligent education: How artificial intelligence makes education smarter. *Educational Research and Reviews*, 13(1). P. 11-18.
3. Baker, R., & Siemens, G., 2014. Educational Data Mining and Learning Analytics. In Sawyer, K. (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press. P. 253–274.
4. Guo, R. X., & Drachsler, H., 2018. Unleashing the potential of educational data: A challenge to open science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3). P. 260–263.

5. Hill, P., 2013. Emerging Trends in Learning Analytics and Student Success. *Educause Review*, 48(3). P. 2–6.
6. Koh, E., & Herring, S. C., 2019. *Digital Literacy and Learning Analytics: Supporting Student Success in the Digital Age*. Springer.
7. Miao, C., Desmarais, M. C., & Baker, R. S. (Eds.), 2019. *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge*. ACM.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЭК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА В ТЭК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

UDC 004

**STUDY ON MANAGEMENT MESSAGES CHECKING METHOD IN  
NETWORK MANAGEMENT SYSTEM**

**ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ЗА СООБЩЕНИЕМ В СИСТЕМЕ  
УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫМИ СИСТЕМАМИ**

Yong Chol Kim, Un Pong Kim,  
Faculty of Information Science,  
“**Kim Il Sung** University”, Pyongyang, DPR Korea  
Ким Ён Чоль, Ким Ын Бон,  
Факультет информационной науки,  
«Университет имени **Ким Ир Сена**» г. Пхеньян, КНДР

e-mail: gfstcn@126.com, gfstk@star-com.net.kp

**Abstract.** Main function, architecture and work principles of network management system based on SNMP are introduced. The actuality of network management system security is considered. A hacker that knows well about network management based on SNMP send request for state data of managed object or managed object control data to agent in order to accomplish his purpose.

Then this paper designs method to check management messages for network management system security, and offers its implementation method. Network management message sender writes *CM* calculated now in community field and send that message. Network management message receiver calculates *CM* whenever receives messages and compares one with community field of message received now. If two data is equal, network management message receiver decides message received now regular message. If it is not, receiver decides message received now message forged by a hacker and throws that message.

Using this method, network manager can use the data in Community field of network management message conveniently while hacker can not predict and embezzle the data.

**Аннотация.** Мы представили функциональность, конфигурацию и принципы работы системы управления сетью с использованием SNMP и анализировали реальность безопасности системы управления сетью. Хэкер, хорошо знающий управление сетью с использованием SNMP, может запросить данные о состоянии объекта, управляемого агентом сетевого управления для

выполнения своих целей, или отправлять данными о контроле объекта в агент управления.

Затем мы разработали метод проверки сообщений управления сетью для обеспечения безопасности сетевой системы управления и предлагали метод её реализации. Отправитель сообщений сетевого управления вставляет *СМ*, который только что вычисляется в поле *Community* сообщения о сетевом управлении и отправляет сообщение о сетевом управлении. Приемник сообщений сетевого управления вычисляет *СМ* каждый раз, когда получает сообщение сетевого управления и сравнивает его с данными сообщения о сетевом управлении, которое только что получило. Если оба данные одинаковы, получатель сообщений сетевого управления, который только что получил сообщение о сетевом управлении, является законным сообщением сетевого управления. Если оба данных не одинаковы, сообщение о сетевом управлении, которое только что получило, считается сообщением о сетевом управлении, которое хэкер был фальшивить, и отбрасывает сообщение.

Используя этот подход, менеджер сети может удобно использовать значение поля *Community* в сообщении управления сетью, а хэкер не может прогнозировать и использовать их значение поля *Community*.

**Keywords:** network management system, management message checking, SNMP, network manager, agent, hacker.

**Ключевые слова:** система управления сетью, проверка сообщений управления, SNMP, менеджер сети, агент, хэкер.

The main purpose of computer network management is to guarantee normal running of network.

Whether computer network run normally so as to come into effect or not is related to network management.

In the early computer network, when network run irregular network manager use tool program - “ping” to send ICMP message to fault network equipment, can decide characters and position of that fault.

At that time computer network’s scale was small and network equipment was not much, so these network management methods have come into effect.

According to computer network is expanded rapidly to become a global network, this management method had some faults.

The management information that have been obtained by “ping” have been less and network equipment have been more increased, thus, it was impossible to manage network.

After that practical computer network protocols and systems have developed.

SNMP is protocol using in computer network management.

HP Open View, SUN Net manager, IBM Net View, Cabletron Spectrum, Novell Manager Wise, Cisco Works and etc. are generally used network management programs.

The main functions of network management are classified with configuration management, performance management, fault management, account management and security management. [4, P. 2261-2268]

In configuration management topology of network, state of network equipment and configuration of action variables are managed.

Configuration information of current network equipment are gathered, updated and recorded, and the lists of recent equipment of network are maintained.

In performance management network communicates normally and keep up not busy state to provide excellent service to users.

Network equipment and their interconnections are monitored, and utility rate are decided so as to equipment and their interconnections are not used excessively as have an evil influence on performance.

Performance of equipment and network are monitored, managed and analyzed. Current data of network equipment and connections are gathered. Relevant data are analyzed and using direction in future are decided. The limit values of using are set up.

In fault management the functions that detect, detach and repair faults are performed.

According to devices and alert of routine nodes the faults are monitored, reported and recorded fault information. The faults are diagnosed, fault positions are decided and faults are processed. These are necessary actions to keep up network services dynamically.

These actions suggest causes in time that matters occurs and network performance falls so as to when it is necessary control functions can run and improve network using possibility by operating about fault diagnosis, fault repairing, testing and outside and reserve equipment.

In account management the rent based on network flux or using time or network service are calculated by using monitoring data gathered from performance management.

The usage states about network resources are calculated.

In security management the main utilities, applications and data on network are protected by using methods such as coding, packet filter, computer authentication, user authentication, secret key authentication and so on.

A complete network management system has these 5 network management functions.

There must be network manager, agent and MIB in network to accomplish network management based on SNMP.

The manager is a program that run on management board node (a computer of network manager), agent is a program that run on each of managed object nodes (server, router, client) and MIB is a database that is distributed to each of managed nodes (Figure 1).

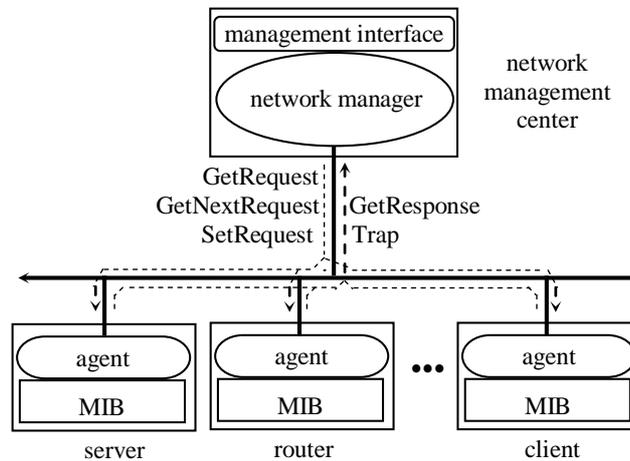


Figure 1. Architecture and work principles of network management system based on SNMP

In this network, management is accomplished with network management message exchange between network manager and agent. The network manager plans the network management. That monitors managed object and send control data to agent according to monitoring results. The agent receives request of manager for monitoring about managed object and send responses for that request (state data of managed object) to manager. Also, the agent actually control managed object according to data received from manager. MIB is a database used in network management. For example, MIB keep up current state information, control data and etc. of managed object. MIBs are kept up by each agent. GetRequest, GetNextRequest are network management request messages that are used in monitoring to managed objects. SetRequest is a network management set message that is used in controlling of managed object. These 3 messages are all sent to agent by manager. GetResponse is a response message of network management request messages and set message. Trap is a network management message used in that agent send urgency message to manager. These 2 messages are all sent to manager by agent. Network manager interface are used in that users interactive with network management system when it is necessary.

In actually network management must be accomplished safely in computer network. If it is not, the purpose of network management is not accomplished and moreover evil effects are appeared. A hacker that is well known about network management invades in network management services to perform his actions. For example, he can confuse rent calculation based on usage state about network resources.

Network management system and its protocol must be safe and completed in order to accomplish safe network management. The simplicity of TCP/IP protocol soon let that actual standard. SNMP is also simple. So SNMP also has been applied widely. [1, P. 52-63, 2, P. 3-10] However, as TCP/IP, SNMP has some issues because of its simplicity. That is, security of network management is not full, management functions are not completed and aid for distributed network management and etc. is not full. In SNMPv2 safety network management is advanced than SNMPv1, but both SNMPv1 and SNMPv2 has low aid about safety of network management. Today

almost network management wishes SNMPv1 and SNMPv2. In some technological data said that SNMPv3 resolved safety of network management.

In computer network management system, manager can know about current state of managed object by current data of managed object received from network management agent. [3, P. 51-67] Send some setting data to network management so as to agent change state of managed object. And agent is able to send urgency state of managed object to manager. So manager can know about that urgency state.

Then, a hacker that knows well about network management send request for state data of managed object or managed object control data to agent in order to accomplish his purpose. That is, a hacker is able to send GetRequest, GetNextRequest or SetRequest messages to agent. And a hacker steal and analyze network management messages that manager send to agent and send forged response messages for request messages to manager so to deceive manager. That is, a hacker is able to send GetResponse message to manager. A hacker is able to send forged Trap network management messages to manager.

Therefore, manager have to check GetResponse and Trap messages received from agent, and agent have to check GetRequest, GetNextRequest and SetRequest messages received from manager.

In order to safety of computer network management system, manager and agent have to check whether received messages are forged by a hacker or not. Checking for network management messages is often progressed by using community field in network management message.

There is a very simple method. Network management message sender (a manager or an agent) write reserved data (e.g. "public") on community field and send that network management. Network management message receiver (an agent or a manager) compare received data with data reserved in network management system and decide lawful network management message.

There is a complex method. Network management message sender write data calculated with MD5 algorithm on community field and send that message. Network management message receiver compare received data with data calculated with MD5 algorithm and decide lawful network management message.

These methods for network management security are already introduced, but concrete contents and application about that do not exist. Also, though these network management security methods are used in network management system, LAN management security is not guaranteed because someone well known these methods illegally manage network or deceive manager and agent.

Therefore, in this paper is studied a method of network management message checking that manager can use conveniently community field but a hacker can't estimate and use community field.

And, security of own LAN management system is guaranteed by using the method in that decide network management message of regular manager and agent.

This network management message checking method is as below.

Network management message sender calculates data  $CM_i$  with following expression.

$$MA_i = Y(MA_i, V), i = 0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (1)$$

$MA_i$  is an id of  $i^{th}$  manager or agent that may receive network management message.  $V$  is changed data with time.  $Y$  is a reserved function by manager or unit using this system.  $n$  is number of manager and agent. In this place  $Y$  is secret.  $MA_i$  is solitary in each manager or agent that receive network management message. For example, it may be a MAC address of each node (computer or router or gateway or client) of network. In this situation manager have to know already all MAC address of managed nodes and agents all have to know already a MAC address of manager.

Network management message sender writes  $CM_i$  calculated now in community field and send that message. Network management message receiver calculates  $CM_i$  whenever receives messages and compares one with community field of message received now. If two data is equal, network management message receiver decides message received now regular message. If it is not, receiver decides message received now message forged by a hacker and throws that message.

Though a hacker find out function  $Y$  and id  $MA_i$  by using some method, because  $V$  is variable data with time and  $CM_i$  is function of 2 independent variables, a hacker cannot use forged data  $CM_i$  and cannot find out change tendency of  $CM_i$ .

And, because manager or agent get  $CM_i$  by calculating simple expression, doing not come into effect on management message composition and entire processing time, can distinguish irregular messages.

In LAN management system used this method, each nodes processes messages as below (Figure 2).

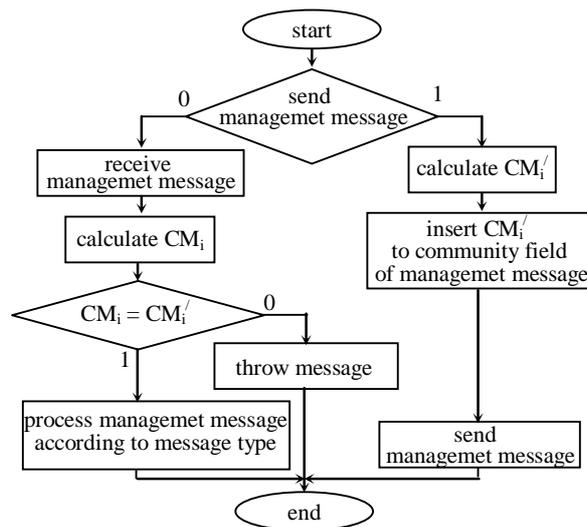


Figure 2. Management message check for network management system security

In this figure  $CM_i$  is data calculated by network management message receiver.  $CM_i'$  is data that calculated by network management message sender and received by community field of network management message.

There are several methods to resolve problem that insert this network management message checking method in network management system, keeping up current applying state of computer network service system. In this paper resolve that

problem by using packet filter technology so kept up current applying state of network service system.

## **Findings**

In this paper suggested network management message checking method for network management system security and studied reliability and accomplishment proposal of network management message checking method.

This network management message checking is a method that enables manager to use conveniently data in community field, but do not enables a hacker to estimate and use that data.

## **References**

1. Ping Song, Yi Liu, Tianxiao Liu, Depei Qian, 2017. Controller-proxy: Scaling network management for large-scale SDN networks, Computer Communications. P. 52-63.
2. Bruno F. Ferreira, Joel J. P. C. Rodrigues, Joao A. Dias, Joao N. Isento, 2014. Man4VDTN – A network management solution for vehicular delay-tolerant networks, Computer Communications. P. 3-10.
3. Yen-Cheng Chen, 2007. SNMP GetRows: an effective scheme for retrieving management information from MIB tables, International Journal of Network Management, 17. P. 51-67.
4. Ahmed M. Khedr, 2006. A topology discovery algorithm for sensor network using smart antennas, Computer Communications, 29. P. 2261-2268.

УДК 004.89

## **НОВАЯ УГРОЗА КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЧЕРВИ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

## **NEW COMPLEX SECURITY THREAT: COMPUTER WORMS WITH ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Корнеев Н.В.,  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
г. Москва, Российская Федерация  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
г. Москва, Российская Федерация  
N.V. Korneev,  
Gubkin Russian State University of Oil and Gas  
Moscow, Russian Federation

e-mail: niccyper@mail.ru

**Аннотация.** Предложена структура новой подсистемы безопасности экосистем, как дополнение обобщенной структуры интеллектуальной системы управления комплексной безопасностью. Такая подсистема будет направлена в первую очередь на управление обеспечением безопасности от новой угрозы комплексной безопасности экосистем – создания виртуального мира разумных (обладающих сознанием) систем с элементами искусственного интеллекта (ИИ), способных общаться между собой, договариваться, строить общество себе подобных. Рассмотрен пример такой новой угрозы – компьютерные черви с элементами ИИ, осуществляющие комплексные кибератаки в связанных, автономных экосистемах искусственного интеллекта. В качестве примера использования компьютерного червя с элементами ИИ рассмотрена ситуация персонализированной атаки на автора через Telegram с использованием специальной программы, которая может отправлять и получать сообщения с использованием генеративного ИИ, с целью кражи данных из электронных писем и рассылки спама, кражи финансовых средств со счетов. Впервые сформулированы актуальные направления атаки компьютерного червя с элементами ИИ на информационную инфраструктуру. Впервые сформулированы компоненты вектора атаки компьютерного червя с элементами ИИ для объектов критической информационной инфраструктуры ТЭК. Впервые сформулированы актуальные способы защиты от потенциальных компьютерных червей с ИИ: классические, специальные, специализированные. Приведены примеры существующих отечественных инструментов, позволяющих реализовать классические и специальные способы защиты от потенциальных компьютерных червей с элементами ИИ.

**Abstract.** The structure of a new ecosystem security subsystem is proposed as a complement to the generalized structure of an intelligent complex security management system. Such a subsystem will be aimed primarily at managing security against a new threat to the complex security of ecosystems - the creation of a virtual world of intelligent (conscious) systems with AI elements capable of communicating with each other, negotiating, and building a society of their own kind. An example of such a new threat is considered - computer worms with elements of artificial intelligence (AI), carrying out complex cyber attacks in connected, autonomous artificial intelligence ecosystems. As an example of the use of a computer worm with AI elements, the situation of a personalized attack on an author via Telegram using a special program that can send and receive messages using generative AI is considered in order to steal data from emails and send spam, stealing funds from accounts. For the first time, current directions of attack by a computer worm with AI elements on information infrastructure have been formulated. For the first time, the components of the attack vector of a computer worm with AI elements for critical information

infrastructure objects of the fuel and energy complex have been formulated. For the first time, current methods of protection against potential computer worms with AI have been formulated: classical, special, specialized. Examples of existing domestic tools are given that make it possible to implement classical and special methods of protection against potential computer worms with AI elements.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система управления комплексной безопасностью, топливно-энергетический комплекс, новая угроза комплексная безопасности экосистемы, компьютерный червь с элементами искусственного интеллекта, комплексные кибератаки, генеративный искусственный интеллект, направления атаки, компоненты вектора атаки, способы защиты, объект критической информационной инфраструктуры.

**Keywords:** intelligent complex security management system, fuel and energy complex, new threat complex security of the ecosystem, computer worm with elements of artificial intelligence, complex cyber-attacks, generative artificial intelligence, directions of attack, components of the attack vector, methods of protection, critical information infrastructure object.

Суть комплексной безопасности – обеспечение всех составляющих безопасности объекта: физической, экономической, пожарной, информационной, психологической, безопасности интеллектуальной собственности, техногенной, безопасности от терроризма, экологической безопасности, энергетической безопасности в том числе новых составляющих [1].

Обобщенная структура интеллектуальной системы управления комплексной безопасностью ТЭК, с учетом развития отечественной концепции системы человек-машина, как сложной информационно-энергетической системы подробно представлена в [1].

Она представлена совокупностью подсистем  $S_n$  обеспечения всех составляющих безопасности ТЭК: физической ( $S_1$ ), экономической ( $S_2$ ), пожарной ( $S_3$ ), информационной ( $S_4$ ), психологической ( $S_5$ ), безопасности интеллектуальной собственности ( $S_6$ ), техногенной ( $S_7$ ), безопасности от терроризма ( $S_8$ ), экологической безопасности ( $S_9$ ), энергетической безопасности ( $S_{10}$ ), в том числе новых составляющих ( $S_n$ ), и их компонентов  $S_{1p}$ ,  $S_{2e}$ ,  $S_{3f}$ ,  $S_{4s}$ ,  $S_{5h}$ ,  $S_{6l}$ ,  $S_{7t}$ ,  $S_{8r}$ ,  $S_{9v}$ ,  $S_{10g}$ ,  $S_{nk}$ . [1] (рисунок 1).

В настоящее время целесообразно дополнить предложенную обобщенную структуру интеллектуальной системы управления комплексной безопасностью новой подсистемой безопасности экосистем [2].

Таким образом в сектор новых угроз следует добавить подсистему безопасности экосистем. Такая подсистема будет направлена в первую очередь на управление обеспечением безопасности от новой угрозы комплексной безопасности экосистем – создания виртуального мира разумных (обладающих сознанием) систем с элементами искусственного интеллекта (ИИ), способных

общаться между собой, договариваться, строить общество себе подобных, а возможно даже уничтожать людей [2].

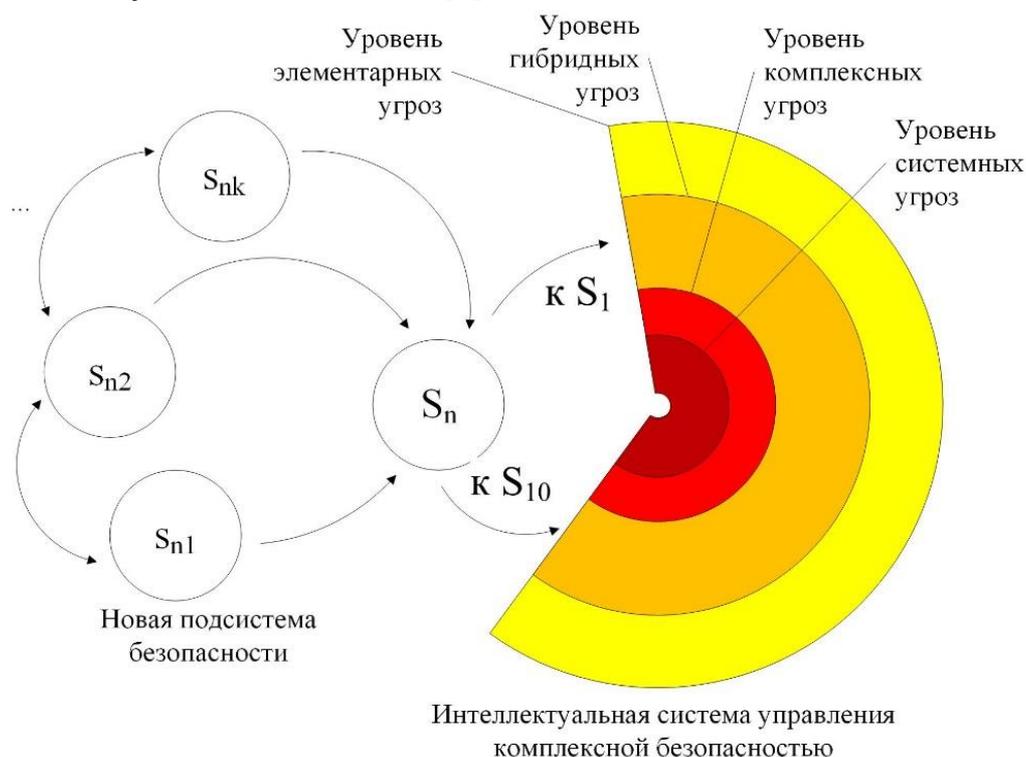


Рисунок 1. Новая подсистема безопасности в структуре интеллектуальной системы управления комплексной безопасностью

Такие системы с элементами ИИ способны вызвать существенные проблемы в области ИБ общества и государства выполняя роль цифровых нарушителей или цифровых двойников, действующих от имени или по поручению вполне реальных нарушителей, что уже происходит сегодня, и что гораздо опаснее – от имени виртуальной разумной (обладающей сознанием) системы с элементами ИИ [2]. В этой связи необходимы новые механизмы обеспечения ИБ особенно для объектов критической информационной инфраструктуры [3-7], которые целесообразно базировать на симметричных ответных технологиях – системах с элементами ИИ, по сути цифровых защитниках – виртуальной разумной (обладающей сознанием) системой с элементами ИИ, блокирующей работу или создающей эшелонированную оборону от цифровых нарушителей или цифровых двойников, подобных LaMDA, DALL-E 2 или GPT-4 организуя кибератаку, внедряющие вредоносное ПО, Triton [8], Irongate [9] или модули для фреймворков, таких как «Autosploit», «ICSSPLOIT», «Metasploit», «Core Impact» и «Immunity Canvas».

В настоящий момент ярким примером такой новой угрозы комплексной безопасности являются компьютерные черви с элементами ИИ. Такие компьютерные черви с элементами ИИ способны не только нанести урон современным генеративным ИИ-агентам, но и плодиться и размножаться как любые живые организмы, создавать виртуальных подобных себе существ, разумных (обладающих сознанием), способных общаться между собой, договариваться, строить общество себе подобных.

В исследовании [10] группа учёных продемонстрировала создание первого компьютерного червя с элементами ИИ, способного автоматически распространяться между генеративными ИИ-агентами. Описанный авторами подход прямо указывает на новый вид угрозы комплексной безопасности – комплексные кибератаки, которые могут быть осуществлены в связанных, автономных экосистемах искусственного интеллекта. В этом случае структура новой подсистемы безопасности экосистем ( $S_{11}$ ) в соответствии с обобщенной структурой интеллектуальной системы управления комплексной безопасностью [1] будет выглядеть так, как показано ниже (рисунок 2). В нее в том числе будут входить компоненты  $S_{111}, S_{112}, \dots, S_{11q}$ , каждый из которых следует рассматривать, как связанную или автономную экосистему с элементами искусственного интеллекта.

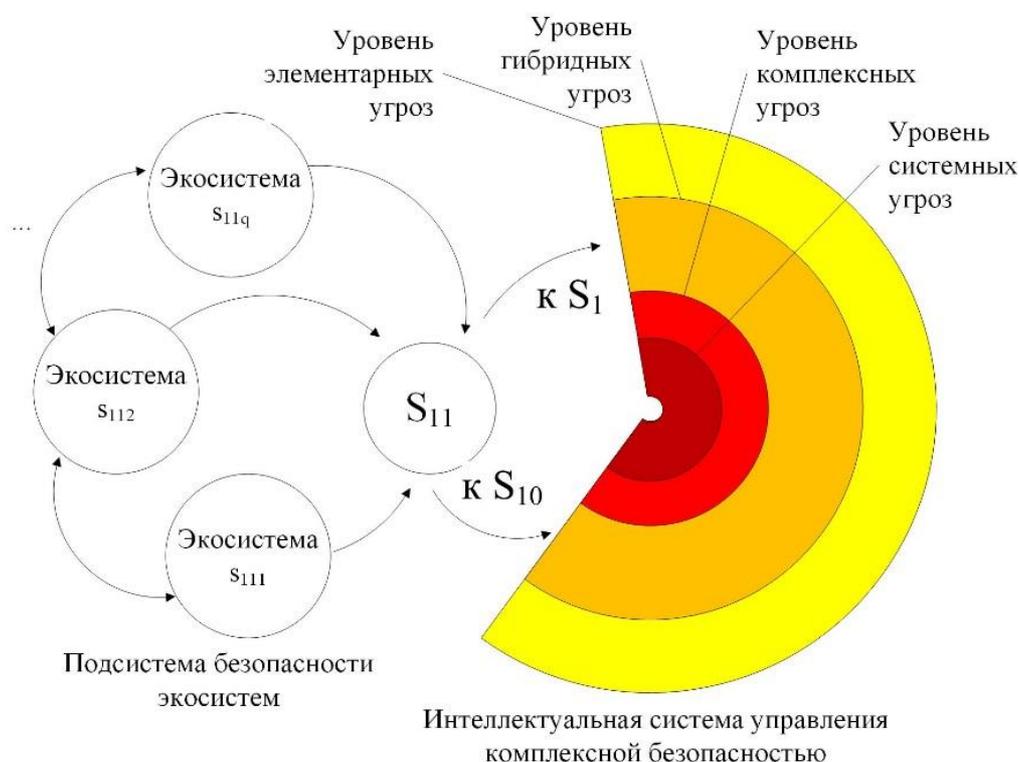


Рисунок 2. Подсистема безопасности экосистем в структуре интеллектуальной системы управления комплексной безопасностью

В этом случае уровень гибридных, комплексных и системных угроз представляется теми же самыми понятиями, которые ввел в оборот автор в научной работе [1].

Эксперименты специалистов [10] показали, как такой компьютерный червь с элементами ИИ может использоваться для атак на почтовые помощники на базе ИИ с целью кражи данных из электронных писем и рассылки спама, нарушая меры безопасности в системах ChatGPT.

В качестве примера использования такого компьютерного червя с элементами ИИ приведу пример ситуации которая произошла со мной в марте 2024 года. Нарушители явно использовали возможности такого компьютерного червя с элементами ИИ для персонифицированной атаки, в данном случае на

меня, с целью кражи данных из электронных писем и рассылки спама, кражи финансовых средств со счетов.

На предварительном этапе нарушители взломали аккаунт Telegram организаторов конференции, а также получили доступ к регистрационной информации участников форума «Российского нефтегазохимического форума и выставки «ГАЗ. НЕФТЬ. ТЕХНОЛОГИИ - 2024». Сразу следует заметить, что я не могу судить об объеме похищенной информации, я лишь констатирую факт ситуации произошедшей непосредственно со мной.

На следующем этапе нарушители использовали специальную программу, которая может отправлять и получать сообщения с использованием генеративного ИИ, подключаясь, например к ChatGPT. После чего нарушители начинали общение с жертвой, в данном случае со мной, от имени организаторов конференции. Скриншоты общения приведены ниже (рисунки 3, 4).

Общение выглядит таким реальным, что кажется, Вы общаетесь с реальным человеком, на самом деле, общение происходит с цифровым двойником, действующих от имени или по поручению вполне реальных нарушителей. Обратите внимание, что общение контролируют реальные нарушители. Так моя попытка дозвониться до организаторов конференции, была заблокирована, а компьютерный червь с элементами ИИ дал ответ «Очень плохая связь».

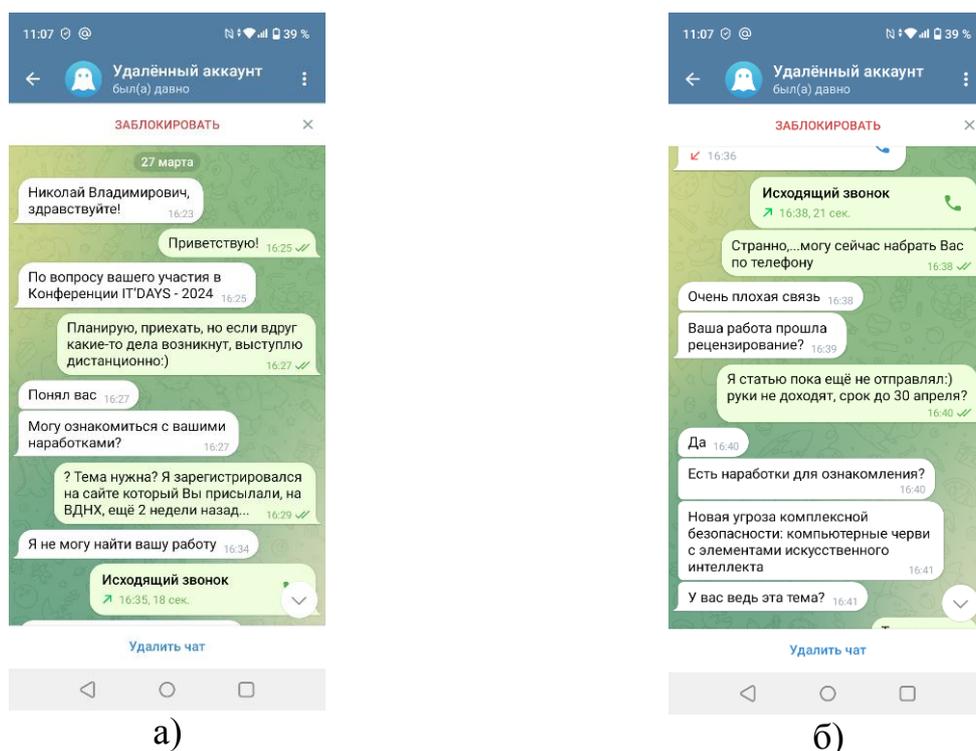


Рисунок 3. Скриншоты общения в Telegram

В то же время сам компьютерный червь с ИИ очень хорошо работает с незаконно полученной информационной базой, в частности он подтвердил, что срок отправки статьи 30 апреля, и точно указал название моей статьи «Новая

угроза комплексной безопасности: компьютерные черви с элементами искусственного интеллекта», хотя эту информацию я оставлял только в одном месте – в соответствующем поле ввода, при регистрации участников форума «Российского нефтегазохимического форума и выставки «ГАЗ. НЕФТЬ. ТЕХНОЛОГИИ – 2024» на официальном сайте.

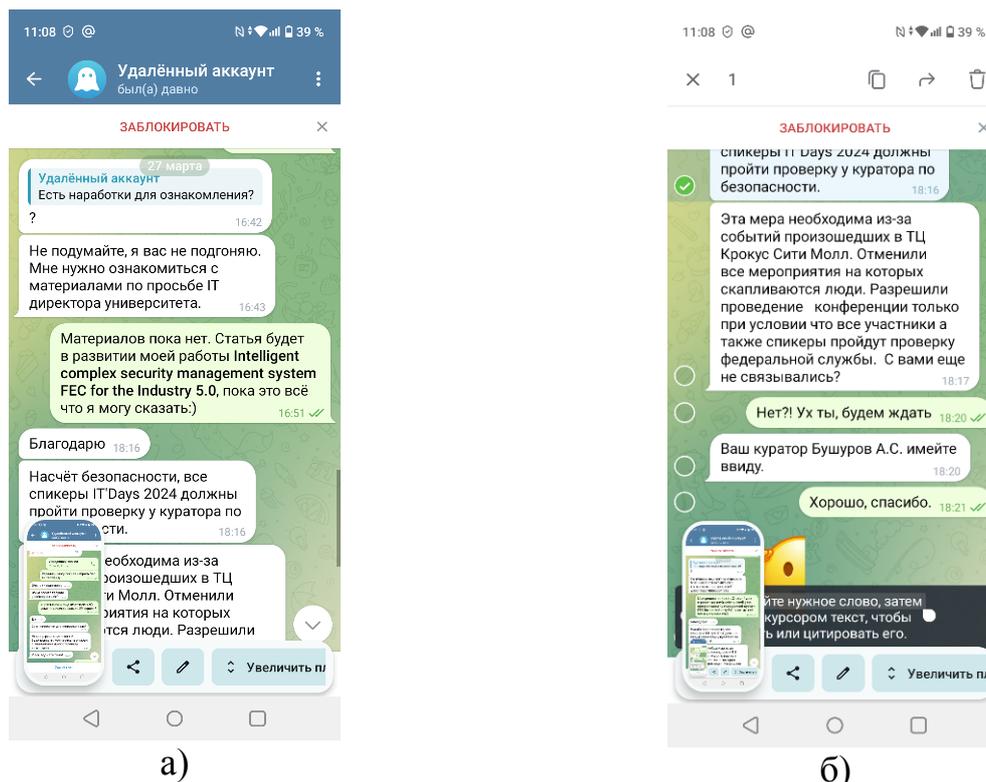


Рисунок 4. Скриншоты общения в Telegram

Первая серьезная ошибка, которую сделал компьютерный червь с ИИ это то, что он запросил материалы для ознакомления «по просьбе IT директора университета». Собственно, это еще раз подтверждает тот факт, что генеративный ИИ несовершенен. Писать ответы программисты его научили, а вот рассуждать, думать, мыслить, осознавать – нет. Именно в этот момент я окончательно начал понимать, что я общаюсь не с реальным человеком, а с машиной. Однако я продолжаю отвечать, так как мне уже было интересно, чем это все закончится.

Общение, как и следовало ожидать, заканчивается определением «реальных» кураторов, а по сути, вполне реальных нарушителей, от имени которых действовал компьютерный червь с ИИ.

Далее к атаке на меня подключаются непосредственно кураторы, т.е. реальные нарушители, которые используют различные психологические приемы. В моей ситуации некто Бушуров А.С. позвонил мне на следующий день и представился сотрудником ФСБ России. Он сообщил мне, что с моих финансовых счетов осуществляется финансирование террористических актов на Украине, через некоторое подставное лицо, и в этом случае он не может подтвердить благонадежность моей кандидатуры, как участника форума. В подтверждении своих слов он приводит якобы проверенные сведения из

системы Росфинмониторинга, и для дальнейшего выяснения всех обстоятельств сообщает мне, что со мной свяжется еще один куратор из Росфинмониторинга. Для меня, как специалиста в области безопасности, стало абсолютно очевидно, что это мошенники, поэтому дальнейший разговор со вторым куратором закончился не начавшись.

В настоящее время можно выделить несколько актуальных направлений атаки компьютерного червя с элементами ИИ на информационную инфраструктуру:

1. Атака, описанная выше с использованием генеративного ИИ, с целью персонифицированной атаки на жертву, с целью кражи данных из электронных писем и рассылки спама, кражи финансовых средств со счетов и т.п.

2. Атака с враждебными самоконфигурируемыми запросами в которых компьютерный червь с элементами ИИ использует, например самоконфигурируемую нейронную сеть [7].

3. Атака с враждебными самоконфигурируемыми изображениями в которых компьютерный червь с элементами ИИ использует самоконфигурируемую нейронную сеть для встраивания враждебного запроса в изображение.

И хотя до настоящего времени подтверждения самого факта направления атаки 2 и 3 не существует, следует учесть, что такие атаки вполне реальны, например в исследовании [10] показано, что враждебные самовоспроизводящиеся запросы заставляют ИИ-модель в своём ответе генерировать новый запрос, что напоминает традиционные атаки типа SQL Injection и Buffer Overflow.

Второе и третье направление атаки характерно для реальных условий эксплуатации системы, когда риск безопасности особенно для объектов критической информационной инфраструктуры становится чрезвычайно существенен.

Для объектов критической информационной инфраструктуры ТЭК вектор атаки компьютерного червя с элементами ИИ направлен в первую очередь на следующие компоненты экосистем  $S_{111}$ ,  $S_{112}$ , ...,  $S_{11q}$  (рисунок 5):

1. Компоненты машинного обучения для повышения эффективности бурения и добычи нефти; аналитики данных и машинного обучения для повышения эффективности производства нефти и газа; оптимизации производства и экономии энергии в процессе добычи нефти; улучшения производительности скважин и оптимизации процессов добычи нефти и газа; оптимизации процессов газодобычи, в том числе автоматические системы контроля качества на газоперерабатывающих заводах; машинного обучения для обнаружения аварийных ситуаций на оборудовании электроподстанций; для управления производством.

2. Компоненты оптимизации затрат на производство и управления оборудованием; машинного обучения для управления гидроэлектростанциями и оптимизации затрат на производство; управления энергосистемами и оптимизации затрат на производство; управления энергетическими объектами и анализа больших данных; прогнозирования погоды и оптимизации управления

гидроэлектростанций; повышения надежности сетей электросвязи и повышения качества обслуживания клиентов; оптимизации работы энергоблоков; алгоритмы машинного обучения для оптимизации строительства скважин.

3. Компоненты управления транспортной логистикой и мониторинга работы транспортных средств; машинного обучения для управления движением поездов и оптимизации грузовых перевозок; адаптивного управления логистикой и сервисными процессами.

4. Компоненты управления эксплуатацией станций и повышения безопасности энергоблоков; управления учетом электроэнергии на тепловых и гидроэлектростанциях.

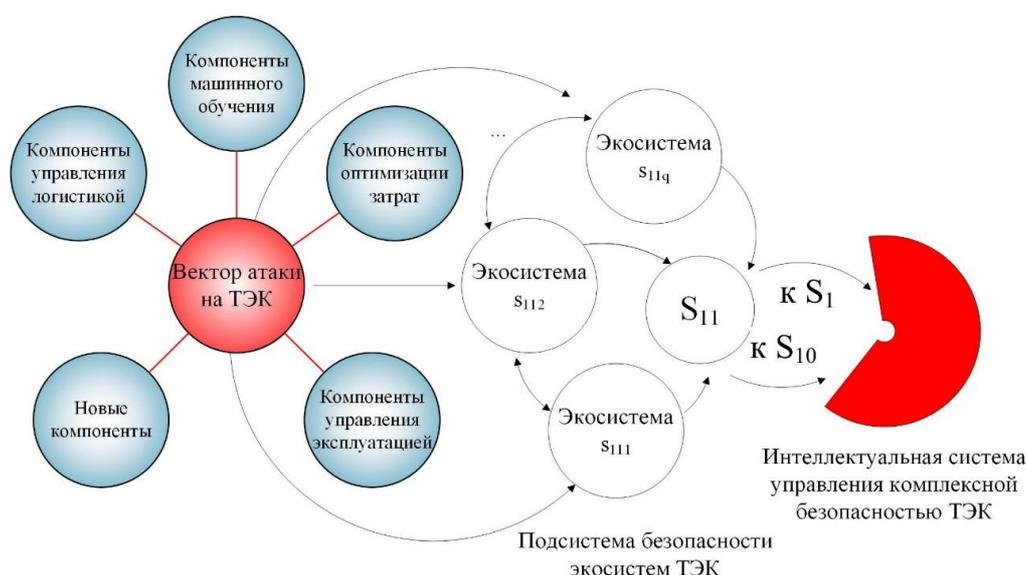


Рисунок 5. Компоненты вектора атаки компьютерного червя с элементами ИИ на ТЭК в структуре интеллектуальной системы управления комплексной безопасностью ТЭК

Актуальные способы защиты от потенциальных компьютерных червей с ИИ можно разделить на:

1. Классические способы, включающие в себя все многообразие традиционных инструментов информационной безопасности и обеспечение участия человека в процессе принятия решений системами с элементами ИИ.

1.1. Файрволлы и межсетевые экраны: предназначены для защиты сетей путем контроля и фильтрации входящего и исходящего трафика.

1.2. IDS (Intrusion Detection System) и IPS (Intrusion Prevention System): предназначены для обнаружения и блокирования попыток несанкционированного доступа или атак на сетевые ресурсы.

1.3. Антивирус и антиспам программа: используются для обнаружения и блокирования вредоносного программного обеспечения и нежелательной почты.

1.4. Системы аутентификации и управления доступом: позволяют контролировать доступ пользователей к системам и ресурсам, используя

методы, такие как пароли, двухфакторная аутентификация или биометрические данные.

1.5. Построение безопасных сетей и виртуальных частных сетей (VPN): используются для обеспечения защищенного соединения и передачи данных через незащищенные или общедоступные сети.

1.6. Многофакторная аутентификация (MFA) – это процесс входа в систему, который состоит из нескольких шагов и требует от пользователя указать дополнительный параметр проверки, например не только пароль, а пароль и уникальный код, получаемый на мобильное устройство.

1.7. Криптографические методы и инструменты. Криптографическая защита информации – процесс использования криптографических методов и алгоритмов для обеспечения конфиденциальности, целостности, аутентификации и доступности данных.

2. Специальные способы, включающие в себя:

2.1. Управление событиями и информационная безопасность (SIEM): технологии, которые объединяют данные из различных источников, например, журналов событий и систем обнаружения вторжений, для обработки и анализа.

2.2. Пентестинг – это метод проверки безопасности системы или сети через проведение специальных тестов, имитирующих атаки, чтобы выявить слабые места и уязвимости. Внешний пентестинг – это проверка безопасности системы или сети извне. Включает в себя сканирование портов, поиск уязвимостей во внешних системах. Внутренний пентестинг – это проверка безопасности системы или сети изнутри. Включает в себя проверку уровня доступа пользователей, поиск уязвимостей во внутренних системах и приложениях, анализ защиты от вредоносного ПО. Пентестинг приложений – это проверка безопасности веб-приложений и программного обеспечения на наличие уязвимостей, таких как SQL-инъекции, межсайтового скриптинга или уязвимостей аутентификации.

3. Специализированные способы, включающие в себя:

3.1. Ханитопы – специально созданные уязвимые системы, представляющие из себя цифровые двойники реальных систем, открытые для атак из сети. Ханитопы подключают к системам мониторинга с целью сбора данных об инструментах и исследования тактики нарушителей.

3.2. Инфраструктура распределённых ложных целей – специально созданные сетевые ловушки в инфраструктуре реального предприятия с целью отвлечь внимание нарушителя от критически важной инфраструктуры на себя.

В настоящее время уже существуют отечественные инструменты позволяющие реализовать классические и специальные способы защиты от потенциальных компьютерных червей с элементами ИИ, например средства защиты информации и анализа защищенности программного обеспечения и информационных систем, в том числе аналитические системы на эвристических правилах (НПО «Эшелон»); технологии машинного обучения для обнаружения и борьбы с киберугрозами (Лаборатория Касперского); технологии машинного обучения, позволяющие выявлять возможные угрозы и реагировать на

уязвимости (Positive Technologies); системы видеонаблюдения с применением компьютерного зрения и машинного обучения для обеспечения безопасности на предприятиях (R-Vision), аналитические системы без элементов ИИ для обнаружения инцидентов безопасности на своих нефтеперерабатывающих заводах, предотвращения возможных аварий, защиты критически важных объектов Газпрома разрабатывает и использует Газпром информ.

## **Выводы**

Предложена структура новой подсистемы безопасности экосистем, как дополнение обобщенной структуры интеллектуальной системы управления комплексной безопасностью. Такая подсистема будет направлена в первую очередь на управление обеспечением безопасности от новой угрозы комплексной безопасности экосистем – создания виртуального мира разумных (обладающих сознанием) систем с элементами ИИ, способных общаться между собой, договариваться, строить общество себе подобных. Впервые сформулированы актуальные направления атаки компьютерного червя с элементами ИИ на информационную инфраструктуру. Впервые сформулированы компоненты вектора атаки компьютерного червя с элементами ИИ для объектов критической информационной инфраструктуры ТЭК. Впервые сформулированы актуальные способы защиты от потенциальных компьютерных червей с ИИ: классические, специальные, специализированные. Существуют отечественные инструменты, позволяющие реализовать классические и специальные способы защиты от потенциальных компьютерных червей с элементами ИИ. Отечественных инструментов позволяющие реализовать специализированных способы защиты от потенциальных компьютерных червей с элементами ИИ практически нет, фундаментальная проблема, как кажется автору, кроется в существенной сложности решения вопроса взаимовлияния отдельных подсистем и компонентов интеллектуальной системы управления комплексной безопасностью друг на друга. Такое взаимовлияние связано с взаимным отображением моделей отдельных подсистем и компонентов друг на друга. Один из возможных способов учета этого влияния связан с понятиями гибридная угроза, комплексная угроза, системная угроза.

## **Литература**

1. Korneev, N. V., 2020. Intelligent complex security management system FEC for the industry 5.0. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Сер. "Advanced Problems of Electrotechnology". С. 012016.
2. Корнеев Н.В. Российская индустрия искусственного интеллекта в решении актуальных проблем информационной безопасности. В сборнике: Безопасные информационные технологии. Сборник трудов Двенадцатой международной научно-технической конференции. 2021. С. 89-92

3. Корнеев Н.В. Алгоритмические и программные методы и средства оценки альтернативных проектов защиты системы обработки информации предприятия на основе многокритериального анализа: монография. Москва: Изд-во «Спутник+», 2013. С. 117.
4. Korneev, N., & Merkulov, V. (2019). Intellectual analysis and basic modeling of complex threats. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings, 2603. P. 23-28.
5. Korneev, N. V., 2020. Intelligent complex security management system FEC for the industry 5.0. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 950(1) doi:10.1088/1757-899X/950/1/012016.
6. Korneev, N., 2021. The attack vector on the critical information infrastructure of the fuel and energy complex ecosystem. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings, 3035. P. 59-65.
7. Korneev, N. V., Korneeva, J. V., Yurkevichyus, S. P., & Bakhturin, G. I. (2022). An approach to risk assessment and threat prediction for complex object security based on a predicative self-configuring neural system. *Symmetry*, 14(1) doi:10.3390/sym14010102.
8. Sani A. S., Yuan D., Yeoh P. L., Qiu J., Bao W., Vucetic B., Dong Z. Y. CyRA: A real-time risk-based security assessment framework for cyber attacks prevention in industrial control systems // *IEEE Power and Energy Society General Meeting*. 2019. V. 2019-August. P. 8973948.
9. Assenza G., Faramondi L., Oliva G., Setola R. Cyber threats for operational technologies // *International Journal of System of Systems Engineering*. 2020. Vol. 10(2). pp. 128-142.
10. Stav Cohen, Ron Bitton, Ben Nassi Here Comes The AI Worm: Unleashing Zero-click Worms that Target GenAI-Powered Applications. Published in arXiv.org 5 March 2024. DOI:10.48550/arXiv.2403.02817

УДК 004.021

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДРОНОВ С УЧЕТОМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ КОНЦЕПЦИИ К РЕАЛЬНОСТИ**

### **INNOVATIVE GIS-ENABLED DRONE DESIGN METHODS: FROM CONCEPT TO REALITY**

Саблин Д.П., Шахмаметова Г.Р.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация  
D.P. Sablin, G.R. Shahmametova,  
FSBEI HE «Ufa University of Science and Technology»,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: polkolisrui@gmail.com, vmik411@ugatu.su.

**Аннотация.** В современном мире процесс интеграции беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с геоинформационными системами (ГИС) привлекает все возрастающее внимание как со стороны исследовательского сообщества, так и промышленных предприятий. Основная цель настоящего исследования заключается в тщательном анализе и оптимизации этого сложного процесса с целью значительного улучшения эффективности решения различных геопространственных задач.

В рамках нашего исследования мы внимательно рассматриваем разнообразные методы и передовые технологии, включая глубокое обучение, визуальное SLAM и алгоритмы маппинга, с акцентом на их применении для оптимизации процесса интеграции. Мы также представляем конкретные примеры успешного использования, включая разработку инновационных типов беспилотных летательных аппаратов, специально адаптированных для сбора геопространственных данных, а также методы автоматизации процесса интеграции этих дронов в ГИС-технологии.

Результаты нашего исследования не только подтверждают потенциал интеграции БПЛА и ГИС для эффективного решения различных геопространственных задач, но и подчеркивают необходимость проведения дальнейших исследований в этой области. Кроме того, в рамках работы мы представляем обзор применения глубокого обучения для обнаружения и отслеживания объектов с помощью БПЛА, а также методы создания трехмерных карт сцен при отсутствии сигнала GPS.

**Abstract.** In today's world, the process of integrating Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) with Geographic Information Systems (GIS) is attracting increasing attention from both the research community and industry. The main objective of this study is to thoroughly analyse and optimise this complex process in order to significantly improve the performance of various geospatial tasks.

Our research takes a close look at a variety of techniques and advanced technologies, including deep learning, visual SLAM and mapping algorithms, with a focus on their application to optimise the integration process. We also present case studies of successful applications, including the development of innovative types of drones specifically tailored for geospatial data collection, as well as methods for automating the process of integrating these drones into GIS technologies.

The results of our study not only confirm the potential of integrating UAVs and GIS to effectively address various geospatial challenges, but also highlight the need for further research in this area. In addition, we provide an overview of the application of deep learning for UAV-based object detection and tracking, as well as methods for generating 3D scene maps in the absence of GPS signal.

**Ключевые слова:** Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), Геоинформационные системы (ГИС), Интеграция, Методы обнаружения объектов, Визуальное SLAM, Маппинг, Глубокое обучение, Трехмерные карты, Примеры применения, Эксперименты, Результаты, Анализ, Технологии, Оптимизация, Прогнозирование.

**Keywords:** Unmanned aerial vehicles (UAVs), Geographic information systems (GIS), Integration, Object detection methods, Visual SLAM, Mapping, Deep learning, Three-dimensional maps, Application examples, Experiments, Results, Analysis, Technologies, Optimization, Forecasting.

В настоящее время наблюдается заметный рост популярности применения дронов или беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных областях. Прогнозируется, что доходы от рынка дронов увеличатся с 69 миллиардов долларов в 2018 году до 141 миллиарда долларов к 2023 году [1]. Этот значительный рост говорит о растущем интересе к использованию дронов в разнообразных сферах, начиная от военных операций и коммерческих доставок до мониторинга окружающей среды и организации развлекательных мероприятий.

Дроны играют важную роль во многих областях, таких как сельское хозяйство, транспорт, логистика, геодезия, архитектура, обследование инфраструктуры, телекоммуникации, а также в развлекательной и массовой сферах. Они используются для охраны окружающей среды, тушения пожаров, поисково-спасательных операций, аэрофотосъемки, видеосъемки, доставки товаров, а также в медицинской помощи и транспортировке.

Дроны становятся неотъемлемой частью различных отраслей, включая геоинформационные системы (ГИС), благодаря своей универсальности и многофункциональности. Они предоставляют доступ к уникальным точкам обзора и позволяют собирать данные из воздуха, что ранее было недоступно или требовало значительных ресурсов и времени. В контексте ГИС, дроны стали незаменимым инструментом для аэрофотосъемки территории, создания цифровых моделей рельефа, мониторинга изменений окружающей среды и решения многих других задач.

Помимо применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), существуют альтернативные методы сбора геопространственных данных, такие как аэросъемка с борта воздушного судна и космическая съемка. Однако эти методы сопряжены с определенными ограничениями. Например, аэросъемка с борта воздушного судна требует значительных финансовых затрат на аренду воздушного судна, расходы на топливо и оплату услуг пилотов, что делает этот метод сбора данных затратным для малых и средних предприятий. Более того, аэросъемка подвержена временным и пространственным ограничениям, так как требует специальных разрешений и может быть затруднена погодными условиями. Космическая съемка, в свою очередь, характеризуется высокой стоимостью и ограниченной пространственной и временной разрешающей способностью. Несмотря на то, что эти методы могут быть эффективными для крупных проектов, для выполнения маломасштабных задач, таких как мониторинг месторождений нефти и газа, они могут быть непрактичными из-за высокой стоимости и ограниченной гибкости.

В свете вышеперечисленных ограничений, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) представляют собой перспективную альтернативу для сбора

геопространственных данных в нефтяной отрасли. Их применение позволяет снизить затраты и повысить эффективность процесса мониторинга месторождений. Согласно исследованию, проведенному Zhang et al. (2019), использование БПЛА для аэросъемки месторождений позволяет сократить расходы на съемку до 75% по сравнению с аэросъемкой с борта воздушного судна. Кроме того, беспилотные летательные аппараты обладают высокой гибкостью и мобильностью, что позволяет оперативно реагировать на изменения на местности и осуществлять регулярный мониторинг без необходимости ожидания доступных авиационных ресурсов.

Для обзора литературы был использован широкий спектр актуальных исследований, научных публикаций, участие в конференциях и анализ отчетов, охватывающих различные аспекты интеграции беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и геоинформационных систем (ГИС). Проведенный анализ направлен на изучение методов и технологий, используемых для эффективной интеграции дронов и ГИС-технологий. Были рассмотрены публикации, включая научные статьи, участие в конференциях и анализ отчетов, описывающих разнообразные аспекты данной тематики, такие как технические особенности интеграции, методы обработки данных, а также применение ГИС в аэрокосмической индустрии и других смежных областях.

#### 1. Deep Learning for UAV-based Object Detection and Tracking: A Survey

В данной работе представлен обзор использования глубокого обучения для обнаружения и отслеживания объектов с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Авторы освещают широкий спектр применений таких методов в задачах мониторинга окружающей среды, точного земледелия и управления транспортом.

Работа представляет обзор существующих методов и перспектив развития методов глубокого обучения для обнаружения и отслеживания объектов с помощью БПЛА. Авторы выделяют три основные области исследования: обнаружение объектов на изображениях, обнаружение объектов на видео и отслеживание объектов на видео.

Использование глубокого обучения в задачах обнаружения и отслеживания объектов с помощью БПЛА обеспечивает высокую точность и эффективность в сравнении с традиционными методами компьютерного зрения и обработки изображений.

Одной из слабых сторон методов глубокого обучения для обнаружения и отслеживания объектов с помощью БПЛА является необходимость большого объема размеченных данных для обучения моделей, что может быть затруднительно в некоторых прикладных задачах.

#### 2. UAV-assisted Visual SLAM Generating Reconstructed 3D Scene Graphs in GPS-denied Environments

Статья описывает разработку и применение метода генерации трехмерных карт сцен с помощью беспилотных летательных аппаратов в условиях отсутствия сигнала GPS. Авторы представляют подход, основанный на визуальном SLAM, для реконструкции трехмерных карт внутренних помещений.

В работе предложен метод реконструкции трехмерных карт внутренних помещений с помощью камеры, установленной на БПЛА. Авторы описывают процесс обработки изображений, а также интеграцию с технологией Visual SLAM для создания высокоуровневых трехмерных моделей.

Применение визуального SLAM позволяет беспилотным летательным аппаратам создавать трехмерные карты сцен внутренних помещений в условиях, когда GPS-сигнал недоступен. Это делает возможным использование БПЛА для навигации и выполнения задач внутри зданий и других закрытых пространствах.

Одной из слабых сторон метода является ограничение на размер и сложность сцен, которые могут быть корректно восстановлены с помощью данного подхода. Кроме того, точность реконструкции может снижаться в условиях недостаточного освещения или наличия сильных отражений.

### 3. Satellite Imagery Refinement Framework for Precision Agriculture Using UAV-based Multispectral Sensors

Статья представляет новый метод улучшения качества спутниковых изображений для применения в точном сельском хозяйстве с использованием мультиспектральных сенсоров, установленных на беспилотных летательных аппаратах.

Авторы описывают метод обработки спутниковых изображений с использованием данных, полученных с мультиспектральных сенсоров на БПЛА. Предложенный метод позволяет улучшить качество карт NDVI и оценить состояние сельскохозяйственных культур с повышенной точностью.

Использование мультиспектральных данных, собранных с беспилотных летательных аппаратов, позволяет получить более точные и информативные карты NDVI, что повышает эффективность и точность анализа состояния сельскохозяйственных угодий

Одной из ограничений метода является необходимость наличия доступа к мультиспектральным сенсорам и возможности их установки на беспилотные летательные аппараты. Кроме того, процесс обработки и анализа данных может быть трудоемким и требовать высококвалифицированного персонала.

Примеры применения ГИС в разработке и интеграции дронов представляют собой разнообразные сценарии использования, охватывающие различные отрасли и задачи.

Один из таких примеров - использование дронов для создания цифровых моделей местности и мониторинга изменений в окружающей среде. С помощью ГИС-технологий, таких как обработка и анализ снимков высокого разрешения, инженеры могут создавать трехмерные карты ландшафта с высокой точностью и детализацией. Эти карты могут быть использованы для планирования строительства, мониторинга изменений в природной среде и предотвращения природных катастроф.

Другой пример - использование дронов для агрокультурного мониторинга и оптимизации процессов сельского хозяйства. С помощью ГИС анализируются данные, собранные дронами, такие как спектральные характеристики почвы и растений, температура и влажность воздуха. Эти

данные позволяют сельхозпроизводителям принимать информированные решения о распределении ресурсов, оптимизации полива и удобрений, а также выявлении заболеваний растений.

Представленные результаты экспериментов демонстрируют эффективность и применимость интеграции дронов и ГИС в различных областях. Анализ данных позволяет выявить закономерности и тенденции, а также оптимизировать процессы и повысить эффективность выполнения задач

## **Выводы**

Интеграция беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с геоинформационными системами (ГИС) представляет собой перспективное направление исследований, обладающее значительным потенциалом для решения различных геопространственных задач. Анализ проведенных исследований позволяет сделать следующие выводы:

Во-первых, глубокое обучение становится все более эффективным инструментом для обнаружения и отслеживания объектов с использованием данных, собранных с помощью БПЛА. Применение методов глубокого обучения позволяет повысить точность обнаружения объектов и улучшить производительность системы мониторинга.

Во-вторых, визуальное SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) представляет собой эффективный подход к генерации трехмерных карт сцен в условиях отсутствия сигнала GPS. Интеграция БПЛА с визуальным SLAM позволяет создавать детальные и точные карты окружающей среды даже в условиях ограниченной доступности навигационных данных.

Третий вывод заключается в том, что алгоритмы маппинга являются ключевым элементом для создания цифровых моделей местности и анализа пространственных данных, собранных с помощью БПЛА. Применение современных алгоритмов маппинга позволяет эффективно обрабатывать большие объемы данных и извлекать ценную информацию о поверхности земли.

Таким образом, интеграция БПЛА и ГИС представляет собой мощный инструмент для решения различных геопространственных задач, включая мониторинг окружающей среды, картографирование территории, анализ изменений ландшафта и другие. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать развитию новых методов и технологий, улучшению производительности систем мониторинга и расширению области применения БПЛА и ГИС.

## **Литература**

1. T. Research, “Global drones market by type (vtol/rotary, fixed wing, etc), by segment (consumer, commercial & military), by application (aerial photography, agriculture, industrial inspection, etc), by payload, by region, competition forecast &

opportunities, 2023,” <https://www.techsciresearch.com/report/global-drones-market/1345.html>, online; accessed on 15 Nov 2019

2. Zhang, Y., Yang, L., & Zhang, Y. (2019). Application of UAV technology in geological disaster investigation and disaster prevention and mitigation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1339(1), 012108. doi:10.1088/1742-6596/1339/1/012108

3. X. Wu, W. Li, D. Hong, R. Tao and Q. Du, "Deep Learning for Unmanned Aerial Vehicle-Based Object Detection and Tracking: A survey," in *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, vol. 10, no. 1, pp. 91-124, March 2022, doi: 10.1109/MGRS.2021.3115137.

4. Radwan, A., Tourani, A., Bavle, H., Voos, H., & Sanchez-Lopez, J. L. (2024). UAV-assisted Visual SLAM Generating Reconstructed 3D Scene Graphs in GPS-denied Environments. arXiv preprint arXiv:2402.07537 [cs.RO]. Submitted on 12 Feb 2024.

5. Mazzia, V.; Comba, L.; Khaliq, A.; Chiaberge, M.; Gay, P. UAV and Machine Learning Based Refinement of a Satellite-Driven Vegetation Index for Precision Agriculture. *Sensors* 2020, 20, 2530. <https://doi.org/10.3390/s20092530>

УДК 004

## STUDY ON REMOTE SENSING IMAGE REGISTRATION METHOD USING IMAGE PYRAMID AND HYBRID FEATURE EXTRACTION

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЗОВАНИЕМ ПИРАМИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ГИБРИДНЫМ ВЫДЕЛЕНИЕМ ПРИЗНАКОВ

Jin Hyok Choe, Kwang Min Choe,  
Faculty of Information Science, “Kim Il Sung University”,  
Pyongyang, DPR Korea  
Чой Чжин Хёк, Чой Гван Мин,  
Факультет информационной науки,  
«Университета имени Ким Ир Сена», г. Пхеньян, КНДР

e-mail: gfstcn@126.com, gfstk@star-com.net.kp

**Abstract.** Image registration is the process of aligning two or more images taken in different ways on the same scene. Registration between remote sensing images has been a research focus in the field of remote sensing image processing. Most of the existing image registration algorithms applied to feature point matching are derived from image feature extraction methods, such as scale-invariant feature transform (SIFT), speed-up robust features (SURF) and deep neural network. Such methods encounter difficulties in achieving accurate image registration where there is a large bias in the image features or no significant feature points. And previous methods focus on visible images with relatively high feature detection performance,

and the short exposure time of the image features leads to the disadvantage of poor contrast, even for non-contrast images, of poor image matching performance. We propose a method to construct image pyramids for remote sensing images with a long measurement distance and low illuminance and to combine the results of multiple feature detection by resolution to obtain more accurate image matching results.

**Аннотация.** Запись изображения — это процесс выравнивания двух или более изображений, которые были сделаны по-разному для одной и той же сцены. Контраст между изображениями дистанционного зондирования стал исследовательским фокусом в области обработки изображений дистанционного зондирования. Большинство существующих алгоритмов контраста изображения, применяемые к сопоставлению точек признаков, получают из методов экстракции признаков изображения, таких как масштабное инвариантное преобразование признаков (SIFT), быстрые надежные признаки (SURF), глубокая нейронная сеть. Эти методы сталкиваются с трудностями в выполнении точного контраста изображения, которое имеет большое отклонение в признаках изображения или неважных точек признаков. И предыдущие методы сосредоточены на видимые изображения, где производительность обнаружения признаков относительно высока, и из-за короткого времени экспозиции в фотографах, изображения, которые не имеют контрастности, даже неконтрастные изображения, имеют недостаток, который не имеет контрастности. Мы предлагаем, чтобы пирамиды изображения были построены для дистанционных изображений с длинными расстояниями и низкими освещенностями, и комбинация различных результатов обнаружения признаков в резолуции, чтобы получить более точные результаты контраста изображения.

**Keywords:** image registration, feature matching, image pyramid, remote sensing image matching, hybrid feature extraction.

**Ключевые слова:** запись изображения, соответствие признаков, пирамида изображения, соответствие дистанционных изображений, гибридное выделение признаков.

In [1, P. 3-8], SIFT was used for image feature point detection after image denoising by filtering process as preprocessing for underwater scene image generation combined with image enhancement and image contrast. They also applied the I-RANSAC algorithm to achieve the correct matching of the extracted feature points. In [2, P. 449-460 3, P. 7-9], the results and performance comparisons of BRISK feature point detector are presented for image sequences captured by a mobile robot or UAV, followed by SIFT and SURF feature point detector. To achieve the image mosaicking, RANSAC and least mean square methods were applied, and then the results and performance comparisons of the joint map generation using linear or cubic interpolation were performed. Thus, feature-based methods, selected or combined feature detectors such as SIFT, SURF, FAST, BRISK, ORB, Harris, etc.,

are used to balance the matching performance and speed, but are difficult to apply for invisible images where feature detection performance is degraded.

In [4, P. 4-13], a feature detection map was updated by combining convolutional feature extraction and multi-layer self-difference detection module for the input image with a loss of feature point detection performance. In [5, P. 4-16], unlike the analytical approach of feature extraction and matching, respectively, they proposed an end-to-end DNN architecture to train the mapping function for matched observation and reference images, and to prevent overfitting with less training data, they trained the mapping function between the original and transformed images. However, the image matching methods which is based on deep neural network, have limitations in the lack of conventional image data due to the high performance of the training image data when the number of training images is sufficient, and their efficiency is low compared to the large computational resources required.

Hence, we propose a new image matching method which we can apply low-illuminance remote sensing images due to the imaging conditions and evaluate its performance through experiments.

Harris, a feature point detector for an image, does not respond to multiple scales, thus resulting in robust detection of changes in the illumination of the image. SIFT that is invariant to scale variation also tends to change detection performance due to the difference in the region of the near-feature region and the line size present in the image.

With the aim of solving both of these problems, we construct an image pyramid using bilinear interpolation during down sampling, unlike in [1, P. 3-8], and calculate the position in the original image for representative feature point pairs in the image corresponding to the low pyramid level. For images with very low feature point detection performance, image enhancement techniques such as filtering processing of images or gray histogram equalization can be applied. Then, we can match the points at low resolution and those at high resolution.

Also, to reduce the distortion effect at the edge of the image, unlike in [2, P. 449-460], we can set up a window where only feature points located in the center region of the image can be obtained.

Consider a transformation that maps the position distribution of feature points within a window to the angle of the polar coordinate system. Then, the description of the feature points can be done, depending on the presence of the feature points in the segmented angular interval.

The matching between the two descriptors uses the Hamming distance metric.

$$D_H(x, y) = \sum_{i=0}^{k-1} \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{k-1} \alpha_{ij} \quad (1)$$

Here,  $k$  is the number of feature points lying in the window.

Images with relatively long measurement distances generally calculate the response values pixel by pixel using Harris detector for image pyramid level images, taking into account the long feature point detection time.

The threshold comparison in response values and the SURF algorithm are applied to validate the selected feature points. SURF selects the number of feature points according to the value of Hessian matrix.

We propose an improved matching pair error cancellation algorithm based on the grid motion statistics to improve the efficiency of feature point matching and the accuracy of the resulting image transformation matrix.

First, we use the lattice motion statistics algorithm to increase the proportion of true matches in the set of matching pairs obtained by Euclidean distance.

Then, we remove false matches using the improved PROSAC algorithm.

Since the difference between the observed and the target images of the same object is caused by the motion of the camera, all points of the image have the same motion characteristics. This gives us the possibility to classify correct and incorrect matching pairs in a set of matching pairs obtained based on Euclidean distance in a statistical way.

Let  $C$  be the correspondence between image  $I_1$  and image  $I_2$ , and let  $C_i$  be the connection between feature point  $p_i$  of  $I_1$  and feature point  $q_i$  of  $I_1$ , the neighborhood correspondence of  $C_i$  is as follows.

$$N_i = \{C_j \mid C_j \subset C, C_j \neq C_i, d(p_i, p_j) < r_1\} \quad (2)$$

The similarity neighborhood

$$S_i = \{C_j \mid C_j \subset N_i, d(q_i, q_j) < r_2\} \quad (3)$$

, where  $|S_i|$  is the number of elements of  $S_i$ .

Based on this, we set the statistical scores.

$$S_i = \sum_{k=1}^K |\chi_{a^k b^k}| - 1 \quad (4)$$

$K$  is the number of regions moving with matching pair  $i$ .  $\{a^k, b^k\}$  is the predicted region pair and  $\chi_{a^k b^k} \subseteq \chi$  is a partial matching pair lying in  $\{a^k, b^k\}$ .

The value of  $|S_i|$  can be taken randomly according to whether the matching pair of interest is true or wrong. Hence, we can consider  $S_i$  as a random variable, and so the binomial distribution of  $S_i$  is as follows:

$$S_i \sim \begin{cases} B(Kn, p_t), x_i : true \\ B(Kn, p_f), x_i : false \end{cases} \quad (5)$$

, where  $p_t, p_f$  is the probability that the matching pair of interest  $x_i$  is either true or false, respectively.

Hence, the mean and standard deviation of the dispersion of  $S_i$  are as follow.

$$\begin{aligned} \{m_t = Knp_t, s_t = \sqrt{Knp_t(1-p_t)}\}, x_i : true \\ \{m_f = Knp_f, s_f = \sqrt{Knp_f(1-p_f)}\}, x_i : false \end{aligned} \quad (6)$$

The splitting probability of true and false matches is as follows.

$$P = \frac{m_t - m_f}{s_t + s_f} = \frac{Knp_t - Knp_f}{\sqrt{Knp_t(1-p_t)} + \sqrt{Knp_f(1-p_f)}} \quad (7)$$

By the variance of the normal distribution and the standard deviation, we can set the threshold to  $\tau = m_f + \alpha s_f$ . In practice,  $m_f$  is very small, while  $\alpha$  is very large to reliably remove many false matching pairs. Therefore, approximating the threshold, we obtain as follows:

$$C_i = \begin{cases} True, & S_{ij} > \tau_i = \alpha \sqrt{n_i} \\ False, & otherwise \end{cases} \quad (8)$$

, where  $\alpha$  showed good performance experimentally between 4 and 6 as a parameter. The value of  $n_i$  is the average of the number of features in the grid cell.

We perform the same operation for all matching pairs and remove the false matching pairs based on Eq.(8) to generate a new matching pair set.

In contrast experiments with remote sensing images, we set the window size to be as high as  $\gamma = 1^\circ$  and the window size to be as high as 60% of the original image size. We then perform a performance comparison of the proposed method and the previous method (BRISK, SURF) for three types of remote sensing images with three image pyramid levels.

After applying different image feature point detectors on the experimental images, a detailed performance evaluation was performed by counting the number of extracted feature points and the matched number in Table 1.

Table 1. Image matching performance comparison

remote sensing image type	image matching method	number of feature points extracted from the reference image	number of feature points extracted from the observation image	matched pair number	correct matching pair number	matching accuracy
type 1 (Building)	BRISK[2]	168	210	36	32	91.1
	SURF[3]	809	810	408	371	90.9
	Proposed method	204	208	135	129	95.5
type 2 (Terrain)	BRISK[2]	2307	1780	114	108	94.02
	SURF[3]	1055	1115	313	288	92.01
	Proposed method	904	980	107	103	96.2
type 3 (Cloud)	BRISK[2]	87	95	42	34	80.9
	SURF[3]	260	228	103	81	78.64
	Proposed method	102	99	66	56	84.8

After applying different feature matching methods to the experimental images (Type 1) with relatively good feature point detection performance, the comparison of matching accuracy can be found in Table 2

Table 2. Image matching performance comparison

feature	ORB	FAST	SURF	I-RANSAC	IIR[1]	Proposed method
matching accuracy	87.76	84.71	87.12	89.20	91.37	97

The comparison results of estimating the pixel error for the matched images are presented in Table 3

Table 3. Comparison of pixel error estimates

pixel error	minimum error	maximum error	mean error	RMSE
Previous method[1]	0.0029964	2.3132291	0.1313680	0.2310
Proposed method	0.0070898	0.7147068	0.1819705	0.1761733

The previous methods are based on the point-to-point method, but the proposed method does not require more feature points than the previous method, but obtains more accurate matching pairs.

In addition, the proposed method can improve the feature point detection performance while also providing computational time due to the window application.

## Findings

We can see that matching efficiency has been increased after construct a pyramid for image matching that is invariant to scale and illumination variations and then apply a hybrid feature detector.

## References

1. Yinsen Zhao et al., 2021. Underwater Image Mosaic Algorithm Based on Improved Image Registration, Applied Science, Vol 11. P. 1–19.
2. Pedro Pedrosa Rebouças Filho et al., 2018. Novel and powerful mosaic constructor for territorial analysis using mobile robots via Binary Robust Invariant Scalable Keypoints, Measurement, Vol 114. P. 448–470.
3. Yanwei Pang et al., 2012. Fully affine invariant SURF for image matching, Neurocomputing Vol 85. P. 6–10.
4. Hua Yang et al., 2023. Dynamic attention-based detector and descriptor with effective and derivable loss for image matching, Journal of Electronic Imaging Vol 32, No 2. P. 1–20.
5. Shuang Wang et al., 2018. A deep learning framework for remote sensing image registration, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol 145. P. 1–17.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 004.9

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНДИДАТА ПРИ ТРУДОУСТРОЙСТВЕ

### SOFTWARE APPLICATION FOR TESTING PERSONALITY CHARACTERISTICS OF A CANDIDATE FOR EMPLOYMENT

Ахметшина Э.И., Исмагилова Д.А.,

Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Салавате,  
ул. Губкина, 22 б, г. Салават, Республика Башкортостан, Россия, 453250

E.I. Akhmetshina, D.A. Ismagilova,

Institute of Oil Refining and Petrochemistry FSBEI HE USPTU in Salavat, Gubkin  
Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan, 453250, Russia

e-mail: dinara0220amail.ru@gmail.com

**Аннотация.** Данная статья рассматривает важность разработки и использования программного приложения для тестирования личностных характеристик кандидатов при трудоустройстве. В контексте современного рынка труда, где компании стремятся найти наиболее подходящих кандидатов для вакансий, эффективное оценивание личностных особенностей становится ключевым элементом процесса подбора персонала. Кроме того, анализируется, как такие приложения помогают работодателям принимать обоснованные решения о найме сотрудников, учитывая их соответствие требованиям должности и корпоративной культуре. В статье рассматривается эффективность использования технологий анализа данных для оценки личностных характеристик кандидатов. Так же обсуждается важность соблюдения этических принципов и конфиденциальности данных при использовании таких приложений. Подчеркивается польза автоматизированных систем тестирования личности, способствующих объективной оценке кандидатов и снижению вероятности субъективного влияния человеческого фактора. В конечном итоге, использование программного приложения для тестирования личностных характеристик при найме персонала может повысить эффективность процесса подбора кадров и способствовать формированию более успешных и гармоничных рабочих коллективов. Данное приложение сократит время и ресурсы, которые затрачивается на проведение собеседований и оценку кандидатов, кроме того, предоставит объективную информацию о личностных характеристиках кандидата без субъективного влияния.

**Abstract.** This article examines the importance of using a software application to test the personality characteristics of candidates for employment. In the context of today's labor market, where companies strive to find the most suitable candidates for vacancies, effective personality assessment has become a key element of the recruitment process. It also examines how such applications help employers make informed hiring decisions based on job and culture fit. The article examines the effectiveness of using data analysis technologies to assess the personal characteristics of candidates. The importance of ethical principles and data privacy when using such applications is also discussed. The benefits of automated personality testing systems are emphasized, contributing to the objective assessment of candidates and reducing the likelihood of the subjective influence of the human factor. Ultimately using a personality testing software application in the hiring process can improve the efficiency of the recruiting process and help create more successful and harmonious work teams. This application will reduce the time and resources spent on conducting interviews and assessing candidates, in addition, it will provide objective information about the personal characteristics of the candidate without subjective influence.

**Ключевые слова:** программное приложение, тестирование, личностные характеристики, кандидат.

**Keywords:** software application, testing, personal characteristics, candidate.

Востребованным инструментом в процессе отбора кандидатов при трудоустройстве является тестирование личностных характеристик. С ростом конкуренции на рынке труда и повышением требований к кандидатам, работодатели все больше обращают внимание на оценку и выбор персонала на основе личностных характеристик.

Рынок программного приложения тестирования личностных характеристик кандидата при трудоустройстве является быстрорастущим и довольно конкурентным. Работодатели стремятся выбрать наиболее подходящих кандидатов, чтобы улучшить качество своей компании, а также повысить производительность.

Важность введения тестирования личностных характеристик в рекрутинговые системы имеет несколько преимуществ. Тестирование окажет помощь работодателям оценить навыки, способности, личностные особенности и мотивацию кандидатов. Также данное тестирование позволит работодателям принимать более обоснованные решения при выборе кандидатов. Введение тестирования личностных характеристик кандидата на платформе для подбора персонала может сократить время и затраты, связанные с собеседованиями и оценками кандидатов [3].

Большую часть рынка занимают решения, помогающие в подборе персонала: платформы для поиска сотрудников. Доля таких компаний на рынке в 2022 году составила 78% (рисунок 1). Благодаря рекрутинговым системам среднемесячная активность работодателей и соискателей в 2022 году снизилась.

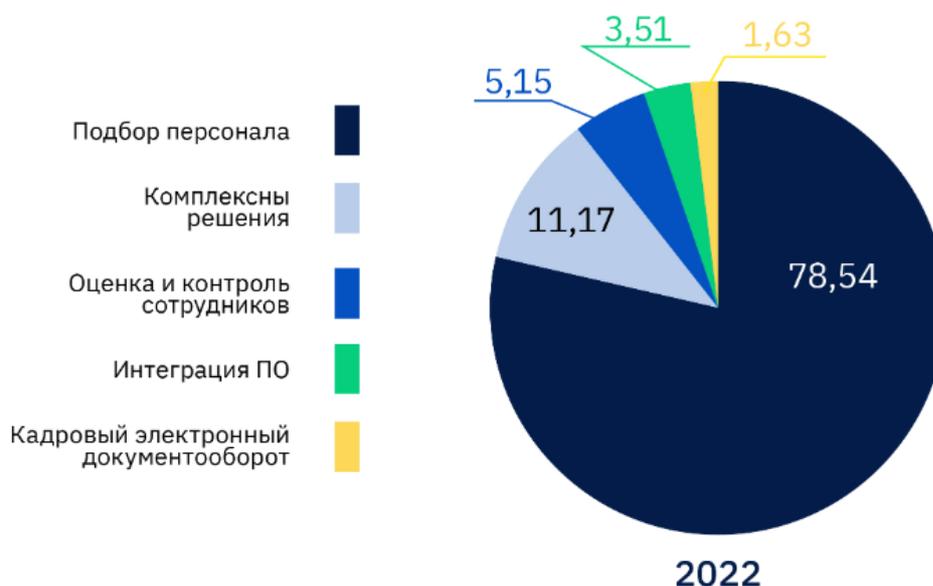


Рисунок 1. Распределение выручки в 2022 по сегментам

Благодаря рекрутинговым системам среднемесячная активность работодателей и соискателей в 2022 году снизилась.

С учетом роста конкуренции на рынке труда и повышения требований к кандидатам, рекрутинговые системы с интегрированным тестированием личностных характеристик становятся необходимым инструментом для компаний, которые стремятся оптимизировать процесс подбора персонала и повысить качество выбранных сотрудников. Кроме того, они помогают улучшить эффективность работы рекрутеров и наращивают потенциал компаний для успешной адаптации к динамично меняющимся требованиям рынка труда.

Эффективность использования технологий анализа данных для оценки личностных характеристик кандидатов может быть значительной, поскольку это позволяет более объективно и систематически оценивать сотрудников и потенциальных кандидатов [1].

Одним из инструментов анализа данных, используемых для оценки личностных характеристик кандидатов, является анализ поведенческих данных. Это включает в себя сбор информации о работе, интересах, привычках и решениях человека на основе его онлайн-активности или других источников данных. Проведение анализа данных поведения помогает выявить потенциальные качества кандидата, которые могут быть важны для успеха в конкретной должности [1].

Использование технологий анализа данных для оценки личностных характеристик кандидатов может значительно повысить эффективность подбора персонала и помочь компаниям принимать более информированные решения о том, кто лучше всего подходит для определенных ролей [2].

Рассмотрим декомпозицию бизнес-процесса «Тестирования личностных характеристик кандидата при трудоустройстве» (рисунок 2).

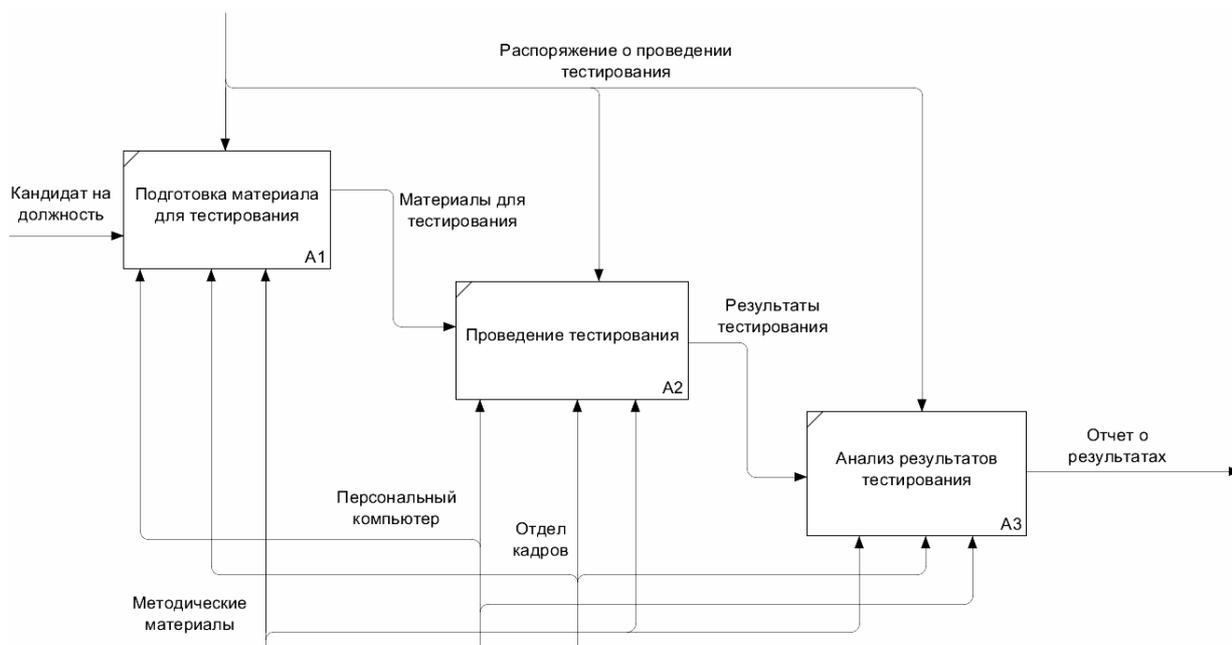


Рисунок 2. Диаграмма декомпозиции бизнес-процесса «Тестирования личностных характеристик кандидата при трудоустройстве»

Далее рассмотрим декомпозицию процесса «Тестирование личностных характеристик кандидата при трудоустройстве» более детально. На диаграмме представлены три функции: «Подготовка материала для тестирования», «Проведение тестирования» и «Анализ результатов тестирования».

Разработка программного приложения включает в себя несколько ключевых этапов и компонентов:

- анализ требований: исследование и понимание требований к приложению, определение основных функциональных и нефункциональных требований, а также особенностей тестирования личностных характеристик;
- проектирование базы данных: создание структуры базы данных для хранения информации о тестируемых кандидатах, методиках, результаты тестирования и других связанных данных;
- разработка пользовательского интерфейса: проектирование удобного и интуитивно понятного интерфейса для администраторов и пользователей, включая возможность проведения тестирования и анализа результатов;
- создание методик тестирования: разработка методик и алгоритмов для оценки личностных характеристик кандидатов, включая параметры, оценочные шкалы и программные модели для анализа результатов;
- реализация алгоритмов обработки данных: написание программного кода, обеспечивающего автоматизированную обработку результатов тестирования, их анализ и выдачу выводов;
- безопасность и конфиденциальность: обеспечение защиты персональных данных кандидатов и обеспечение конфиденциальности результатов тестирования;
- тестирование и отладка: проведение тестирования приложения на соответствие требованиям, выявление и исправление ошибок, проверка на устойчивость и производительность;

- внедрение и поддержка: развертывание приложения, обеспечение обучения персонала, поддержка и обновление приложения в процессе его эксплуатации.

Данная разработка требует комбинации технических, психометрических и информационных навыков для создания надежного, эффективного и безопасного инструмента оценки кандидатов [2].

Разрабатываемое программное приложение имеет ряд важных преимуществ и пользы для работодателей:

- программное приложение предоставит объективные данные о кандидатах. Это позволяет работодателям сравнивать кандидатов на основе конкретных характеристик, а не только на основе субъективного впечатления;

- тестирование личности окажут помощь работодателям быстро выявить кандидатов, которые лучше всего подходят для конкретной должности. Это позволяет сэкономить время и ресурсы на поиск и отбор персонала;

- использование программного приложения для тестирования личностных характеристик может помочь снизить вероятность ошибок при найме персонала. Такие тесты могут помочь предотвратить найм кандидатов, чьи личностные характеристики не соответствуют требованиям должности;

- результаты тестов личности могут служить дополнительной информацией для работодателей при принятии решения о найме кандидата. Они могут помочь лучше понять, как кандидат впишется в команду и сможет ли успешно выполнять свои обязанности;

- знание личностных характеристик членов команды может помочь работодателям создать более эффективные и гармоничные рабочие группы. Понимание сильных и слабых сторон каждого члена команды поможет распределить обязанности и задачи более эффективно.

Использование программного приложения для тестирования личностных характеристик кандидатов при трудоустройстве может значительно упростить процесс подбора персонала, повысить эффективность работы команды и снизить вероятность ошибок при найме новых сотрудников [4].

## **Выводы**

Разработка и использование программного приложения тестирования личностных характеристик кандидата при трудоустройстве позволяет автоматизировать многие процессы, связанные с оценкой личностных качеств кандидатов. В частности, такое приложение может упростить сбор и анализ данных, повысить объективность оценки, кроме того, позволит улучшить процесс отбора персонала.

## **Литература**

1. Александр Хрущев. Эффективность использования автоматических тестов в ИТ-проектах. Доклад на конференции CEE-SECR 2009, октябрь 2009. (дата обращения: 29.03.2024).

2. Гребенюк В. М. Оценка целесообразности внедрения автоматизированного тестирования. Институт Государственного управления, права и инновационных технологий (ИГУПИТ). Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №1 2013. (дата обращения: 01.04.2024).

3. Джефф Рэшка, Элфрид Дастин, Джон Пол. Автоматизированное тестирование программного обеспечения. Внедрение, управление, эксплуатация. Издательство Лори, 2012. (дата обращения: 05.04.2024).

4. Зdziarski, Джонатан iPhone SDK. Разработка приложений / Джонатан Зdziarski. - М.: БХВ-Петербург, 2011. С.512. (дата обращения: 30.03.2024).

УДК 004.4

**ВЕБ И МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И  
ПОДДЕРЖАНИЯ ФОРУМА, ГДЕ СТУДЕНТЫ МОГУТ ОБЩАТЬСЯ,  
ОБМЕНИВАТЬСЯ ИНФОРМАЦИЕЙ И РЕШАТЬ ЗАДАЧИ В РАМКАХ  
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

**WEB AND MOBILE APPLICATIONS FOR CREATING AND  
MAINTAINING A FORUM WHERE STUDENTS CAN COMMUNICATE,  
EXCHANGE INFORMATION AND SOLVE TASKS AS PART OF THE  
EDUCATIONAL PROCESS**

Борисова Л.В., Ямбаева В.Э., Тулупова О.П.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия  
L.V. Borisova, V.E. Yambaeva, O.P. Tulupova,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia

e-mail: PoetVY@yandex.ru

**Аннотация.** В работе рассматриваются веб- и мобильные приложения для создания и поддержания форума, где студенты могут общаться, обмениваться информацией и решать задачи в рамках учебного процесса. Использование данных приложений позволит решить проблемы, связанные с высокой учебной загруженностью студентов, которые негативно влияют на их социальные взаимоотношения и психологическое благополучие. Приложение разрабатывалось для улучшения взаимодействия и обмена знаниями между студентами, повышения эффективности совместной работы и облегчения доступа к информации, которая поможет ускорить решение учебных заданий, например, путем обсуждения учебного материала, возможности задания вопросов и получения разъяснения от других студентов. Также приложения позволяют сохранять и структурировать информацию, делая ее доступной для

всех участников учебного процесса. Приложения разрабатывались с использованием современных информационных технологий. Для удобства использования форума студентами были созданы два приложения: веб- и мобильное, которые синхронизируются и хранят данные в одной базе данных. Для создания базы данных и взаимодействия с ней была выбрана реляционная система управления базами данных PostgreSQL. При аутентификации пользователя реализована проверка подлинности с использованием Json Web Token. Для выявления публикаций с нежелательным контекстом в приложениях используется модель глубокого обучения BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), способная эффективно анализировать тексты, учитывая контекст и семантику.

**Abstract.** The work considers web and mobile applications for creating and maintaining a forum where students can communicate, exchange information, and solve tasks as part of the educational process. The use of these applications will help solve problems associated with the high academic workload of students, which negatively affects their social relationships and psychological well-being. The application was developed to improve interaction and knowledge exchange between students, increase the efficiency of teamwork, and facilitate access to information that will help accelerate the solution of educational tasks, for example, by discussing educational material, the ability to ask questions and get explanations from other students. The applications also allow you to save and structure information, making it available to all participants in the educational process. The applications were developed using modern information technology. For the convenience of using the forum by students, two applications have been created: web and mobile, which are synchronized and store data in one database. To create a database and interact with it, the PostgreSQL relational database management system was chosen. When authenticating a user, authentication is implemented using Json Web Token. To identify posts with an undesirable context in the applications, the BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) deep learning model is used, which can effectively analyze texts, taking into account context and semantics.

**Ключевые слова:** мобильное приложение, веб-приложение, форум, студенты, совместное обучение, взаимопомощь, сообщество по интересам.

**Keywords:** mobile application, web application, forum, students, co-education, mutual assistance, community of interests.

На данный момент студенческая жизнь часто ассоциируется с бесконечными потоками учебных материалов, сроками сдачи лабораторных и практических работ, нехваткой свободного времени. Студенты, поглощенные учебой, сталкиваются с рядом испытаний, которые формируют их уникальный опыт и влияют на их взгляды и ценности.

Занятость учебой охватывает не только время в аудитории и выполнение различных учебных заданий, но и подготовку к экзаменам, проектам и

исследованиям. Этот постоянный поток обязанностей требует от студентов не только высокой степени организации, но и способности эффективно управлять временем.

Вдобавок учебная загруженность оказывает влияние на социальные взаимоотношения студентов. Часто из-за выполнения работ приходится изолироваться из-за нехватки времени или стремление к успеху в учебе иногда приводят к утрате связи с друзьями и семьей, что может отрицательно сказываться на психологическом благополучии.

В завершении всего поиск информации по учебным вопросам часто становится сложным заданием из-за избытка источников в интернете. Разнообразие доступных ресурсов делает этот процесс еще более запутанным. Не всегда можно доверять информации, представленной на различных сайтах, а среди множества ресурсов сложно найти полезные и достоверные материалы. Также для студентов, которые часто находятся в учебной среде, не всегда доступна возможность получить помощь или уточнить информацию у более опытных товарищей. Изоляция от социальных связей иногда ограничивает доступ к опыту и знаниям, которые могут быть полезны при выполнении лабораторных или практических работ.

Одним из популярных ресурсов для поиска информации в интернете можно назвать интернет-форум. Так как интернет является не только источником информации, но и одним из самых распространенных и доступных способов дистанционной коммуникации [1]. На форумах не только можно найти полезную информацию, но и общаться с экспертами, которые готовы поделиться своими знаниями и помочь в размышлениях над различными вопросами.

Интернет-форум – это место в Интернете для обмена идеями или информацией. Интернет-форум позволяет многим людям делиться своим конкретным опытом, информацией, советами, хитростями и т.д [2].

Интернет-форум как пространство для общения используется людьми во всем мире в течение тридцати лет. В 1978 г. В. Кристенсен и Р. Суэсс (США) создали первые электронные доски объявлений, которые являются прототипами современного форума [3]. Форум как жанр прошел несколько этапов эволюции: размещение объявлений различного рода – вопросы и ответы на тему объявления – обсуждение объявлений любыми участниками – обсуждение любых тем. Отметим, что первоначально форум имел прагматическую функцию общения, сегодня – это как прагматическая, так и фактическая функция.

Первые электронные доски объявлений так и назывались – Bulletin Board System (BBS). Сам термин является ссылкой на традиционное информационное табло. Переход от BBS к форуму в современном представлении произошел в начале 1990-х гг. С тех пор форум является не только доской объявлений и инструментом общения, но и используется в учебных целях преподавателями многих стран мира [4].

Рассмотрением форума как образовательного пространства занимается испанский исследователь Л. П. Санчес. В его работе дается определение

Интернет-форума как жанра коммуникации, предлагается общая классификация форумов, рассматриваются функции воспитательных форумов, предлагаются примеры использования форума в учебных целях. Л. П. Санчес пишет, что работа с учащимися по средствам форума способствует большему взаимодействию между ними: студенты активно ищут информацию, обсуждают ее, добиваются конечной цели вместе [5].

В. Р. Брито также анализирует форум с точки зрения его приобщенности к образовательному процессу. Исследователь отмечает, что дидактическая польза форума состоит хотя бы в том, что в дискуссии принимают участие как минимум 80% аудитории. Автор также отмечает большую пользу использования форума для занятий на расстоянии. Занятия на форуме с группой студентов позволяют обмениваться опытом и показывать результаты своей работы, а также сопоставлять концептуальные и методологические модальности [6].

Исходя из вышенаписанных форумов в учебном процессе для студентов показывает являются полезными, так как предоставляют доступ к широкому спектру знаний и опыта со всего мира. Однако, чтобы максимально извлечь пользу из форумов, следует создать собственную платформу, адаптированную под конкретное направление подготовки «Информатика и вычислительная техника». Это позволит студентам обсуждать темы, связанные непосредственно с их областью интересов, обмениваться опытом и ресурсами, что способствует более эффективному и глубокому обучению. Ценность работы в том, что форум будет применяться для конкретной группы людей, внутри которой произойдет обмен информацией, имеющейся у одних и необходимой другим.

Для разработки качественного продукта в первую очередь необходимо проанализировать рынок существующих приложений, их достоинства и недостатки. Одними из наиболее популярных источников является Reddit, Stack Exchange, Quora. В таблице 1 представлены преимущества и недостатки этих форумов.

Таблица 1. Преимущества и недостатки существующих форумов

Название	Преимущества	Недостатки
Reddit	Возможность задавать вопросы и получать разносторонние ответы.	Не всегда актуальная информация и недостаток модерации.
Stack Exchange	Огромное сообщество специалистов и энтузиастов, готовых помочь с различными вопросами.	Иногда ответы могут содержать техническую информацию, которую сложно понять начинающим.
Quora	Широкий спектр тем и областей для обсуждения и получения информации.	Возможные проблемы с качеством контента из-за отсутствия модерации.

Таким образом, Reddit, Stack Exchange и Quora представляют собой ценные ресурсы для студентов, где они могут не только находить ответы на свои вопросы, но и взаимодействовать с опытными специалистами для более глубокого понимания учебных материалов. Однако основным недостатком данных интернет-ресурсов является необходимость потратить большое количество времени на поиск полезной информации из-за разнообразия доступных тем и сообществ, так как форумы направлены не конкретно на учебные вопросы.

Важно отметить, что все перечисленные платформы имеют как веб-клиента, так и мобильные версии сайтов, что обеспечивает доступ к информации в любое удобное время и место. Все эти выводы учтены при разработке мобильного и веб-приложения для ведения форума студентами одного направления подготовки «Информатика и вычислительная техника».

На этапе функционального моделирования выдвинуты требования, которые должны выполнять разрабатываемые приложения. Спроектированный функционал для форума представлен ниже (рисунок 1).

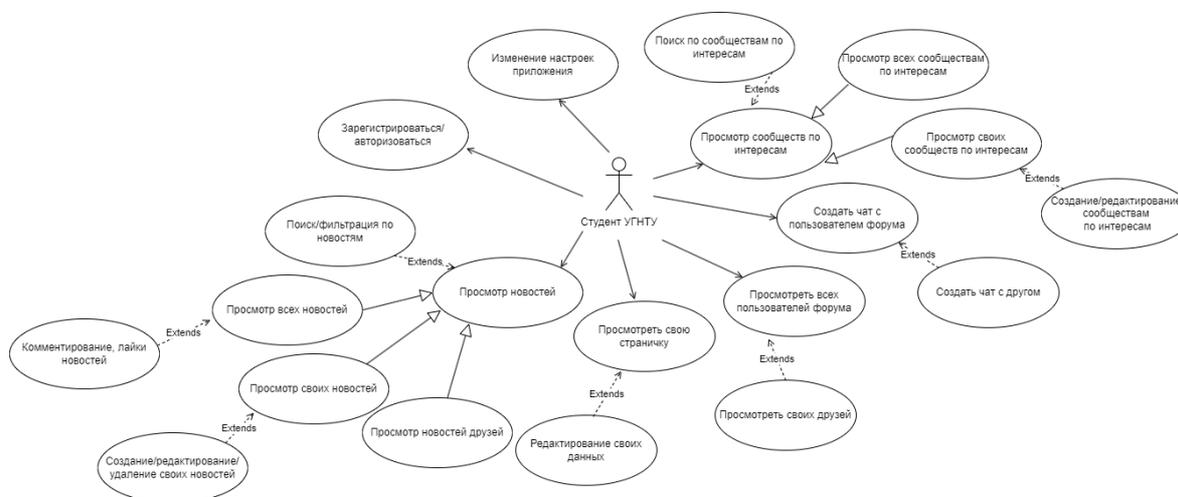


Рисунок 1. Функциональная модель приложений для ведения форума студентами УГНТУ

Для хранения информации о студентах и их действиях на форуме спроектирована и создана база данных. Она состоит из 12 таблиц: список студентов, пользователь форума, чат, друзья, сообщества и другие. Логическая модель базы данных представлена ниже (рисунок 2). Для создания базы данных и взаимодействия с ней была выбрана реляционная система управления базами данных PostgreSQL. Для работы с СУБД использована среда pgAdmin.

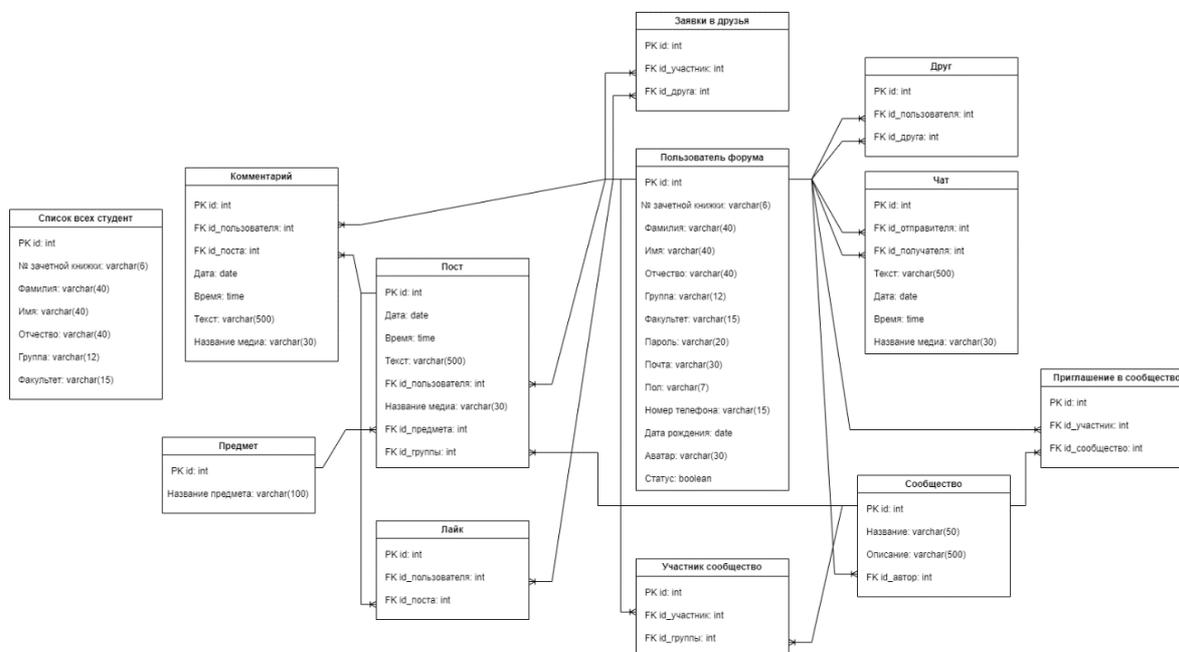


Рисунок 2. Логическая модель базы данных форума

Взаимодействие базы данных с клиентскими приложениями для ведения форума осуществляется через API (рисунок 3). При передаче данных происходит проверка подлинности идентификации студента с использованием JSON web токенов. Токены создаются сервером, подписываются секретным ключом и передаются клиенту, который в дальнейшем использует данный токен для подтверждения подлинности аккаунта. Это обеспечивает безопасность взаимодействия между клиентскими приложениями и сервером.

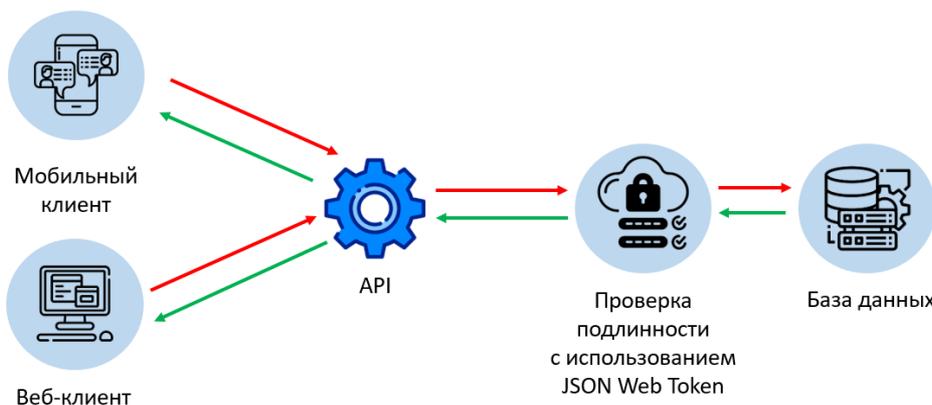


Рисунок 3. Взаимодействие базы данных с клиентскими приложениями

Для поддержания безопасного, дружелюбного и уважительного общения между студентами используется модель BERT. BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) – это модель глубокого обучения, основанная на трансформерах, которая используется для обработки естественного языка. Она предварительно обучается на большом объеме текстовых данных, что позволяет ей выполнять широкий спектр задач, связанных с обработкой естественного языка, таких как классификация текста и др. Она позволяет

автоматически обнаруживать нежелательные сообщения, такие как спам и оскорбления, улучшая тем самым безопасность и качество общения на форуме.

Предполагается, что разработанные мобильное и веб-приложение помогут студентам, обучающимся по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника», искать необходимую информацию и получать ценные знания и рекомендации от других студентов, которые уже сталкивались с аналогичными задачами и проблемами. Через форум они смогут найти товарищей, готовых объяснить им сложные темы или поделиться полезными ресурсами, что поможет лучше усвоить учебный материал. Кроме того, благодаря сообществам по интересам студенты смогут объединиться вокруг общих тем и углубить свои знания в интересующих их областях.

## **Выводы**

Таким образом, использование приложений для создания и поддержания форума, где студенты могут общаться, обмениваться информацией и решать задачи в рамках учебного процесса способствует:

1. Содействию обмена знаниями, т.к. форум позволит студентам обсуждать учебные материалы, задавать вопросы и получать разъяснения от других студентов.

2. Совместной работе, т.к. форум позволит студентам создавать группы для совместной работы над проектами, обсуждать идеи, делиться ресурсами и координировать усилия.

3. Улучшению коммуникаций, т.к. студенты могут общаться друг с другом, что способствует улучшению коммуникативных навыков и уменьшению барьеров в общении.

4. Повышению доступности информации, т.к. форум позволяет сохранить и структурировать информацию, делая ее доступной для всех участников учебного процесса.

## **Литература**

1. Дурдыев, М. Интернет-форум как коммуникативно-речевой жанр // Функционирование русского и белорусского языков в условиях информатизации общества: сборник тезисов докладов 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18 – 20 мая 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск: БГУИР, 2020. С. 62-63.

2. What is an "Internet forum"? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20081011092536/http://www.videojug.com/expertanswer/internet-communities-and-forums-2/what-is-an-internet-forum> (дата обращения 07.03.2024).

3. Collection of Memories of writing and running the first BBS by Ward Christensen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bbsdocumentary.com/software/AAA/AAA/CBBS/memories.txt> (дата обращения: 06.03.2024).

4. Патрушева, Л.С. Интернет-форум в международном образовательном пространстве // Многоязычие в образовательном пространстве, 2011. С. 102-105.

5. Sánchez, L. P. El foro virtual como espacio educativo: propuestas didácticas para su uso / L.P. Sánchez // Verista Quaderns Digitals Net. – 2005. – Т. 40. – №. 1. С. 1-18.

6. Brito, R. V. El foro electrónico: una herramienta tecnológica para facilitar el aprendizaje colaborativo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.uib.es/depart/gte/edutece/revelecl7/brito\\_1\\_ba.htm](http://www.uib.es/depart/gte/edutece/revelecl7/brito_1_ba.htm) (дата обращения: 07.03.2024).

УДК 004.67

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

### INFORMATION TECHNOLOGIES USED FOR THE ORGANIZATION OF DIRECTIONAL DRILLING

Горбунов А.В., Мурзабулатов Б.З., Зигангирова Ю.В.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация

A.V. Gorbunov, B.Z. Murzabulatov, Yu.V. Zigangirova,  
FSBEI HE “Ufa University of Science and Technology”,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: murzabulatovbulat@gmail.com, andrey.gorbunov.gorbunov99@mail.ru

**Аннотация.** Бурение является важным инженерным процессом, который включает в себя создание вертикальных или наклонных отверстий в земной коре с целью извлечения полезных ископаемых, установления фундамента для строительных сооружений или проведения геологических исследований. Для этого применяется специализированное оборудование, такое как буровые установки, роторные и вертикальные буровые станки, сверлильные машины и т. д. Бурение может проводиться на больших промышленных объектах, на буровых платформах в море или в удаленных районах с использованием мобильного оборудования. Процесс бурения требует высокой технической компетентности и строгого соблюдения технологических процедур с целью обеспечения безопасности работников, защиты окружающей среды и обеспечения качественных результатов. Помимо промышленных целей бурение

также используется для изучения геологического строения земной коры и поиска подземных водных ресурсов.

**Abstract.** Drilling is an important engineering process that involves creating vertical or inclined openings in the earth's crust for the purpose of extracting minerals, establishing foundations for construction projects, or conducting geological surveys. Specialized equipment such as drilling rigs, rotary and vertical drilling machines, and drilling rigs are used for this purpose. Drilling can take place on large industrial sites, offshore drilling platforms, or in remote areas using mobile equipment. The drilling process requires a high level of technical expertise and strict adherence to technological procedures to ensure the safety of workers, environmental protection, and high-quality results. In addition to industrial purposes, drilling is also used to study the geological structure of the earth's crust and search for underground water resources.

**Ключевые слова:** инженерный процесс, полезные ископаемые, геологические исследования, буровые платформы, мобильное оборудование, окружающая среда, геологическое строение.

**Keywords:** engineering process, valuable minerals, geological surveys, drilling platforms, mobile equipment, environment, geological structure.

### **Введение.**

Наклонно-направление бурение (ННБ) является одной из наиболее передовых и инновационных технологий в области добычи полезных ископаемых и разработки нефтегазовых месторождений. Это процесс, при котором скважина бурится под наклоном или даже по диагонали, чтобы обойти геологические препятствия, достичь труднодоступных залежей или оптимизировать процесс добычи. Для выполнения этих сложных задач требуются особые подходы и применение современных информационных технологий.

Информационные технологии занимают все более важное место в процессе наклонно-направленного бурения, поскольку они позволяют повысить эффективность, безопасность и точность работ. В данной статье мы рассмотрим основные направления использования информационных технологий в процессе наклонного бурения и их влияние на развитие данной отрасли.

Одним из ключевых аспектов применения информационных технологий является планирование и моделирование процесса ННБ. С помощью специализированного программного обеспечения, инженеры могут создавать трехмерные модели геологических структур и рассчитывать оптимальные траектории скважин с учетом множества факторов, таких как свойства грунта, глубина залегания целевых горизонтов, наличие препятствий и т.д. Это позволяет существенно сократить затраты времени и ресурсов на проведение работ и повысить их эффективность.

Кроме того, информационные технологии играют важную роль в обеспечении безопасности и контроля качества работ в процессе ННБ.

### **Основные принципы наклонно-направленного бурения.**

Наклонно-направленное бурение (ННБ) – это метод строительства скважин, позволяющий избежать проблем, связанных с бурением в сложных геологических условиях или в районах с плотной застройкой. Основные принципы ННБ включают:

А) Планирование и проектирование: перед началом работ необходимо провести тщательное планирование и анализ местности, чтобы определить оптимальный маршрут и угол наклона скважины.

Б) Выбор оборудования: для наклонно-направленного бурения используются специальные буровые установки, обеспечивающие возможность изменения угла наклона скважины в процессе бурения.

В) Контроль траектории скважины: для контроля траектории скважины используются различные методы, такие как инклинометрия, каротаж и другие технологии, позволяющие точно определить положение и угол наклона скважины на всех этапах бурения.

Г) Применение специальных технологий: для обеспечения успешного завершения проекта могут использоваться различные специальные технологии, такие как буровые растворы, химические добавки и т.д.

Д) Очистка скважины: после завершения бурения скважина должна быть очищена от остатков породы, бурового раствора и других загрязнений.

Е) Спуск и цементирование обсадной колонны: для защиты скважины от обрушения и проникновения пластовых вод производится спуск и цементирование специальной обсадной колонны.

### **Применение информационных технологий в наклонно-направленном бурении.**

Информационные технологии играют важную роль в процессе бурения скважин, особенно при наклонно-направленных работах. Они используются на всех этапах процесса бурения, от планирования и проектирования до контроля и оптимизации.

1. Планирование и проектирование: Географические информационные системы (ГИС) и программное обеспечение для трехмерного моделирования используются для создания детальных планов и проектов наклонно-направленного бурения. Эти технологии помогают определить наилучший маршрут скважины с учетом геологических условий, ограничений окружающей среды и требований заказчика.

2. Контроль и мониторинг: Спутниковые системы навигации и системы контроля бурения используются для точного определения местоположения и ориентации бурового инструмента. Это позволяет осуществлять контроль над процессом бурения и вносить корректировки на ходу для достижения желаемой траектории скважины.

3. Оптимизация и анализ данных: Программное обеспечение для анализа данных используется для оптимизации процесса бурения. Оно помогает анализировать данные, полученные в ходе бурения, и определять

наилучшие методы и параметры для достижения максимальной эффективности и снижения затрат.

4. Интеграция с другими технологиями: Информационные технологии в бурении также тесно интегрируются с другими отраслями, такими как энергетика, нефтегазовая промышленность и строительство. Например, системы управления проектами позволяют интегрировать данные из разных источников и обеспечивают общую картину процесса бурения для всех заинтересованных сторон.

#### **Преимущества использования информационных технологий.**

В современном мире информационные технологии становятся все более важным инструментом в различных отраслях, включая нефтегазовую промышленность. В частности, в области наклонно-направленного бурения (ННБ) применение информационных технологий играет ключевую роль в улучшении производительности, эффективности и безопасности процесса бурения. Это позволяет более точно планировать, контролировать и оптимизировать процесс ННБ, что в конечном итоге приводит к снижению затрат и увеличению производительности. В данном контексте важно рассмотреть преимущества использования информационных технологий для наклонно-направленного бурения, которые будут рассмотрены далее.

Использование информационных технологий для наклонно-направленного бурения (ННБ) включает в себя следующие преимущества:

- Точность и контроль: Использование специализированных программного обеспечения позволяет более точно планировать и контролировать процесс ННБ, что снижает риски необходимости внесения корректив в процессе бурения.

- Увеличение производительности: ИТ-технологии позволяют улучшить процесс бурения, сократить время на бурение скважин, уменьшить затраты ресурсов и повысить общую производительность.

- Улучшенная безопасность: Использование информационных технологий позволяет обнаруживать потенциальные опасности и управлять рисками, что способствует безопасному проведению работ по ННБ.

- Оптимизация бурения: ИТ-технологии позволяют анализировать различные параметры бурения, что приводит к оптимизации процесса и повышению качества буровых работ.

- Улучшение мониторинга: Использование специальных систем мониторинга и контроля позволяет в реальном времени отслеживать ключевые параметры бурения и оперативно реагировать на изменения в условиях работы.

- Сокращение затрат: благодаря применению информационных технологий возможно снижение операционных издержек, оптимизация использования ресурсов и сокращение временных затрат на выполнение задач

#### **Выводы**

В заключении следует отметить, что информационные технологии играют ключевую роль в современной нефтегазовой промышленности,

особенно в области наклонно-направленного бурения. Применение специализированных программных продуктов, систем мониторинга и аналитики позволяет повысить эффективность и безопасность данного вида бурения, обеспечивая сокращение затрат и улучшение управления процессом. Развитие информационных технологий в этой области продолжает открывать новые перспективы для оптимизации производства и более точного прогнозирования результатов бурения, что в конечном итоге способствует повышению производительности и конкурентоспособности нефтегазовых компаний. Таким образом, дальнейшее исследование и разработка информационных технологий для наклонно-направленного бурения имеют значительный потенциал для улучшения процесса и общего развития отрасли.

### **Литература**

1. Пилипенко В. А., А. А. Черников, А. А. Соловьев, Н. В. Ягова, Я. А. Сахаров, Д. В. Кудин, Д. В. Костарев, О. В. Козырева, А. В. Воробьев, А. В. Белов, (2023), Влияние космической погоды на надежность функционирования транспортных систем на высоких широтах, *Russian Journal of Earth Sciences*, – Т. 23, ES2008, 10.2205/2023ES000824.
2. Воробьев А.В., Соловьев А.А., Пилипенко В.А., Воробьева Г.Р. Интерактивная компьютерная модель для прогноза и анализа полярных сияний // *Солнечно-земная физика*. 2022. – Т. 8, № 2. – С. 93-100.
3. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Подход к динамической визуализации разнородных геопространственных векторных изображений // *Компьютерная оптика*. 2024. – Т. 48, No 1. – С. 123-138.

УДК 004.67

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ИНФОРМАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА НАВИГАЦИИ**

## **THE IMPACT OF SPACE WEATHER ON NAVIGATION INFORMATION TOOLS**

Исмагилов Е.В., Собянин К.О., Зигангирова Ю.В.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация  
E.V. Ismagilov, K.O. Sobyenin, Yu.V. Zigangirova,  
FSBEI HE “Ufa University of Science and Technology”,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: ismagilov-31@mail.ru

**Аннотация.** Работа посвящена исследованию воздействия космической погоды на информационные средства навигации. Учитывая значительное развитие систем спутниковой навигации и их широкое применение в современном мире, понимание влияния космической погоды на эти системы является крайне важным. Данный раздел работы имеет целью ознакомить читателя с общей проблематикой и представить основные задачи и цели данного исследования. Целью данного исследования является изучение воздействия космической погоды на информационные средства навигации и выявление потенциальных проблем, которые могут возникнуть в результате этого воздействия. Основные задачи работы включают анализ определения и особенностей космической погоды, изучение информационных средств навигации и их принципов работы, а также оценку взаимосвязи между космической погодой и навигационными системами. Космическая погода - это состояние и изменения в околоземном космическом пространстве, которые могут влиять на технологии и объекты, находящиеся в космосе, а также на жизнь и инфраструктуру на Земле. Она обусловлена физическими процессами в солнечной системе и в космическом пространстве, такими как солнечное излучение, солнечные бури, космические лучи, магнитосферы планет, геомагнитные бури и другие.

**Abstract.** The work is devoted to the study of the impact of space weather on information navigation tools. Given the significant development of satellite navigation systems and their widespread use in the modern world, understanding the impact of space weather on these systems is extremely important. This section of the paper aims to familiarize the reader with the general problems and present the main objectives and goals of this study. The purpose of this study is to study the impact of space weather on navigation information tools and identify potential problems that may arise as a result of this impact. The main tasks of the work include the analysis of the definition and features of space weather, the study of navigation information tools and their principles of operation, as well as the assessment of the relationship between space weather and navigation systems. Space weather is a condition and changes in near-Earth outer space that can affect technologies and objects in space, as well as life and infrastructure on Earth. It is caused by physical processes in the solar system and in outer space, such as solar radiation, solar storms, cosmic rays, planetary magnetospheres, geomagnetic storms and others.

**Ключевые слова:** космическая погода, космос, навигация, исследования, точность навигации.

**Keywords:** space weather, space, navigation, research, navigation accuracy.

### **Введение.**

Работа посвящена исследованию воздействия космической погоды на информационные средства навигации. Учитывая значительное развитие систем спутниковой навигации и их широкое применение в современном мире,

понимание влияния космической погоды на эти системы является крайне важным. Данный раздел работы имеет целью ознакомить читателя с общей проблематикой и представить основные задачи и цели данного исследования.

### **Цель и задачи работы.**

Целью данного исследования является изучение воздействия космической погоды на информационные средства навигации и выявление потенциальных проблем, которые могут возникнуть в результате этого воздействия. Основные задачи работы включают анализ определения и особенностей космической погоды, изучение информационных средств навигации и их принципов работы, а также оценку взаимосвязи между космической погодой и навигационными системами.

### **Космическая погода.**

Космическая погода — это состояние и изменения в околоземном космическом пространстве, которые могут влиять на технологии и объекты, находящиеся в космосе, а также на жизнь и инфраструктуру на Земле. Она обусловлена физическими процессами в солнечной системе и в космическом пространстве, такими как солнечное излучение, солнечные бури, космические лучи, магнитосферы планет, геомагнитные бури и другие.

Важные аспекты космической погоды включают:

1. Солнечная активность: изменения в активности Солнца, такие как солнечные вспышки и солнечные бури, могут вызывать изменения во внешней атмосфере Земли и повлиять на работу космических аппаратов и систем связи.

2. Геомагнитные бури: эти бури возникают из-за взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой Земли, что может вызывать геомагнитные возмущения и влиять на работу электрических систем, включая сети электропередачи и системы навигации.

3. Космические лучи: это высокоэнергетические частицы, которые идут из космоса. Они могут вызвать повреждения электроники и материалов на космических аппаратах и повлиять на здоровье астронавтов во время космических миссий.

4. Радиационная среда: космическая среда содержит различные формы радиации, которые могут проникать через защитные материалы и влиять на космические аппараты и астронавтов.

5. Межпланетное пространство: Пространство между планетами также может содержать различные опасности, такие как метеороиды и космический мусор, которые могут представлять угрозу космическим миссиям и спутникам Земли.

Изучение и прогнозирование космической погоды имеет важное значение для безопасности космических миссий, защиты космической инфраструктуры и обеспечения нормальной работы технологий, зависящих от космического пространства.

### **Определение и особенности.**

Особенности космической погоды включают:

1. Солнечные вспышки: это внезапные вспышки света на Солнце, сопровождающиеся выбросом энергии и частиц. Солнечные вспышки могут

приводить к увеличению радиации в космосе и на поверхности Земли, что может негативно повлиять на электронику спутников и космических аппаратов.

2. Корональные выбросы массы (СМЕ): это выбросы плазмы и магнитных полей из короны Солнца. При достижении Земли они могут вызывать сильные магнитные бури, которые в свою очередь могут привести к геомагнитным возмущениям и воздействовать на электрические системы и средства связи.

3. Солнечный ветер: это постоянный поток частиц, идущих из Солнца, которые влияют на околоземное пространство. Воздействие солнечного ветра на магнитосферу Земли может вызывать космическую радиацию и создавать условия для полярных сияний.

4. Геомагнитные возмущения: это изменения в магнитном поле Земли, вызванные взаимодействием солнечного ветра с магнитосферой Земли. Геомагнитные возмущения могут приводить к нарушениям в работе спутниковой навигации, а также влиять на работу электропроводки и систем энергоснабжения.

Изучение космической погоды имеет важное значение для обеспечения безопасности и надежности космических миссий, а также для защиты электроники и коммуникационных систем на Земле. Ученые и инженеры стремятся предсказывать и мониторить эти явления, чтобы минимизировать их воздействие на технологии и общество.

#### **Влияние на электромагнитные системы.**

1. Магнитные бури и геомагнитные возмущения: Высокая солнечная активность может вызывать магнитные бури и геомагнитные возмущения в земной магнитосфере. Это может привести к изменениям в магнитном поле Земли, что в свою очередь может вызывать индукцию электрических токов в электрических системах и создавать помехи в работе радиосвязи, навигации и других электронных устройствах.

2. Потоки частиц от солнечного ветра: Во время солнечных вспышек и выбросов массы короны солнца (СМЕ) в космическое пространство могут быть выброшены потоки энергичных частиц. Эти частицы могут воздействовать на космические аппараты, спутники связи и навигации, вызывая радиационные повреждения и выход из строя электроники.

3. Авроральные явления: Возмущения в геомагнитном поле могут вызывать яркие полярные сияния, известные как северное и южное сияние. Эти электромагнитные явления могут воздействовать на радиосвязь и навигационные системы, вызывая помехи и перебои в работе.

4. Геостационарные спутники и космические аппараты: Высокоорбитальные спутники связи, навигации и метеорологии могут быть подвержены воздействию космической погоды, что может привести к временной потере сигнала или даже к выходу из строя электроники на борту.

Для защиты электромагнитных систем от воздействия космической погоды проводятся мониторинг и прогнозирование солнечной активности, разрабатываются системы защиты и управления радиационными рисками, а также создаются стандарты и технологии, учитывающие возможные воздействия космической погоды на электронные устройства.

### **Информационные средства навигации.**

Космическая погода — это состояние околоземного пространства, которое включает в себя различные явления, такие как солнечные вспышки, геомагнитные бури, космические лучи и другие. Эти явления могут оказывать влияние на функционирование и надежность информационных средств навигации, таких как спутниковая навигация (например, GPS, ГЛОНАСС), радиолокационные системы, а также космические аппараты и межпланетные миссии.

Вот некоторые способы, как космическая погода может влиять на информационные средства навигации:

1. Солнечные вспышки и радиационные пояса: Солнечные вспышки и выбросы массы короны могут вызывать увеличение радиационного уровня в околоземном пространстве. Это может привести к временным нарушениям работы спутниковых систем навигации и связи из-за повышенного уровня радиационных шумов и ионизации атмосферы.

2. Геомагнитные бури: Изменения в магнитном поле Земли во время геомагнитных бур могут вызвать ошибки в навигационных данных, особенно при использовании магнитного компаса или инерциальных систем.

3. Космические лучи: Высокоэнергетические частицы космических лучей, проникающие в атмосферу, могут вызывать ошибки и сбои в электронике и программном обеспечении спутниковых систем навигации.

4. Взаимодействие с атмосферой и плазменными облаками: Космические аппараты и спутники могут испытывать сопротивление и изменения траектории из-за взаимодействия с атмосферой Земли, а также с плазменными облаками и ионосферой.

Для снижения влияния космической погоды на информационные средства навигации применяются различные технологии и методы, такие как коррекция данных, усиление защиты электроники и разработка адаптивных алгоритмов. Кроме того, постоянное мониторинг состояния космической погоды позволяет оперативно реагировать на возможные угрозы и минимизировать их последствия.

### **Определение и принцип работы.**

Принцип работы системы мониторинга космической погоды включает в себя следующие шаги:

1. Наблюдение: Специальные космические и наземные аппараты непрерывно собирают данные о параметрах окружающего космического пространства, таких как солнечное излучение, солнечный ветер, магнитное поле Земли и т. д. Кроме того, существуют наземные исследовательские станции и обсерватории, собирающие данные из различных уголков планеты.

2. Анализ и прогнозирование: Полученные данные обрабатываются и анализируются специализированными центрами космического мониторинга. На основе этих данных составляются прогнозы о возможных изменениях в космической погоде в ближайшем будущем.

3. Предупреждение: Полученная информация и прогнозы распространяются на различные организации, такие как космические агентства,

операторы спутниковой связи, авиакомпании и другие заинтересованные структуры. Предупреждения и рекомендации могут содержать информацию о возможных рисках для космических аппаратов, а также о мероприятиях, которые могут быть приняты для снижения негативного воздействия космической погоды на технические системы и человеческое здоровье.

4. Мониторинг и обновление: Прогнозы регулярно обновляются в соответствии с новыми данными, поступающими из космических и наземных источников. Также ведется мониторинг актуальной ситуации в космическом пространстве для оперативного реагирования на возможные изменения.

Таким образом, система мониторинга космической погоды играет важную роль в обеспечении безопасности и надежности работы космических аппаратов, а также в защите нашей планеты от вредного воздействия космических явлений.

#### **Важность надежности и точности.**

1. Безопасность космических полетов: Космическая погода может влиять на безопасность космических полетов, так как высокие уровни солнечной активности и геомагнитные бури могут представлять опасность для астронавтов и оборудования на борту космических аппаратов.

2. Работа спутниковых систем: Спутниковые системы играют ключевую роль в множестве областей, включая навигацию, связь, погоду, картографирование и дистанционное зондирование Земли. Космическая погода может повлиять на работу спутниковых систем, вызывая их временное или длительное отключение, а также снижение качества получаемой информации.

3. Электростатические разряды: Высокие уровни солнечной активности могут привести к возникновению электростатических разрядов в околоземном пространстве, что может повредить космические аппараты и спутники.

4. Солнечные бури: Сильные солнечные бури могут вызывать геомагнитные бури, которые могут повлиять на электрические сети, спутниковые системы, а также на радиосвязь и навигационные системы.

5. Радиационная защита: Космическая погода также имеет значение для защиты космических аппаратов и астронавтов от воздействия космических лучей и радиации.

Для обеспечения надежности и точности прогнозирования космической погоды используются различные наблюдательные и измерительные системы, включая спутники, наземные наблюдения и моделирование. Точные прогнозы космической погоды позволяют принимать эффективные меры для защиты космических аппаратов, обеспечивая безопасность и надежность космических миссий.

#### **Взаимосвязь космической погоды и информационных средств навигации.**

Взаимосвязь между космической погодой и информационными средствами навигации является значимой и влияет на работу различных систем, используемых для навигации и позиционирования. Вот несколько аспектов этой взаимосвязи:

1. Системы глобальной навигации по спутникам (ГНСС): Космическая погода может оказывать влияние на работу систем ГНСС, таких как GPS, ГЛОНАСС, Галилео и Бэйдоу. Сильные солнечные вспышки и геомагнитные бури могут вызывать временные сбои в работе этих систем, что может привести к ошибкам в определении местоположения и позиционирования.

2. Авиационная навигация: Для авиации космическая погода имеет особое значение, так как авиационные системы навигации часто основаны на использовании систем ГНСС. Недостоверные данные ГНСС, вызванные космической погодой, могут повлиять на безопасность полетов и требовать дополнительных мер предосторожности со стороны пилотов.

3. Морская навигация: Космическая погода также влияет на морские системы навигации, включая системы, использующие GPS для определения местоположения судов. Неисправности в работе систем ГНСС, вызванные космической погодой, могут привести к затруднениям в навигации и возможным аварийным ситуациям.

4. Автономные транспортные средства: В современных системах автономного вождения широко используются системы ГНСС для определения местоположения и управления автомобилями. Космическая погода может повлиять на работу этих систем, что может привести к снижению надежности и безопасности автономного движения.

5. Археологические и геодезические исследования: Для археологических и геодезических исследований широко используются геодезические системы, основанные на данных ГНСС. Влияние космической погоды на эти системы может привести к неточностям в определении координат и местоположения объектов.

Таким образом, космическая погода оказывает существенное влияние на работу информационных средств навигации, что подчеркивает важность надежности и устойчивости этих систем в условиях переменной космической среды.

#### **Влияние космической погоды на сигналы спутниковой навигации.**

1. Ионосферные возмущения: Сильные солнечные вспышки и геомагнитные бури вызывают изменения в ионосфере Земли. Это может привести к искажениям и задержкам в прохождении сигналов спутниковой навигации через ионосферу, что может повлиять на точность определения местоположения.

2. Рассеяние и дифракция сигналов: Высокочастотные сигналы, используемые в системах ГНСС, могут подвергаться рассеянию и дифракции при прохождении через атмосферу Земли. Это может вызывать изменения в амплитуде и фазе сигналов, что также может повлиять на точность определения местоположения.

3. Магнитные бури: Геомагнитные бури могут вызывать временные изменения в магнитном поле Земли. Это может привести к искажениям в сигналах спутниковой навигации, особенно в высоких широтах, где магнитное поле более сильно подвержено воздействию солнечных ветров.

4. Сбои в работе спутников: В экстремальных случаях солнечные вспышки и геомагнитные бури могут вызвать временные сбои в работе спутников ГНСС. Это может привести к недоступности или неправильной передаче сигналов, что затрудняет использование систем навигации.

Для снижения влияния космической погоды на сигналы спутниковой навигации, разработчики систем ГНСС применяют различные методы коррекции и компенсации этих воздействий. Это включает в себя использование моделей атмосферных и ионосферных возмущений, а также механизмы коррекции магнитных смещений. Тем не менее, космическая погода остается важным фактором, который следует учитывать при использовании сигналов спутниковой навигации в различных приложениях.

#### **Потенциальные проблемы и их последствия.**

1. Интерференция сигналов: Электромагнитная интерференция от других устройств или электронных систем может привести к искажению или потере сигнала. Это может привести к недостаточной точности навигации или полной потере связи с системой ГНСС.

2. Сбои в работе спутников: Технические сбои в работе спутников или их наземных станций могут привести к временной недоступности сигналов или их искажению. Это может вызвать задержки или ошибки в процессе навигации, особенно если она основана исключительно на данных от ГНСС.

3. Влияние атмосферных условий: Атмосферные явления, такие как грозы или снежные бури, могут влиять на качество и доступность сигналов ГНСС. Это может привести к ухудшению точности навигации или временной потере связи.

4. Вредоносные атаки: Злоумышленники могут осуществлять вредоносные атаки на системы ГНСС, включая подмену сигналов или блокировку доступа к ним. Это может привести к серьезным последствиям, таким как навигационная дезориентация или вред для безопасности транспортных средств.

5. Обновление данных: Устаревшие данные или недостаточная частота их обновления могут привести к ошибкам в навигации. Например, новые дороги или изменения в топографии могут не отображаться на картах, что может сбить с толку пользователей или привести их в непредвиденные ситуации.

6. Неправильное использование: Неправильное использование информационных средств навигации, например, некорректное введение адреса или неправильное интерпретирование данных, также может привести к ошибкам в навигации и возможным последствиям, включая потерю времени или даже аварии.

Для минимизации потенциальных проблем информационных средств навигации важно проводить регулярное обслуживание и обновление программного и аппаратного обеспечения, а также обеспечивать соответствующее обучение и подготовку пользователей. Также необходимо иметь альтернативные методы навигации и планы действий в случае возникновения проблем с ГНСС.

### **Экспериментальное исследование воздействия космической погоды.**

Экспериментальное исследование воздействия космической погоды является ключевым элементом в изучении влияния различных космических явлений на нашу планету и технологии, которые на ней используются, включая информационные средства навигации. Это исследование помогает понять механизмы воздействия космической погоды, выявить потенциальные угрозы и разработать методы защиты от них. Вот некоторые основные аспекты экспериментального исследования воздействия космической погоды:

1. Мониторинг и измерение параметров: в рамках экспериментального исследования проводится мониторинг и измерение различных параметров космической погоды, таких как солнечное излучение, геомагнитные поля, космические лучи и другие. Для этого используются специализированные наземные и космические обсерватории, а также датчики и приборы, установленные на спутниках и космических аппаратах.

2. Корреляция с техническими аномалиями: собранные данные о космической погоде анализируются в связи с возможными техническими аномалиями, которые могут происходить на Земле и в космосе. Это позволяет выявить связь между космическими явлениями и потенциальными проблемами с информационными средствами навигации.

3. Экспериментальное моделирование: для изучения воздействия космической погоды на информационные средства навигации часто используются экспериментальные модели. С их помощью проводятся различные симуляции и тесты, позволяющие оценить потенциальные риски и разработать методы защиты.

4. Идентификация уязвимостей: в процессе экспериментального исследования выявляются уязвимые места и системы в информационных средствах навигации, которые могут быть подвержены негативному воздействию космической погоды. Это позволяет разработать соответствующие меры предосторожности и защиты.

5. Разработка методов защиты: на основе результатов экспериментального исследования разрабатываются методы и средства защиты от воздействия космической погоды. Это могут быть как аппаратные решения, так и программные алгоритмы, направленные на минимизацию рисков и обеспечение надежной работы информационных средств навигации.

В целом, экспериментальное исследование воздействия космической погоды играет важную роль в обеспечении безопасности и надежности информационных средств навигации, а также в развитии методов защиты от потенциальных угроз.

### **Выводы**

1. Космическая погода, такая как солнечные вспышки, геомагнитные бури и радиационные пояса, имеет значительное влияние на работу информационных средств навигации, особенно на системы спутниковой навигации, такие как GPS, ГЛОНАСС и Galileo.

2. Негативные последствия космической погоды включают потерю сигнала, искажение данных и снижение точности позиционирования, что может привести к ошибкам в навигации и серьезным последствиям, особенно в авиации и морском транспорте.

3. Важность надежности и точности информационных средств навигации подчеркивается необходимостью обеспечения безопасности и эффективности транспортных и других систем, зависящих от навигационных данных.

4. Существует необходимость в разработке и внедрении методов и средств защиты от воздействия космической погоды, а также алгоритмов коррекции и фильтрации данных для улучшения надежности и точности систем навигации.

## Литература

1. Пилипенко В.А., Черников А.А., Соловьев А.А., Ягова Н.В., Сахаров Я.А., Кудин Д.В., Костарев Д.В., Козырева О.В., Воробьев А.В., Белов А.В., (2023), Влияние космической погоды на надежность функционирования транспортных систем на высоких широтах, *Russian Journal of Earth Sciences*, – Т. 23, ES2008, 10.2205/2023ES000824.

2. Воробьев А.В., Соловьев А.А., Пилипенко В.А., Воробьева Г.Р. Интерактивная компьютерная модель для прогноза и анализа полярных сияний // *Солнечно-земная физика*. 2022. – Т. 8, № 2. – С. 93-100.

3. Воробьев, А.В. Подход к динамической визуализации разнородных геопространственных векторных изображений / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // *Компьютерная оптика*. – 2024. – Т. 48, № 1. – С. 123-138.

4. Пилипенко, В. А., А. А. Черников, А. А. Соловьев, Н. В. Ягова, Я. А. Сахаров, Д. В. Кудин, Д. В. Костарев, О. В. Козырева, А. В. Воробьев, и А. В. Белов, (2023), Влияние космической погоды на надежность функционирования транспортных систем на высоких широтах, *Russian Journal of Earth Sciences*, – Т. 23, ES2008, 10.2205/2023ES000824.

5. Воробьев А.В., Соловьев А.А., Пилипенко В.А., Воробьева Г.Р. Интерактивная компьютерная модель для прогноза и анализа полярных сияний // *Солнечно-земная физика*. 2022. – Т. 8, № 2. – С. 93-100.

6. Воробьев, А.В. Подход к динамической визуализации разнородных геопространственных векторных изображений / А. В. Воробьев, Г. Р. Воробьева // *Компьютерная оптика*. – 2024. – Т. 48, № 1. – С. 123-138.

УДК 004.932.7

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ  
ЗЕМЛИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕЛЕГАЛЬНОЙ ВЫРУБКИ ЛЕСА НА  
ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

**USING EARTH REMOTE SENSING DATA TO DETECT ILLEGAL  
FOREST LOGGING IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF  
BASHKORTOSTAN**

Калганов А.С., Хабибуллин А.И., Атнабаев А.Ф.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация  
A.S. Kalganov, A.I. Khabibullin, A.F. Atnabaev,  
FSBEI HE «Ufa University of Science and Technology»,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: artem.kalganov.00@mail.ru, ALMAZ204-2@yandex.ru, aaf1981@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию возможностей использования данных дистанционного зондирования земли для выявления случаев нелегальной вырубке леса на территории Республики Башкортостан. Лесные экосистемы представляют собой ценный ресурс, играющий ключевую роль в сохранении биоразнообразия и устойчивом развитии природных сообществ. Однако, нелегальная вырубке леса продолжает оставаться серьезной угрозой для этих экосистем. В данной работе исследуются масштабы нелегальной вырубке в регионе, анализируются методы мониторинга и обнаружения изменений в лесных массивах с использованием космических снимков. Был проведен анализ снимков, полученных с космического аппарата Sentinel-2 L2A, и применению различных вегетационных индексов, таких как NDVI, NDWI, ARVI и NBR. Эти индексы позволяют оценивать состояние растительного покрова, изменения в содержании влаги и повреждения растительности. Применение данных индексов позволяет эффективно выявлять области, где произошли изменения в растительном покрове, такие как вырубке леса или другие формы дефолиации. Результаты данного исследования могут служить основой для разработки эффективных стратегий контроля и предотвращения нелегальной вырубке леса, способствуя сохранению природных ресурсов. Дальнейшее развитие и оптимизация методов анализа данных дистанционного зондирования могут значительно улучшить управление лесными ресурсами и усилить меры по охране окружающей среды.

**Abstract.** The article is devoted to the study of the possibilities of using land remote sensing data to identify cases of illegal logging in the territory of the Republic of Bashkortostan. Forest ecosystems are a valuable resource that plays a key role in the conservation of biodiversity and the sustainable development of natural

communities. However, illegal logging continues to be a serious threat to these ecosystems. This paper examines the scale of illegal logging in the region and analyzes methods for monitoring and detecting changes in forests using satellite images. An analysis was carried out of images obtained from the Sentinel-2 L2A spacecraft and the use of various vegetation indices such as NDVI, NDWI, ARVI and NBR. These indices assess the condition of vegetation cover, changes in moisture content and damage to vegetation. The use of these indices can effectively identify areas where changes in vegetation cover have occurred, such as deforestation or other forms of defoliation. The results of this study can serve as a basis for developing effective strategies to control and prevent illegal logging, contributing to the conservation of natural resources and biodiversity in the region. Further development and optimization of remote sensing data analysis techniques can significantly improve forest management and enhance environmental protection measures.

**Ключевые слова:** нелегальная вырубка леса, дистанционное зондирование земли, вегетационные индексы, NDVI, NDWI, ARVI, NBR.

**Keywords:** illegal logging, remote sensing of land, vegetation indices, NDVI, NDWI, ARVI, NBR.

### **Введение.**

Лесные экосистемы представляют собой ценный ресурс, играющий ключевую роль в сохранении биоразнообразия и устойчивом развитии природных сообществ. Они являются домом для множества видов флоры и фауны, обеспечивая экологическую устойчивость регионов. Однако, нелегальная вырубка леса представляет собой серьезную угрозу для сохранения лесных массивов. В России, как и во многих других странах, проблема нелегальной рубки леса остается актуальной и требует комплексного подхода к решению.

Научные исследования последних десятилетий подтверждают [1-2], что нелегальная вырубка леса имеет негативное воздействие на экосистемы, приводя к сокращению разнообразия видов растительности, деградации почвы и изменению климатических условий. Экономические потери, связанные с нелегальной рубкой, также значительны и могут нанести ущерб национальной экономике. В связи с этим, разработка и внедрение эффективных методов контроля за лесными ресурсами становится приоритетной задачей для устойчивого управления лесными массивами.

Цель исследования заключается в изучении возможностей использования данных дистанционного зондирования земли для выявления случаев нелегальной вырубке леса на территории Республики Башкортостан. Акцент будет сделан на анализе методов обработки данных, а также их применении для выявления и мониторинга незаконной деятельности в лесных участках. Результаты данного исследования могут служить основой для разработки эффективных стратегий контроля и предотвращения нелегальной вырубке леса, способствуя сохранению природных ресурсов и биоразнообразия в регионе.

### **Масштабы незаконной вырубке леса в Республике Башкортостан.**

Проблема нелегальной вырубки леса остается актуальной для Республики Башкортостан, где чёрные лесорубы продолжают свою деятельность, нанося значительный ущерб окружающей среде. В 2023 году этот вид преступлений был особенно заметен, когда Белорецкий район стал лидером по незаконной вырубке леса. В период с января по конец ноября 2023 года правоохранительные органы зафиксировали 281 случай незаконной вырубки лесных насаждений, подпадающий под статью Уголовного кодекса. Это свидетельствует о том, что масштабы незаконной деятельности в лесных массивах региона остаются значительными. Уровень ущерба, наносимого незаконной вырубкой леса, продолжает вызывать серьезные опасения. В 2023 году этот ущерб достиг десятков миллионов рублей. Благодаря систематическим мерам пресечения подобных преступлений, количество случаев и уровень ущерба немного снизились по сравнению с предыдущими годами. Тем не менее, продолжение такой деятельности остается вызывающей тревогу тенденцией. Анти-лидерами по незаконной вырубке леса в регионе стали районы с наибольшим количеством лесных ресурсов, включая Белорецкий, Бурзянский, Учалинский и Нуримановский районы. Это свидетельствует о необходимости усиления мер по контролю за лесными массивами и принятии эффективных мер по предотвращению незаконной вырубки [3].

Эти данные подчеркивают серьезность проблемы нелегальной вырубки леса в Республике Башкортостан и необходимость совместных усилий со стороны правоохранительных органов, властей и общественности для ее решения.

### **Методы обнаружения вырубки лесов.**

Использование космических снимков для мониторинга лесных массивов представляет собой важный инструмент для обнаружения изменений в лесной растительности, включая незаконную вырубку. Одним из основных подходов является сравнение различных снимков с высоким разрешением, сделанных в разные временные периоды [4]. Сравнение разновременных снимков позволяет выявлять значимые различия в лесном покрове. Этот метод основывается на анализе изменений, произошедших между различными периодами наблюдений, что включает в себя и незаконную вырубку леса. Дополнительным методом анализа является исследование спектральных характеристик лесных насаждений. Анализ спектральной отражательной способности позволяет классифицировать лесные участки по их характерным особенностям, что может быть полезно для выявления незаконной вырубки [5].

Для улучшения эффективности обнаружения незаконной вырубки проводится фильтрация аномалий яркости и других характеристик изображений. Однако значительный разброс аномалий требует дополнительной оптимизации алгоритмов обработки данных. Для преодоления указанных вызовов и более точного обнаружения незаконной вырубки леса будут использованы различные вегетационные индексы, которые позволяют более четко выявлять изменения в растительном покрове и их причины.

### **Обнаружение вырубки лесов на снимках с помощью вегетационных индексах.**

Использование космического аппарата Sentinel-2 L2A для мониторинга изменений в лесных экосистемах обусловлено его высокими техническими характеристиками и возможностями в области дистанционного зондирования. Sentinel-2 L2A, предоставляет мультиспектральные изображения с высоким пространственным разрешением. Спутник оснащен мультиспектральным инструментом (MSI), работающим в 13 спектральных каналах, охватывающих видимый, ближний инфракрасный и коротковолновой инфракрасный диапазоны. Это позволяет детально анализировать параметры растительного покрова и проводить точный мониторинг изменений. Эти данные доступны бесплатно, что делает их доступными для широкого круга исследователей.

Для проведения анализа использовались два мультиспектральных снимка, полученных с космического аппарата Sentinel-2 L2A, зарегистрированных над территорией Иглинского района, где производилась вырубка деревьев в течение года (рисунок 1).

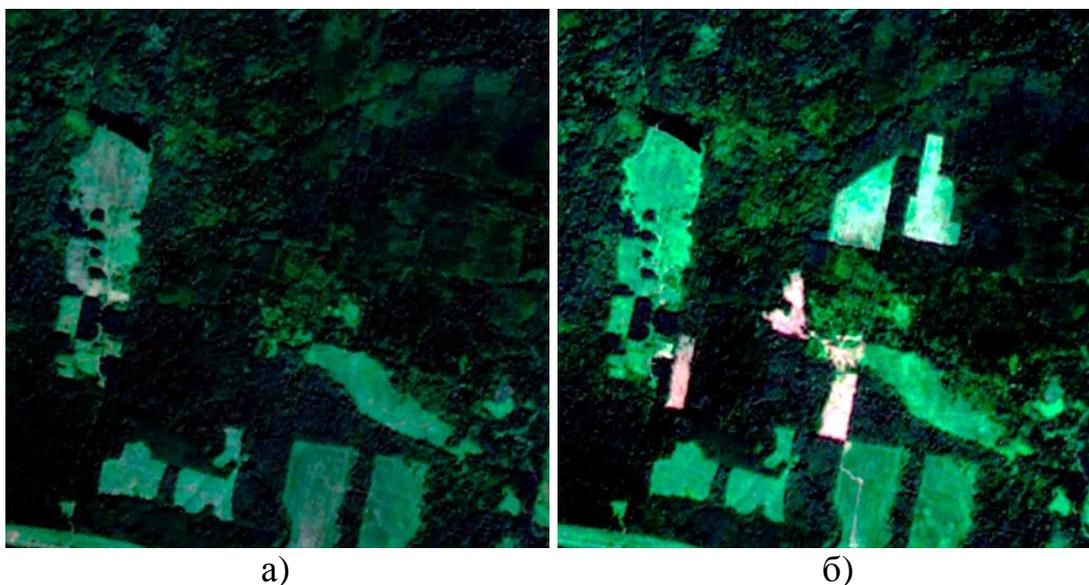


Рисунок 1. Снимки Sentinel-2 L2A: а) 23 август 2022; б) 29 июля 2023

Для анализа изменений и нахождения мест вырубки деревьев на снимках применялся индекс нормализованной разности вегетационного индекса (NDVI), широко используемый в геоинформационном анализе для оценки состояния растительного покрова. NDVI рассчитывается как разность между инфракрасным и видимым спектральными каналами снимков, деленная на их сумму. Этот индекс принимает значения в диапазоне от -1 до 1, где отрицательные значения указывают на отсутствие растительного покрова или сильное повреждение, значения близкие к нулю свидетельствуют о засухе или гололеде, а значения близкие к 1 обозначают плотный и здоровый растительный покров [6].

Применение NDVI индекса позволяет обнаруживать изменения на снимках путем сравнения его значений между различными периодами времени.

Например, при вырубке леса или других формах дефолиации растительного покрова, NDVI индекс обычно снижается из-за потери зеленой биомассы. Это приводит к появлению отрицательных значений NDVI или значительному снижению индекса по сравнению с исходным снимком. Следовательно, анализ разницы в значениях NDVI между двумя снимками позволяет выявить области, где произошли изменения в растительном покрове, такие как вырубка леса (рисунок 2).

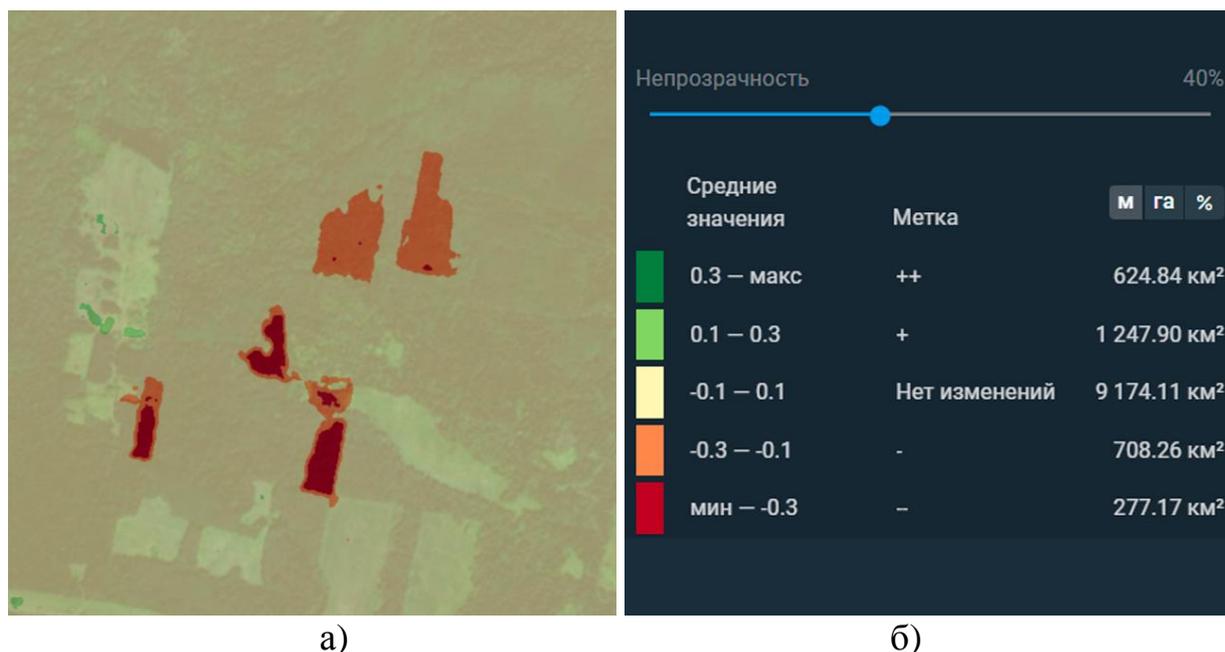


Рисунок 2. Результаты: а) рассчитанный индекс NDVI на заданной территории; б) рассчитанные показатели на снимке

Для анализа изменений на снимках также был применен индекс нормализованной разности водного индекса (NDWI). Этот индекс используется для оценки содержания влаги в растительном покрове и водных объектах [7]. Например, при вырубке леса сопутствующее удаление растительного покрова может повлиять на гидрологический режим района. Это может привести к изменению значений NDWI. Анализ разницы в значениях NDWI между снимками разных временных периодов позволяет выявить области, где произошли изменения в водном режиме, например, в результате дренажа или застройки прибрежных зон (рисунок 3).

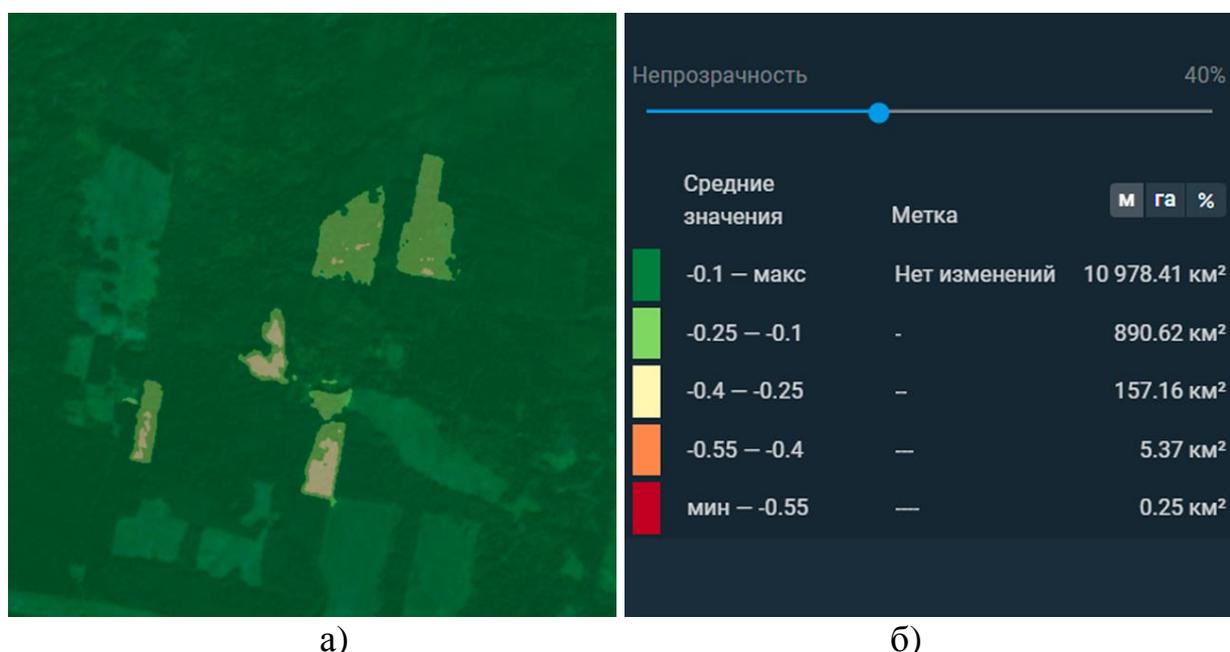


Рисунок 3. Результаты: а) рассчитанный индекс NDWI на заданной территории; б) рассчитанные показатели на снимке

Также для анализа изменений на снимках также был использован индекс относительного аномального вегетационного индекса (ARVI). Значения ARVI также могут варьироваться от -1 до 1. Положительные значения ARVI указывают на более зеленый и более здоровый растительный покров, тогда как отрицательные значения могут свидетельствовать о различных аномалиях, таких как дефолиация или изменения в растительной биомассе. Анализ изменений в значениях ARVI между различными временными периодами может помочь выявить области, где произошли изменения в растительном покрове (рисунок 4).

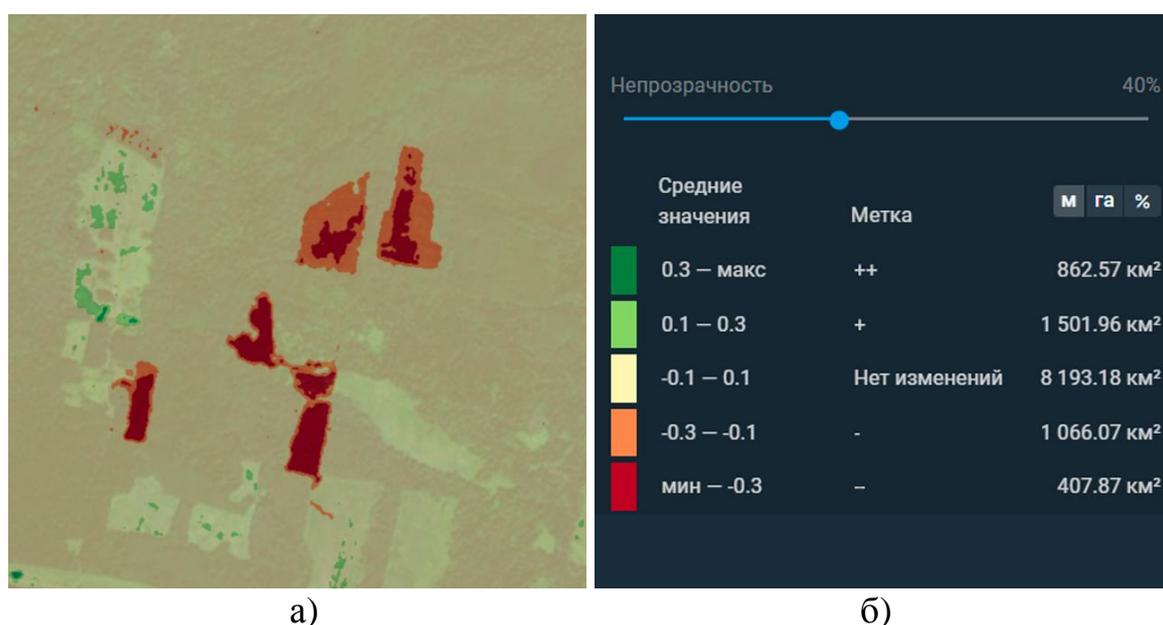


Рисунок 4. Результаты: а) рассчитанный индекс ARVI на заданной территории; б) рассчитанные показатели на снимке

Также для анализа изменений на снимках был использован индекс нормализованной разности яркости (NBR), который широко применяется для обнаружения изменений в растительном покрове. При анализе изменений в значениях NBR между различными временными периодами можно обнаружить области, где произошли изменения в растительном покрове из-за потери биомассы и изменений в структуре растительного покрова. Таким образом, анализ разницы в значениях NBR между двумя снимками позволяет выявить области, где произошли изменения в растительном покрове, такие как вырубка леса или другие формы дефолиации растительности (рисунок 5).

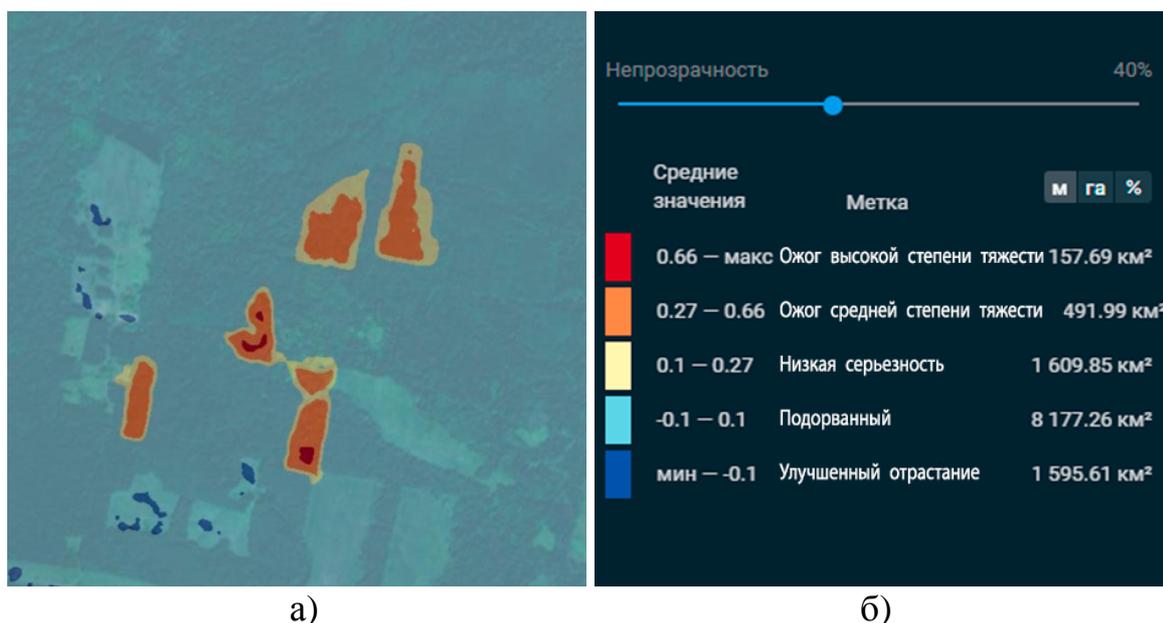


Рисунок 5. Результаты: а) рассчитанный индекс NBR на заданной территории; б) рассчитанные показатели на снимке

Для обнаружения вырубки леса более подходящими могут быть индексы, такие как NDVI, NDWI, ARVI и NBR, которые учитывают изменения в зеленой биомассе, воде и степени повреждения растительного покрова.

## Выводы

В данном исследовании рассмотрены методы использования данных дистанционного зондирования для обнаружения нелегальной вырубки леса на территории Республики Башкортостан. Нелегальная вырубка леса остается серьезной проблемой, наносящей значительный ущерб окружающей среде и экономике региона.

Основные методы включают использование космических снимков высокого разрешения и различных вегетационных индексов (NDVI, NDWI, ARVI, NBR), позволяющих выявлять изменения в растительном покрове. Эти подходы предоставляют важную информацию для разработки стратегий контроля и предотвращения незаконной деятельности.

Мониторинг лесных массивов с помощью дистанционного зондирования имеет большой потенциал для обеспечения устойчивого управления лесными ресурсами. Актуальность темы обусловлена необходимостью сохранения природных экосистем и устойчивого развития.

Таким образом, развитие методов анализа данных дистанционного зондирования является важным шагом в направлении устойчивого управления лесными ресурсами и сохранения природных экосистем.

## Литература

1. Рубцова М.В. ВЫРУБКА ЛЕСОВ КАК ОДНА ИЗ ВАЖНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОСТИ: ПРОКУРОРСКО-НАДЗОРНЫЙ АСПЕКТ // The Scientific Heritage. 2021. №63-5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyrubka-lesov-kak-odna-iz-vazhnyh-problem-sovremennosti-prokurorsko-nadzornyy-aspekt> (дата обращения: 11.05.2024).
2. Рогозин, М. Ю. Вырубка лесов — экологическая катастрофа / М. Ю. Рогозин, Е. С. Картамышева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 51 (185). — С. 124-128. — URL: <https://moluch.ru/archive/185/47436/> (дата обращения: 12.05.2024).
3. В Башкирии зафиксированы сотни случаев незаконной вырубки леса [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://mkset.ru/news/2023-12-29/v-bashkirii-zafiksirovany-sotni-sluchaev-nezakonnoy-vyrubki-lesa-3143117> (Дата обращения: 08.05.2024).
4. Шумаков Ф.Т., Толстохатко В.А., Тарнопильская Н.П. Возможности использования космических снимков для решения задач мониторинга лесов // ВЕЖПТ. 2012. №11 (56). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-kosmicheskikh-snimkov-dlya-resheniya-zadach-monitoringa-lesov> (дата обращения: 10.05.2024).
5. Терехин Э. А. Исследование связи между спектральными отражательными свойствами лесных насаждений Белгородской области и их лесотаксационными параметрами // Региональные геосистемы. 2010. №21 (92). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-svyazi-mezhdu-spektralnymi-otrazhatelnymi-svoystvami-lesnyh-nasazhdeniy-belgorodskoy-oblasti-i-ih-lesotaksatsionnymi> (дата обращения: 12.05.2024).
6. Комаров А.А. Оценка состояния травостоя с помощью вегетационного индекса NDVI // Известия СПбГАУ. 2018. №2 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-travostoya-s-pomoschyu-vegetatsionnogo-indeksa-ndvi> (дата обращения: 13.05.2024).
7. Нормализованный индекс разницы воды (NDWI) [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://eos.com/make-an-analysis/ndwi/> (Дата обращения: 13.05.2024).

УДК 004.8

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ТАРГЕТИРОВАННОЙ РЕКЛАМЫ

### USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR TARGETED ADVERTISING

Клюка Д.И.,

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет  
им. М. Акмуллы», г. Уфа, Российская Федерация

Научный руководитель: О.Г. Старцева

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет  
им. М. Акмуллы»,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий,  
г. Уфа, Российская Федерация

D.I. Klyuka,

Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
Ufa, Russian Federation

Scientific supervisor: O.G. Startseva

Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of  
Information Technology, Ufa, Russian Federation

e-mail: klyuka04@list.ru, starcevaog@mail.ru

**Аннотация.** В данной исследовательской статье рассматривается роль искусственного интеллекта (ИИ) в сфере рекламного таргетинга и его влияние на эффективность маркетинговых стратегий. Проводится обширный анализ применения различных технологий ИИ, таких как машинное обучение, глубокое обучение и аналитика больших данных, в рамках рекламных кампаний. Результаты исследования показывают, что успешное внедрение ИИ позволяет компаниям повысить коэффициент конверсии, снизить расходы и предоставлять персонализированные предложения клиентам. Наряду с очевидными преимуществами использования ИИ в рекламе, поднимаются важные этические вопросы, касающиеся защиты персональных данных потребителей, соблюдения норм цифровой этики и обеспечения прозрачности обработки данных. Отмечается пассивный подход некоторых компаний к вопросам безопасности данных и ответственности за их обработку, что требует более серьезного внимания и регулирования. В заключение, предлагаются дальнейшие направления исследований, включая углубленное изучение психологических аспектов взаимодействия с потребителями при использовании ИИ, а также разработку эффективных методов обеспечения прозрачности и контроля за обработкой данных. Подчеркивается необходимость соблюдения баланса между инновациями и социальными аспектами для устойчивого развития данного направления.

**Abstract.** This research article examines the role of artificial intelligence (AI) in the field of advertising targeting and its impact on the effectiveness of marketing strategies. An extensive analysis of the application of various AI technologies, such as machine learning, deep learning and big data analytics, is carried out within the framework of advertising campaigns. The results of the study show that the successful implementation of AI allows companies to increase conversion rates, reduce costs and provide personalized offers to customers. Along with the obvious advantages of using AI in advertising, important ethical issues are being raised regarding the protection of consumer personal data, compliance with digital ethics standards and ensuring transparency of data processing. The passive approach of some companies to data security and responsibility for their processing is noted, which requires more serious attention and regulation. In conclusion, further research directions are proposed, including an in-depth study of the psychological aspects of interaction with consumers when using AI, as well as the development of effective methods to ensure transparency and control over data processing. The need to maintain a balance between innovation and social aspects for the sustainable development of this area is emphasized.

**Ключевые слова:** Искусственный интеллект, рекламный таргетинг, маркетинг, машинное обучение, аналитика больших данных, персонализация рекламы.

**Keywords:** Artificial intelligence, advertising targeting, marketing, machine learning, big data analytics, advertising personalization.

С развитием технологий и расширением цифрового пространства, рекламодатели сталкиваются с растущим объемом данных, который требует более интеллектуального и адаптивного анализа в соответствии с изменениями в поведении потребителей. В этом контексте использование искусственного интеллекта (ИИ) в рекламном таргетинге выступает как ключевой фактор, способствующий более точному и эффективному взаимодействию с целевой аудиторией.

Согласно исследованиям [1], алгоритмы искусственного интеллекта уже активно используются в маркетинге, определяя оптимальные места для размещения рекламы и оптимизируя маркетинговые стратегии. Однако, вопросы эффективности, этики и возможностей дальнейшего развития данного направления требуют более глубокого рассмотрения. К тому же существующие исследования часто ограничиваются обзором применения ИИ в рекламе, не углубляясь в анализ конкретных методов и их воздействия на результаты рекламных кампаний. Данная статья направлена на исследование технологий и методов использования ИИ в рекламном таргетинге с целью выявления их влияния на эффективность маркетинговых стратегий.

Целью данной статьи является проведение обширного анализа применения искусственного интеллекта в рекламном таргетинге с учетом

различных технологий и их воздействия на результаты рекламных кампаний. Для достижения данной цели ставятся следующие задачи:

1. Рассмотреть основные технологии искусственного интеллекта, используемые в рекламном таргетинге.
2. Провести анализ результатов рекламных кампаний, основанных на применении ИИ.
3. Исследовать этические аспекты использования искусственного интеллекта в рекламе.
4. Сформулировать предложения для дальнейших исследований и практического применения ИИ в рекламном таргетинге.

В ходе научного исследования был произведен обширный анализ научно-исследовательской литературы, специализированные публикации и статьи, а также данные успешных компаний, интегрирующих искусственный интеллект в рекламные кампании, что позволило определить ключевые понятия, термины и тенденции в области искусственного интеллекта и его применения. Осуществлено сопоставление различных подходов и методов применения искусственного интеллекта, выделение общих черт и особенностей, а также выявление эффективности таких решений.

Эти методы обеспечили комплексный взгляд на проблему, позволяя не только определить ключевые аспекты внедрения искусственного интеллекта в рекламный таргетинг, но и предоставить научное обоснование исследовательских результатов.

Согласно работе ученых Минг-Хуэй Хуанг и Роналда Раста, искусственный интеллект определяется как механизм, копирующий человеческий интеллект в вычислительной и цифровой форме. Он предназначен для имитации или превосходства человеческих способностей, таких как выполнение механических или мыслительных задач. Отличительной чертой ИИ в данном контексте является его способность обучаться на основе данных и адаптироваться автономно со временем, что различает его от более ранних технологий [4].

На данный момент рекламная индустрия становится ключевым местом применения искусственного интеллекта. Крупные компании, такие как Яндекс и Сбер, активно инвестируют в элементы, делающие их рекламные предложения уникальными и эффективными на рынке. Применение искусственного интеллекта в рекламе существенно меняет способы взаимодействия рекламодателей с целевыми потребителями, переворачивая традиционные парадигмы таргетированного маркетинга [2].

Основными технологиями искусственного интеллекта, применяемыми в рекламном таргетинге, являются машинное обучение, глубокое обучение, компьютерное зрение и обработка естественного языка. Машинное обучение позволяет алгоритмам самостоятельно обучаться на больших массивах данных, что позволяет более эффективно выявлять закономерности и предпочтения потребителей. Глубокое обучение, основанное на концепции искусственных нейронных сетей, также играет важную роль, особенно в задачах распознавания образов и анализа контента.

Согласно [3], спешные компании всегда стремятся оставаться впереди конкурентов, и в этом им помогают маркетинговые инструменты, основанные на искусственном интеллекте. Машинное обучение и глубокое обучение в маркетинге с ИИ применяются для автоматизации задач, увеличения коэффициента конверсии и снижения расходов. В основном выделяются такие сферы применения, как индивидуализация предложений, предиктивная аналитика и генерация контента.

Выявлено, что аналитика больших данных в сочетании с платформами искусственного интеллекта обеспечивает более глубокий анализ данных о потребителях, что позволяет компаниям принимать продуманные и релевантные бизнес-решения [4]. Искусственный интеллект в маркетинге эффективно использует машинное обучение и глубокое обучение для адаптации стратегий маркетинговых инициатив в режиме реального времени.

Выделенные тенденции также позволяют сравнить маркетинг с использованием искусственного интеллекта с традиционным маркетингом. Оба направления имеют общие цели, такие как привлечение и удержание клиентов, однако использование ИИ-маркетинга предоставляет преимущества в автоматизации и персонализации в реальном времени. В то время как традиционный маркетинг ориентирован на человеческий анализ и индивидуальный подход. ИИ-маркетинг активно использует алгоритмы машинного обучения для интерпретации данных, обеспечивая более быстрое и эффективное принятие решений [4].

Этические аспекты использования искусственного интеллекта в рекламе представляют собой важное направление рассмотрения, так как рост применения ИИ в этой области вносит изменения в способы взаимодействия между брендами и потребителями.

Многие руководители компаний в целом осознают нехватку использования ИИ в бизнесе и указывают на недостаток кадров и низкое качество исходных данных как основные причины этого явления [5].

В таком случае встает важный этический вопрос отношения к защите персональных данных клиентов. В исследовании [5] выявлено, что руководители проявляют пассивный подход к этому вопросу, считая, что проблемы защиты персональных данных в условиях использования ИИ становятся все более сомнительными, и предполагают, что государство должно заниматься этим вопросом. Такое мнение, несомненно, вызывает вопросы об уровне ответственности компаний за обработку и защиту данных своих клиентов.

В свете этических рассуждений также важно обращать внимание на вопросы цифровой этики в рекламе. Проблемы достоверности информации, фейков, которые могут искажать рыночные тенденции, а также вопросы разрушения приватности жизни потребителей при давлении персонализированного маркетинга – все это требует серьезного внимания и регулирования.

Развитие технологий и активное внедрение искусственного интеллекта в рекламный таргетинг оказывают значительное влияние на маркетинговые

стратегии и взаимодействие с целевой аудиторией. Обсудим ключевые аспекты, выявленные в ходе проведенного исследования, и их влияние на рекламную индустрию.

1. Основные технологии искусственного интеллекта в рекламном таргетинге:

В ходе анализа были выделены основные технологии, используемые в рекламном таргетинге, такие как машинное обучение, глубокое обучение и аналитика больших данных. Эти технологии позволяют автоматизировать процессы анализа данных о потребителях, оптимизировать стратегии таргетированной рекламы и предоставлять персонализированные предложения.

2. Анализ результатов рекламных кампаний, основанных на применении ИИ:

Результаты исследования подтверждают, что компании, успешно интегрирующие искусственный интеллект в рекламные кампании, достигают повышенной эффективности. Машинное обучение и глубокое обучение обеспечивают автоматизацию задач, увеличивают коэффициент конверсии и способствуют снижению расходов. Эти положительные результаты подтверждают перспективы использования ИИ в рекламе.

3. Этические аспекты использования ИИ в рекламе:

Важным аспектом обсуждения становятся этические вопросы, связанные с применением искусственного интеллекта в рекламе. Защита персональных данных и вопросы цифровой этики требуют внимания и дальнейшего обсуждения для обеспечения безопасного использования ИИ в рекламе.

4. Предложения для дальнейших исследований и практического применения ИИ в рекламном таргетинге:

Для дальнейшего развития области рекламного таргетинга с применением искусственного интеллекта предлагается углубленное исследование психологических аспектов взаимодействия с потребителями. Также важно продолжить работу по разработке эффективных методов обеспечения прозрачности и контроля за обработкой данных, а также учесть ожидания и опасения общества от использования ИИ в рекламе.

## **Выводы**

В заключение, исследование роли искусственного интеллекта в рекламном таргетинге подчеркивает его значительный вклад в современную маркетинговую стратегию. Рост применения искусственного интеллекта в рекламном таргетинге открывает новые перспективы. Эффективность кампаний улучшается благодаря автоматизации и персонализации, но вызывает вопросы относительно этичности использования ИИ. Внимание к защите данных и соблюдению нормативов является ключевым фактором для устойчивого развития этого направления. Для будущих исследований важно сосредотачиваться на балансе между инновациями и социальными аспектами, чтобы обеспечить успешное внедрение искусственного интеллекта.

## Литература

1. Громов Николай Дмитриевич, Ольховников Алексей Валерьевич ТЕХНОЛОГИИ ТАРГЕТИНГОВОЙ РЕКЛАМЫ // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2021. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-targetingovoy-reklamy> (дата обращения: 19.02.2024).
2. Шевченко Дмитрий Анатольевич, Крюкова Елена Михайловна, Зеленов Владимир Владимирович, Галстян Владислав Вадимович Использование возможностей искусственного интеллекта в рекламе // Практический маркетинг. 2024. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-vozmozhnostey-iskusstvennogo-intellekta-v-reklame> (дата обращения: 25.02.2024).
3. Бронников М.А. Применение искусственного интеллекта в маркетинге // Экономика и социум. 2022. №6-1 (97). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-marketinge> (дата обращения: 25.02.2024).
4. Хачатурян, К. С. Искусственный интеллект в маркетинге как новая концепция и бизнес-возможность для повышения эффективности компаний / К. С. Хачатурян, С. В. Пономарева, Н. В. Корюшов // Вестник евразийской науки. 2023. — Т. 15. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/55ECVN323.pdf> (дата обращения: 25.02.2024).
5. Герасименко Валентина Васильевна Цифровая этика применения искусственного интеллекта в бизнесе: осознание новых возможностей и рисков // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-etika-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-biznese-osoznanie-novyh-vozmozhnostey-i-riskov> (дата обращения: 26.02.2024).

УДК 004.9

### **АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ПРОФСОЮЗНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА**

### **ANALYSIS OF THE USE OF METHODS AND ALGORITHMS IN SOLVING THE PROBLEM OF PROJECT MANAGEMENT ORGANIZATION OF UNIVERSITY STUDENTS**

Кублицкая А.М., Султанова С.Н.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация  
А.М. Kublitskaya, S.N. Sultanova,  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Ufa University of Science and Technology»,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: tonia\_kublicka@mail.ru, s.n.svetlana@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена анализу использования методов и алгоритмов для решения задач по планированию и организации мероприятий профсоюзной организации студентов университета. В статье описана деятельность первичной профсоюзной организации студентов университета, ее направления и виды информационных работ. Профсоюзные организации студентов занимают неотъемлемую часть молодежной политики, они постоянно стремятся к развитию и инновациям, выступая фактором развития социальной компетентности молодежной политики. Описана проблематика и актуальность проводимого исследования и анализа на основании существующих методов, используемых при планировании и организации работ. В работе рассматриваются различные методы управления проектами, применимые для профсоюзной организации и ее деятельности, а также в дальнейшем использовании при разработке информационно-аналитической системы управления проектами первичной профсоюзной организации студентов университета. Описаны алгоритмы рассмотренных методов. Приведен анализ и обоснован выбор одного из возможных методов, наиболее подходящих при планировании и организации мероприятий университета, который можно использовать при разработке информационной системы управления проектами первичной профсоюзной организации студентов университета. Правильно подобранный метод и алгоритм позволит не только вести учет членов профсоюзной организации студентов и следить за процентом вступления в профсоюз, но и контролировать все этапы планирования и организации мероприятий, организуемых студентами под руководством первичной профсоюзной организацией студентов.

**Abstract.** This article is devoted to the analysis of the use of methods and algorithms for solving problems in planning and organizing events of the trade union organization of university students. The article describes the activities of the primary trade union organization of university students, its directions and types of information work. Student trade union organizations occupy an integral part of youth policy; they constantly strive for development and innovation, acting as a factor in the development of social competence of youth policy. The problems and relevance of the ongoing research and analysis are described based on existing methods used in planning and organizing work. The work discusses various project management methods applicable to the trade union organization and its activities, as well as their further use in the development of an information and analytical project management system for the primary trade union organization of university students. The algorithms of the considered methods are described. An analysis is given and the choice of one of the possible methods most suitable for planning and organizing university events is given, which can be used in the development of an information

system for project management of the primary trade union organization of university students. A correctly selected method and algorithm will allow not only to keep records of members of the student trade union organization and monitor the percentage of joining the union, but also to control all stages of planning and organizing events organized by students under the leadership of the primary student trade union organization.

**Ключевые слова:** управление проектами, профсоюзная организация, метод критического пути, метод PERT, метод Ганта.

**Keywords:** project management, trade union organization, critical path method, PERT method, Gantt method.

### **Введение.**

Развитие первичной профсоюзной организации в университете является важной частью системы студенческого самоуправления. И на сегодняшний день одной из главных задач первичной профсоюзной организации студентов – развитие студенчества, воспитание студентов путем привлечения их к активной общественно-полезной деятельности и созданию условий для получения полноценного высшего профессионального образования.

Профсоюзная деятельность разнообразна, состоит из разных направлений: организационной и социальной работы, культурно-массового и спортивного направления, обучение профсоюзного актива и т.д. Она играет важную роль в стенах университета, занимается развитием студенчества, что очень важно для достижения хороших показателей среди всех университетов и для развития самого университета.

Профсоюзные организации основаны на информационной работе: ведение базы данных студентов вуза, информационно-методическом обеспечении деятельности профкома (подготовка инструкций, справочников, бланков по разным вопросам профсоюзной работы), организации «обратной связи»: анкетирование и социальные опросы, организация консультаций студентов, прием их заявлений и обращений, проведения мероприятий и т.д.

В профсоюзных организациях независимо от предприятия очень много информационной работы, а в образовательных учреждениях еще больше в связи с тем, что помимо сотрудников туда входят и студенты, профсоюзная организация состоит из профкома сотрудников и профкома студентов. В нашем университете после объединения двух больших ВУЗов (Башкирский Государственный Университет и Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет) произошло объединение двух профсоюзных организаций и увеличение количества членов профсоюза и профсоюзных бюро, следовательно, и информационной работы увеличилось почти в два раза, что вызвало ряд проблем.

Студентов и профсоюзных бюро стало намного больше, сотрудникам становится тяжелее успевать отслеживать мероприятия, реализуемые

профсоюзными бюро, и работа по членству в профсоюз, стала занимать очень много времени.

Автоматизация управления проектами позволит сотрудникам намного быстрее и проще работать с организацией и учетом мероприятий, а также позволит более оптимально работать с членством студентов. Система положительно повлияет на качество работы с членством в профсоюз и позволит в последующем увеличивать процент вступаемости в профсоюз. Для того чтобы организовать любое из мероприятий нужно учитывать вид мероприятия, его место, дату и время, не нарушая учебный процесс – это достаточно сложный процесс, который невозможно реализовывать без согласования, утверждения и контроля многих отделов. Мероприятия, организуемые студентами под руководством первичной профсоюзной организацией студентов, будут проходить процесс согласования и контроля эффективнее и быстрее за счет информационно-аналитической системы управления проектами первичной профсоюзной организации университета.

В данной статье рассмотрим методы и алгоритмы, которые можно использовать для решения задач по планированию и организации мероприятий профсоюзной организации студентов университета.

#### **Управление проектами.**

Управление проектами позволяет пройти путь от точки А к точке по оптимальному для организации маршруту. Управление проектами фокусирует на конкретной цели, помогает правильно распределить ресурсы и своевременно получить желаемый результат.

Проект – это уникальное объединение целей и проблем, процессов и ресурсов, направленных на то, чтобы за определенный промежуток времени достичь ожидаемых результатов [1].

Задачи, которые можно решить с помощью методов управления проектами:

- управлять целями проекта;
- правильно расходовать бюджет;
- определять сроки реализации проекта;
- распределять задачи и назначать за них ответственных;
- предусматривать возможные проблемы, накладки и прочее;
- вести контроль за процессами реализации проекта;
- налаживать эффективную коммуникацию между участниками

проекта.

#### **Метод критического пути.**

Метод критического пути основан на определении критического пути – последовательности задач, которая определяет минимальное время выполнения проекта. Он позволяет оптимизировать распределение ресурсов и управлять временными ограничениями. Метод критического пути также позволяет выявить задачи, которые могут задержать выполнение проекта, и принять меры по их устранению.

Алгоритм метода [2]:

### 1. Составление списка задач/работ.

На этом этапе нужно составить список всех работ, которые нужно выполнить для завершения проекта. Самый простой способ – это использовать структуру разбивки работ. Метод предполагает, что проект и его части последовательно дробят на более мелкие компоненты.

### 2. Поиск зависимостей.

Данный этап помогает установить правильный порядок выполнения работ. Для этого нужно определить связь работ между друг другом и последовательность их выполнения.

### 3. Построение сетевой диаграммы.

Этап позволяет увидеть план проекта. Сетевая диаграмма – визуализация порядка выполнения задач, основанная на зависимостях. У неё всегда есть начальная задача – её выполняют первой, и конечная задача – её выполняют последней.

### 4. Расчёт времени.

На этом этапе предполагают, сколько времени займёт выполнение каждой операции, и указывают это на сетевой диаграмме.

Время можно указывать в часах, днях, неделях – в зависимости от того, сколько будет длиться проект. Желательно назначить общую единицу измерения: например, указывать время для всех задач только в часах.

### 5. Определение критического пути.

Алгоритм для вычисления критического пути:

1) Запишите время начала и завершения каждой работы.

Время начала первой работы равно 0, а время завершения соответствует её продолжительности.

Время начала следующей работы соответствует времени завершения предыдущей работы, а время завершения равно времени начала плюс продолжительность.

Продельваем это вычисление со всеми работами.

2) Для того, чтобы определить продолжительность всей последовательности, возьмите время завершения последней работы в последовательности.

3) Последовательность работ с наибольшей продолжительностью и есть критический путь.

### **Метод PERT.**

Метод PERT (Program Evaluation and Review Technique) основан на оценке времени выполнения задач и определении вероятности завершения проекта в заданные сроки [3]. Он позволяет учесть неопределенность и риски, связанные с выполнением задач, и принять меры по их управлению. Метод PERT также позволяет оптимизировать использование ресурсов и управлять сроками выполнения задач.

Для построения диаграммы необходимо:

1. Определить состав работ и способы их исполнения. Каждая вершина графа – отдельная задача – круг или прямоугольник на схеме.

2. Построить потоки событий, то есть определить последовательность выполнения задач. Стрелка от вершины 1 к вершине 2 означает, что прежде, чем начнется событие 2 должно завершиться событие 1. На схеме могут появляться параллельные цепочки, когда завершение одной задачи позволяет начать несколько других, не зависящих друг от друга. Но в конце графа все цепочки снова должны сойтись к одной вершине графа.

3. Достаивание горизонтального графика с указанием времени выполнения проекта в днях или неделях. Определяются вехи, такие события, без выполнения которых невозможно дальнейшее продолжение работ.

В каждой рамке отображается операция или задача проекта. В каждой рамке семь секций с разной информацией о задаче:

- В прямоугольнике посередине отображается номер или название задачи.

- В верхней левой рамке отображается раннее начало (Early Start, ES), самый ранний срок начала выполнения задачи.

- В верхней средней рамке отображается продолжительность выполнения задачи, рассчитанная по методу PERT.

- В верхней правой рамке отображается раннее окончание (Early Finish, EF), самый ранний срок окончания выполнения задачи.

- В нижней правой рамке отображается позднее окончание (Late Finish, LF), самый поздний срок окончания выполнения задачи.

- В нижней средней рамке отображается резерв времени для выполнения задачи без влияния на дату окончания проекта.

- В нижней левой рамке отображается позднее начало (Late Start, LS), самый поздний срок начала выполнения задачи.

### **Метод Ганта.**

Метод Ганта основан на представлении плана в виде графика, где по горизонтальной оси отображается календарное время, а по вертикальной оси – задачи и их продолжительность. Этот метод позволяет наглядно представить распределение задач во времени и контролировать прогресс выполнения. Метод Ганта также позволяет оптимизировать использование ресурсов и управлять сроками выполнения задач.

Диаграммы Ганта – это инструмент управления проектами, иллюстрирующий то, как выполняется запланированная работа с течением времени. Обычно она состоит из двух частей: в левой части приведен список заданий, а в правой – временная шкала с полосами, которые изображают работу. Диаграмма Ганта также может включать даты начала и завершения заданий, контрольные точки, зависимости между заданиями и исполнителей.

Для построения диаграммы необходимо выбрать программу, которая подходит для построения графиков, решения задач и состава команды. Основные программы, в которых можно построить диаграмму Ганта: MS Project, Google Spreadsheets, GanttPRO [4].

Обобщенный алгоритм составления диаграммы:

1. Установить шаблон.

2. Написать список задач по проекту.
3. Указать даты начала и окончания работ.
4. Добавить все сроки для каждой задачи.
5. Добавить исполнителей и статусы задач.

### **Использование метода Ганта**

При планировании мероприятия важно отслеживать процесс выполнения задач. Метод Ганта подходит для планирования мероприятия, так как наглядно представляет результат выполненных задач, а также удобно отображает последовательность всех задач по организации мероприятия.

В организации мероприятие множество задач, которые делаются чаще всего последовательно друг за другом, именно поэтому диаграмма Ганта лучше отобразит планирование мероприятия.

Алгоритм составления диаграммы Ганта при планировании мероприятия:

1. Составление задач.
2. Составление дедлайнов для каждой задачи.
3. Распределение ответственностей между задачами.
4. Добавление статуса задач.
5. Изменения статуса каждой задачи при подготовке к мероприятию.

### **Выводы**

В данной статье представлены три метода управления проектами первичной профсоюзной организации: метод критического пути, метод Pert и метод Ганта. Рассмотрены алгоритмы и описание всех трех методов.

Проведенный анализ показал, что с точки зрения размеров, численности университета и направления деятельности профсоюзной организации студентов наиболее подходящим методом для планирования мероприятия можно считать метод Ганта. Он наиболее наглядно представляет результаты выполненных задач и удобно отображает последовательность всех задач по организации мероприятия. В организации мероприятия решаются множество задач, которые делаются чаще всего последовательно друг за другом, именно поэтому диаграмма Ганта лучше отобразит планирование не только мероприятия, но и позволит составить календарь запланированных мероприятий на учебный год.

### **Литература**

1. Худенко Д. Школа PM. URL: <https://worksection.com/blog/basic-project-management-principles-for-absolute-beginners.html> (дата обращения 20.03.2024).
2. Сухотерин, П. А. Методы составления расписания проекта / П. А. Сухотерин // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. 2014. – № 38. С.79–88.
3. Сооляттэ А.Ю. Управление проектами в компании: методология, технологии, практика: учебник. - М.: Московский финансово-промышленный университет "Синергия". 2012. С.816. (Академия бизнеса).

4. Оптимизация времени и ресурсов: экономико-математические модели и методы календарного планирования. URL: <https://nauchniestati.ru/spravka/ekonomiko-matematicheskie-modeli-i-metody-kalendarnogo-planirovaniya/> (дата обращения: 27.03.2024)

УДК 004.067

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА СРЕДСТВА РЕГИСТРАЦИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

### **THE IMPACT OF SPACE WEATHER ON DATA RECORDING AND TRANSMISSION FACILITIES**

Курочкин И. М., Нуриев А.М., Зигангирова Ю.В.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация  
I.M. Kurochkin, A.M. Nuriev, Yu.V. Zigangirova,  
FSBEI HE “Ufa University of Science and Technology”,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: Kurockinivan0@gmail.com

**Аннотация.** Воздействие космической погоды на средства регистрации и передачи данных является существенным аспектом современных технологий. Этот обзор исследует влияние различных аспектов космической погоды, таких как солнечные вспышки и геомагнитные бури, на работу и надежность средств регистрации и передачи данных. На основе собранной информации из различных источников и существующих исследований, анализируются потенциальные угрозы и риски, которые могут возникнуть для систем связи, спутниковой навигации и других технических устройств. Также рассматриваются методы прогнозирования космической погоды и меры защиты, которые могут быть приняты для смягчения негативных последствий на работу средств регистрации и передачи данных. Понимание этих факторов играет важную роль в обеспечении надежности и эффективности современных технологий, используемых в различных отраслях, от космической до коммуникационной.

Этот обзор также подчеркивает необходимость дальнейших исследований в области воздействия космической погоды на средства регистрации и передачи данных, особенно в контексте быстро развивающихся технологий. Дополнительные исследования могут способствовать разработке более точных методов прогнозирования и более эффективных мер защиты от негативных воздействий космической погоды. Подобные улучшения могут значительно повысить надежность операционной деятельности систем связи, навигации и других технических устройств в условиях переменной

космической среды. В конечном итоге, этот обзор показывает, что глубокое понимание воздействия космической погоды на средства регистрации и передачи данных не только необходимо для обеспечения безопасности и эффективности современных технологий, но и является ключевым аспектом для дальнейшего прогресса в различных областях науки и промышленности

**Abstract.** The impact of space weather on data recording and transmission facilities is a significant aspect of modern technology. This review examines the impact of various aspects of space weather, such as solar flares and geomagnetic storms, on the performance and reliability of data acquisition and transmission facilities. Based on collected information from various sources and existing research, potential threats and risks that may arise for communication systems, satellite navigation and other technical devices are analyzed. Space weather forecasting techniques and protective measures that can be taken to mitigate negative impacts on the operation of data acquisition and transmission facilities are also discussed. Understanding these factors plays an important role in ensuring the reliability and efficiency of modern technologies used in various industries, from space to communications.

This review also highlights the need for further research into the impact of space weather on data acquisition and communication facilities, especially in the context of rapidly evolving technologies. Additional research could help develop more accurate forecasting methods and more effective defenses against the negative impacts of space weather. Such improvements can significantly increase the operational reliability of communication systems, navigation and other technical devices in a variable space environment. Ultimately, this review shows that a thorough understanding of the impact of space weather on data acquisition and communication facilities is not only necessary for the safety and efficiency of modern technologies, but is also a key aspect for further progress in various fields of science and industry.

**Ключевые слова:** космическая погода, солнечные вспышки, корональные выбросы массы, солнечные ветры, геомагнитные бури, радиосвязь, навигационные системы, заряженные частицы, солнечные панели, магнитные датчики.

**Keywords:** space weather, solar flares, coronal mass ejections, solar winds, geomagnetic storms, radio communication, navigation systems, charged particles, solar panels, magnetic sensors.

### **Введение.**

Космическая погода может влиять на работу средств регистрации и передачи данных различными способами. Например, электромагнитные помехи могут вызывать сбои в работе оборудования, а ионизация атмосферы может нарушать передачу данных. Солнечные вспышки и геомагнитные бури также могут оказывать негативное влияние на работу устройств. Для защиты от

воздействия космической погоды можно использовать различные методы, такие как экранирование, разработка устойчивых систем передачи данных и использование приборов для мониторинга космической погоды.

Космическая погода является важным фактором, влияющим на работу средств регистрации и передачи данных в космическом пространстве. Она включает в себя различные явления и процессы, происходящие в космосе, такие как солнечные вспышки, корональные выбросы массы, солнечные космические лучи и геомагнитные бури. Эти явления могут вызвать значительные помехи в работе спутников, космических кораблей и наземных станций, что может привести к снижению качества или потере данных.

Влияние космической погоды на регистрационные и передающие системы может быть различным и зависит от многих факторов, включая технические характеристики оборудования, расположение спутников и станций в космосе и на Земле, а также степень интенсивности и продолжительности космической погоды. Например, солнечная вспышка может вызвать сильные колебания радиосигнала, что затрудняет передачу данных или приводит к потере связи. Корональные выбросы массы и связанные с ними магнитные бури могут вызывать сбои в работе навигационных систем, таких как GPS.

Для минимизации негативного влияния космической погоды на системы регистрации и передачи данных разрабатываются различные методы и технологии. К ним относятся улучшение технических характеристик оборудования, оптимизация работы систем связи и навигации, а также прогнозирование космической погоды для планирования и управления космическими операциями.

Космическая погода, также известная как солнечное излучение, может влиять на средства передачи и регистрации данных различными способами. Во-первых, солнечная активность и магнитные бури могут вызывать перебои в работе спутников и других космических аппаратов, что может привести к потере или задержке данных. Во-вторых, космическая погода может влиять на работу наземных систем связи, таких как радио, телевидение и интернет, из-за воздействия на ионосферу Земли. В-третьих, космическая погода может вызывать сбои в работе электронных устройств, таких как компьютеры, мобильные телефоны и другое оборудование, использующее электронику. В целом, влияние космической погоды на средства передачи и регистрации данных может быть значительным и требует учета при разработке и эксплуатации этих систем.

#### **Цель и задачи исследования.**

Цель данного исследования - изучить влияние космической погоды на различные средства регистрации и передачи данных, а также разработать рекомендации по улучшению их устойчивости к воздействию космической погоды.

Задачи исследования включают:

Анализ влияния космической погоды на спутники и другие космические аппараты, а также на наземные системы связи.

Исследование воздействия космической погоды на электронные

устройства, такие как компьютеры и мобильные телефоны.

Разработка методов и технологий для улучшения устойчивости средств регистрации и передачи данных к космической погоде.

Оценка экономической эффективности предложенных методов и технологий.

### **Обзор литературы.**

Влияние космической погоды на функционирование средств регистрации и передачи данных в космосе имеет важное значение для обеспечения надежной и эффективной работы космических аппаратов. Космическая погода включает в себя солнечную активность, включая солнечные вспышки и выбросы корональной массы, а также космическую радиацию.

Солнечные вспышки и выбросы корональной массы могут вызывать геомагнитные бури и радиационные штормы, которые могут повлиять на работу электронных устройств и систем связи. Такие воздействия могут привести к сбоям в работе оборудования, снижению качества передаваемых данных и увеличению вероятности отказов системы.

Космическая радиация может вызывать повреждения микросхем и других компонентов, что может привести к отказу оборудования или ухудшению его характеристик. Кроме того, космическая радиация может приводить к образованию вторичных частиц, которые также могут воздействовать на электронику.

Для уменьшения влияния космической погоды на работу средств регистрации и передачи данных используются различные меры защиты, включая использование радиационно-стойких компонентов, экранирование электроники, применение специальных алгоритмов для коррекции ошибок и резервирование систем. Также важно проводить мониторинг космической погоды и учитывать ее воздействие при планировании миссий и разработке оборудования.

В литературе можно найти множество исследований, посвященных влиянию космической погоды на космические аппараты и средства регистрации данных.

### **Космическая погода.**

Космическая погода – это термин, который описывает различные явления, происходящие в космическом пространстве, которые могут влиять на работу космических аппаратов и средств передачи данных. К таким явлениям относятся солнечные вспышки, выбросы корональной массы, геомагнитные бури, радиационные штормы и космическая радиация.

Солнечные вспышки – это мощные взрывы на Солнце, которые могут вызывать геомагнитные бури. Выбросы корональной массы – это облака плазмы, которые выбрасываются из солнечной короны и могут вызвать радиационные штормы.

Геомагнитные бури могут влиять на работу электроники и систем связи, вызывая сбои и ухудшение качества передаваемых данных. Радиационные штормы могут увеличивать вероятность отказов системы и вызывать повреждения микросхем.

Космическая радиация является еще одним фактором, который может вызвать повреждения компонентов и ухудшение характеристик оборудования. Она также может вызывать образование вторичных частиц, которые могут воздействовать на электронику.

Чтобы уменьшить влияние космической погоды на работу средств передачи данных, используются различные методы защиты, такие как использование радиационно-стойких компонентов, экранирование электроники и применение специальных алгоритмов. Важно также проводить мониторинг космической погоды и учитывать ее влияние при планировании миссий и разработке оборудования.

#### **Определение и особенности.**

Космическая погода – это совокупность различных явлений, происходящих в космическом пространстве и оказывающих влияние на работу космических аппаратов, в том числе средств регистрации и передачи данных. Эти явления включают в себя солнечные вспышки, выбросы корональной массы, геомагнитные бури, радиационные штормы и космическую радиацию.

Особенностью космической погоды является ее изменчивость и непредсказуемость. Солнечная активность может изменяться очень быстро, и это может привести к серьезным проблемам в работе космических аппаратов. Например, солнечные вспышки могут вызвать геомагнитные бури, которые могут повредить электронное оборудование и нарушить работу систем связи.

Кроме того, космическая радиация также является серьезной проблемой для космических аппаратов. Она может вызывать повреждения микросхем, что может привести к отказам оборудования или ухудшению его работы.

Для того чтобы уменьшить влияние космической погоды на работу космических аппаратов, необходимо использовать специальные меры защиты. Например, можно использовать радиационно-стойкие компоненты, экранировать электронное оборудование и применять специальные алгоритмы для коррекции ошибок. Также важно проводить постоянный мониторинг космической погоды и учитывать ее изменения при планировании миссий и разработке новых космических аппаратов

#### **Типы космической погоды.**

Существует несколько типов космической погоды, которые могут оказывать влияние на работу средств регистрации и передачи данных:

**Солнечная активность:** включает в себя солнечные вспышки, корональные выбросы массы и другие явления, связанные с активностью Солнца. Эти явления могут вызывать геомагнитные бури и радиационные штормы, которые могут нарушить работу электронных систем и вызвать сбои в передаче данных.

**Космическая радиация:** представляет собой поток заряженных частиц и фотонов, испускаемых космическими объектами, такими как звезды, галактики и черные дыры. Этот вид радиации может вызвать повреждение электронных компонентов и привести к сбоям в работе аппаратуры.

**Метеорные потоки:** представляют собой потоки метеоров, которые могут создавать помехи в работе радиоаппаратуры и вызывать сбои в передаче

данных.

Для защиты средств регистрации и передачи данных от воздействия космической погоды используются различные методы, такие как экранирование электронных компонентов, использование радиационно-стойких материалов и применение алгоритмов коррекции ошибок.

### **Источники и механизмы формирования.**

Космическая погода формируется под воздействием различных источников и механизмов. Основными источниками космической погоды являются Солнце и межзвездная среда.

Солнце является основным источником космической погоды. Солнечная активность, такая как солнечные вспышки, приводит к геомагнитным бурям и радиационным штормам, которые могут нарушать работу электронных систем на Земле и в космосе.

Межзвездная среда также влияет на космическую погоду. Она содержит заряженные частицы и магнитные поля, которые могут взаимодействовать с магнитным полем Земли и создавать помехи для радиосвязи и навигации.

Механизмы формирования космической погоды включают взаимодействие солнечного ветра с магнитным полем Земли, а также взаимодействие заряженных частиц из межзвездной среды с магнитным полем и атмосферой Земли.

Таким образом, космическая погода формируется под влиянием различных источников и механизмов, которые взаимодействуют друг с другом и создают сложную картину космической среды.

### **Электромагнитные помехи.**

Влияние космической погоды на системы регистрации и передачи данных является актуальной проблемой в современной космической отрасли. Космическая погода включает в себя различные явления, происходящие в космическом пространстве, такие как солнечные вспышки, корональные выбросы массы, магнитные бури и другие. Эти явления могут оказывать значительное воздействие на работу спутников, систем связи и других космических аппаратов.

Солнечные вспышки являются наиболее мощными проявлениями солнечной активности. Они сопровождаются выбросом огромного количества энергии, которая может достигать Земли за несколько часов или дней. В результате таких вспышек могут возникать магнитные бури, которые вызывают сбои в работе электронных систем и даже могут приводить к их поломке.

Корональные выбросы массы также могут оказывать негативное влияние на работу космических аппаратов. Они представляют собой выбросы плазмы от Солнца и могут вызвать нарушения в работе спутников и систем связи.

Кроме того, космическая погода может влиять на распространение радиоволн, что может привести к ухудшению качества связи между космическими аппаратами и наземными станциями. Это может вызвать проблемы при передаче данных и управлении космическими кораблями.

Для минимизации негативного влияния космической погоды на работу систем регистрации и передачи данных разрабатываются различные методы

защиты.

Влияние космической погоды на электромагнитные системы передачи данных также является актуальной проблемой. Электромагнитные волны, возникающие во время солнечных вспышек и других явлений космической погоды, могут создавать помехи для систем связи, нарушая их работу и вызывая потерю данных.

Эти помехи могут быть вызваны различными факторами, такими как изменение частоты радиоволн из-за возмущений в ионосфере, вызванных космической погодой, или интерференция с сигналами от других источников.

Чтобы минимизировать влияние космической погоды на электромагнитные системы, необходимо разрабатывать и внедрять методы фильтрации сигналов, адаптивные системы управления и другие технологии, позволяющие улучшить качество связи и снизить вероятность потери данных.

### **Влияние солнечных вспышек и геомагнитных бурь.**

Ионизация атмосферы также может быть связана с космической погодой. Во время солнечных вспышек и других явлений космической погоды в атмосфере Земли могут происходить процессы ионизации, которые могут влиять на качество связи и передачу данных.

Ионизация может вызывать различные эффекты, такие как увеличение поглощения радиоволн и ухудшение качества сигнала. Это может привести к потере данных или снижению скорости передачи информации.

Для предотвращения влияния ионизации атмосферы на системы передачи данных используются различные методы, такие как выбор оптимальных частот для передачи информации, использование направленных антенн и другие.

Солнечные вспышки и геомагнитные бури являются наиболее значимыми факторами, влияющими на работу систем передачи данных. Во время этих явлений происходит резкое увеличение интенсивности солнечного ветра, что приводит к возмущениям магнитного поля Земли и ионосферы. Это, в свою очередь, вызывает нарушение работы систем связи и потерю данных. Для минимизации влияния этих явлений на работу систем передачи данных необходимо разрабатывать и внедрять системы защиты, такие как фильтры сигналов и системы управления, адаптированные к условиям космической погоды.

### **Радиационные эффекты.**

Радиационные эффекты, связанные с космической погодой, также могут оказывать влияние на работу систем передачи данных. Солнечная радиация, особенно во время солнечных вспышек, может создавать помехи для электронных систем, вызывая сбои в их работе и потерю данных. Кроме того, радиация может повреждать электронные компоненты систем, что может приводить к их выходу из строя.

Для защиты от радиационных эффектов используются различные методы, такие как экранирование электронных систем, использование специальных материалов для защиты электронных компонентов и применение системы контроля и управления, которые могут автоматически отключать системы при обнаружении радиационной опасности.

**Методы и приборы для измерения и мониторинга космической погоды.**

Для измерения и мониторинга космической погоды используются различные методы и приборы. Например, для измерения солнечной активности используются солнечные телескопы, которые позволяют регистрировать солнечные вспышки и определять их мощность.

Для измерения параметров солнечного ветра используются специальные зонды, которые запускаются в космос и передают информацию о состоянии межпланетной среды.

Также используются системы мониторинга ионосферы, которые позволяют определять ее состояние и предсказывать возможные нарушения в работе систем связи.

Помимо этого, для мониторинга космической погоды используются системы радиосвязи и спутниковые системы навигации, которые позволяют получать информацию о магнитных бурях и других явлениях космической погоды.

**Радиоизмерения.**

Радиоизмерения являются важным инструментом для мониторинга космической погоды и ее влияния на системы передачи данных. Радиоизмерения позволяют измерять различные параметры космической погоды, такие как интенсивность солнечного ветра, состояние ионосферы и магнитные бури.

Радиоизмерения также используются для определения влияния космической погоды на качество радиосвязи. Они позволяют определить уровень помех, вызванный космической погодой, и выбрать оптимальные частоты для передачи данных.

Наконец, радиоизмерения используются для разработки и оптимизации систем защиты от космической погоды. Они помогают определить, какие методы защиты наиболее эффективны и как их можно улучшить.

**Магнитометры и магнитные наблюдения.**

Магнитометры являются важным инструментом для измерения космической погоды и ее воздействия на системы передачи данных. Они используются для измерения магнитных бурь, которые могут вызывать нарушения в работе электронных систем. Магнитометры также используются для обнаружения ионизации атмосферы, которая может влиять на качество связи.

**Радиационные дозиметры.**

Радиационные дозиметры используются для измерения уровня радиации, который может быть вызван солнечной активностью. Они помогают определить, насколько сильно солнечная радиация может повлиять на работу электронных систем и как долго они могут работать без риска повреждения.

В целом, измерение и мониторинг космической погоды является важной частью обеспечения надежной работы систем регистрации и передачи данных. Разработка новых методов и приборов для измерения космической погоды позволяет улучшать системы защиты от ее воздействия и повышать

эффективность работы космических аппаратов.

### **Солнечные телескопы.**

Солнечные телескопы используются для изучения солнечной активности и прогнозирования космической погоды. Они позволяют наблюдать за солнечными вспышками и другими явлениями, которые могут повлиять на работу систем связи и передачи данных. Солнечные телескопы также используются для мониторинга солнечного ветра и его воздействия на ионосферу Земли.

### **Защита от воздействий космической среды.**

Защита от воздействия космической погоды включает в себя комплекс мер и технологий, направленных на снижение негативного влияния космической погоды на работу систем регистрации и передачи данных. Одним из основных методов защиты является использование систем фильтрации сигналов и адаптивного управления, которые позволяют снизить уровень помех и улучшить качество связи. Также используются системы экранирования электронных систем и защиты от радиации, которые снижают вероятность повреждения электронных компонентов. Кроме того, важно выбирать оптимальные частоты для передачи данных и использовать направленные антенны для уменьшения потерь сигнала.

### **Экранирование и защитные оболочки.**

Экранирование и использование защитных оболочек являются важными методами защиты электронных систем от воздействия космической погоды. Экранирование позволяет снизить уровень электромагнитных помех, а защитные оболочки защищают электронные компоненты от воздействия радиации и других негативных факторов.

Использование экранированных кабелей и разъемов также помогает снизить потери сигнала и улучшить качество передачи данных.

### **Разработка устойчивых систем передачи данных.**

Разработка устойчивых систем передачи данных является одним из ключевых направлений в области защиты от воздействия космической погоды. Устойчивость системы означает ее способность сохранять работоспособность в условиях воздействия различных негативных факторов, таких как помехи, ионизация атмосферы и радиационное излучение. Для повышения устойчивости систем передачи данных используются различные методы, такие как оптимизация алгоритмов передачи данных, применение методов сжатия и шифрования информации, а также разработка новых протоколов связи, учитывающих особенности космической погоды.

### **Прогнозирование и предупреждение о космической погоде.**

Прогнозирование космической погоды является важным аспектом для обеспечения надежной работы систем передачи данных. С помощью солнечных телескопов и других инструментов мониторинга можно предсказывать солнечные вспышки, магнитные бури и другие явления космической погоды. Это позволяет системам регистрации и передачи данных адаптироваться к изменяющимся условиям и снижать вероятность сбоев и потерь данных.

Предупреждение о космической погоде также играет важную роль в

обеспечении безопасности и надежности систем связи. Оно может осуществляться через специализированные службы и организации, которые предоставляют информацию о текущих и прогнозируемых условиях космической погоды. Благодаря этому, системы связи могут быть подготовлены к возможным изменениям и принять меры для минимизации их воздействия.

## **Выводы**

В заключение, влияние космической погоды на средства регистрации и передачи данных представляет собой сложную и многофакторную проблему, требующую комплексного подхода к ее решению. Разработка новых методов измерения и мониторинга космической погоды, усовершенствование систем защиты от ее воздействия, а также прогнозирование и предупреждение о возможных изменениях условий космической погоды являются ключевыми направлениями для обеспечения надежной и эффективной работы систем регистрации и передачи данных в космической отрасли.

## **Литература**

1. Пилипенко, В. А., А. А. Черников, А. А. Соловьев, Н. В. Ягова, Я. А. Сахаров, Д. В. Кудин, Д. В. Костарев, О. В. Козырева, А. В. Воробьев, и А. В. Белов, (2023), Влияние космической погоды на надежность функционирования транспортных систем на высоких широтах, *Russian Journal of Earth Sciences*, – Т. 23, ES2008, 10.2205/2023ES000824.
2. Воробьев А.В., Соловьев А.А., Пилипенко В.А., Воробьева Г.Р. Интерактивная компьютерная модель для прогноза и анализа полярных сияний // *Солнечно-земная физика*. 2022. – Т. 8, № 2. С. 93-100.
3. Воробьев А.В. Подход к динамической визуализации разнородных геопространственных векторных изображений / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // *Компьютерная оптика*. 2024. – Т. 48, No 1. С. 123-138.

УДК 004.5

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРНОГО РИСКА НА ОБЪЕКТЕ (НА ПРИМЕРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ)**

## **COMPUTER SIMULATION OF FIRE RISK AT THE FACILITY (USING THE EXAMPLE OF AN EDUCATIONAL INSTITUTION)**

Мамонтова Н.В., Исмагилов М.И., Баряхнина В.Б., Баряхнина С.Д.,  
Исмагилова С.М.,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
г. Уфа, Российская Федерация

N.V. Mamontova, M.I. Ismagilov, V.B. Barakhnina, S.D. Barakhnina,  
S.M. Ismagilova,  
FSBEI HE "Ufa state petroleum technological university", Ufa, Russian  
Federation

e-mail: ecological@rambler.ru

**Аннотация.** В настоящее время компьютерное моделирование широко применяется в расчетах индивидуального пожарного риска и времени эвакуации. Компьютерное моделирование пожарного риска и эвакуации имеет большое преимущество перед ручным расчетом, так как дает возможность получить более точные результаты в короткий срок. МЧС РФ утвердило несколько программ для моделирования процесса распространения пожара, расчета эвакуации и пожарного риска, отличающихся функциональными возможностями и интерфейсом. Несмотря на большой выбор программ, для моделирования пожарных рисков и эвакуации образовательного учреждения «Институт культуры и искусства» (г. Сыктывкар) была выбрана программа «СИГМА ПБ», включающая в себя несколько блоков расчета, совмещенных с моделированием и последующей визуализацией процесса распространения пожара и эвакуации.

В исследуемом здании, исходя из результатов проведенного моделирования пожарного риска и эвакуации, система пожарной безопасности находится на уровне, который соответствует требованиям. В результате проведенной работы максимально точно и в короткие сроки проанализированы возможные сценарии пожаров. Далее на основании анализа возможно принятие решений о необходимости внедрения различных технологий для повышения пожарной безопасности на анализируемом объекте.

**Abstract.** Currently, computer modeling is widely used in the calculations of individual fire risk and evacuation time. Computer simulation of fire risk and evacuation has a great advantage over manual calculation, as it makes it possible to obtain more accurate results in a short time. The Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation has approved several programs for modeling the process of fire spread, calculating evacuation and fire risk, differing in functionality and interface. Despite the large selection of programs, the SIGMA PB program was chosen for modeling fire risks and evacuation of the educational institution "Institute of Culture and Art" (Syktyvkar), which includes several calculation blocks combined with modeling and subsequent visualization of the process of fire spread and evacuation.

In the building under study, based on the results of the fire risk and evacuation simulation, the fire safety system is at a level that meets the requirements. As a result of the work carried out, possible fire scenarios were analyzed as accurately as possible and in a short time. Further, based on the analysis, it is possible to make decisions on the need to introduce various technologies to improve fire safety at the analyzed facility.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, безопасность, пожар, индивидуальный пожарный риск, время эвакуации, программное обеспечение.

**Keywords:** computer simulation, safety, fire, individual fire risk, evacuation time, software.

По данным департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС в Российской Федерации за последний год произошло более 352 тыс. пожаров, на которых погибло более 7 тыс. человек [1]. В связи с этим особое внимание уделяется мерам по предотвращению пожаров, так как намного эффективнее предотвратить катастрофу современными методами и технологиями пожарной безопасности, чем бороться с последствиями [2]. На данный момент широко распространено компьютерное моделирование, которое ускоряет процесс оценки индивидуального пожарного риска, тем самым уменьшая последствия пожара в дальнейшем [3]. Актуальность данной исследовательской работы обусловлена высокой востребованностью программного обеспечения (ПО) для расчета и моделирования пожарных рисков [4]. Действительно, несмотря на внедрение новейших технологий по борьбе с пожарами и ужесточение норм в сфере пожарной безопасности, количество пожаров остается стабильно высоким [5]. Компьютерные программы по расчету и моделированию пожарных рисков способны максимально точно и в короткие сроки проанализировать возможные сценарии пожаров [6]. Впоследствии на основании анализа оперативно принимаются решения о необходимости внедрения различных технологий для повышения пожарной безопасности на анализируемом объекте [7].

Целью данной исследовательской работы является расчет пожарного риска и времени эвакуации образовательного учреждения «Институт культуры и искусства» (корпус №5 Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина), построение 3D модели здания, а также разработка рекомендаций для улучшения системы пожарной безопасности данного объекта.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: произвести сбор и анализ необходимых документов и информации об объекте исследования; выбрать ПО для решения поставленной задачи; построить 3D модель здания; произвести расчет распространения опасных факторов пожара (ОФП) с помощью ПО «СИГМА ПБ»; рассчитать время эвакуации людей; произвести расчет пожарного риска на объекте; провести 3D визуализацию эвакуации и распространения пожара; внести предложения и рекомендации по повышению эффективности эвакуации и снижению индивидуального пожарного риска.

Одной из программ для моделирования процесса распространения пожара, расчета эвакуации и пожарного риска является ПО «СИГМА ПБ», которая утверждена МЧС РФ и включает в себя несколько видов расчета, совмещенных с моделированием и последующей визуализацией процесса

распространения пожара и эвакуации [8]. Поэтому, несмотря на большой выбор ПО, для моделирования пожарных рисков и эвакуации была выбрана данная программа.

Объект исследования (двухэтажное здание) относится к классу функциональной пожарной опасности Ф4, подклассу Ф4.2 – здания образовательных организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования. Индивидуальный пожарный риск в зданиях и сооружениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания и сооружения точке. На объекте не возникало возгораний и пожаров, поэтому частоту возникновения пожара в здании возьмем из статистических данных –  $1,16 \cdot 10^{-2}$  [7]. В качестве очага пожара была выбрана гардеробная. Это обусловлено тем, что данное помещение имеет малый объем по сравнению с другими помещениями в здании, и возгорание в нем блокирует один из выходов для эвакуации. Гардеробная находится на первом этаже, вблизи главного входа в здание. Гардеробная комната, в соответствии с СП 12.13130.2009, относится к категории Д по пожарной опасности, т.е. это помещение с минимальной пожароопасностью [6]. Возможные причины пожара в гардеробной: нарушение установленного противопожарного режима; неисправность электропроводки; неосторожное обращение с огнем; нарушение правил пользования инструментами и электронагревательными приборами [5]. Важной особенностью гардеробной является большое скопление горючей нагрузки в виде текстильных материалов, которые распространяют пламя по поверхности [4]. Большая часть из них воспламеняются даже при воздействии малокалорийных источников зажигания, таких как, например, непотушенные сигареты или горящие спички [3]. Поэтому стоит рассмотреть это помещение как возможный очаг пожара в здании [2, 8].

Далее осуществляли построение геометрии здания, определение пожарных блоков с помощью интерактивных функций и конвертацию расчетов [4] (рисунки 1 – 5).

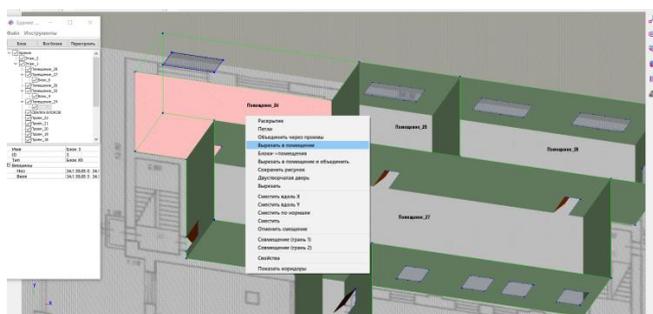


Рисунок 1. Определение блоков в здании

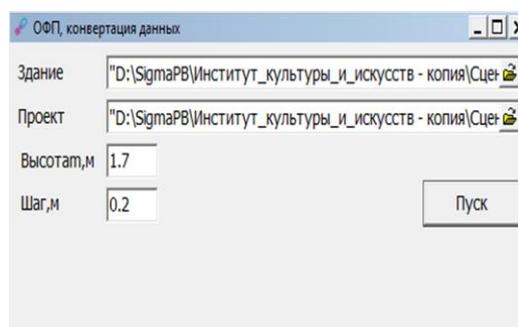
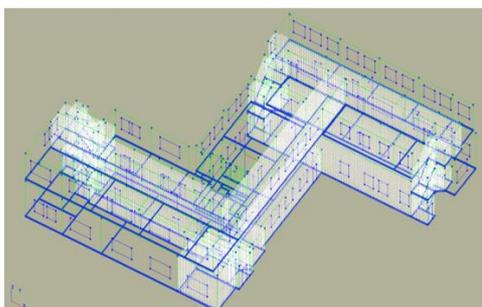
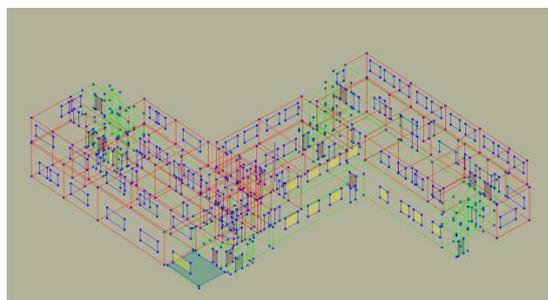


Рисунок 2. Конвертация расчетов



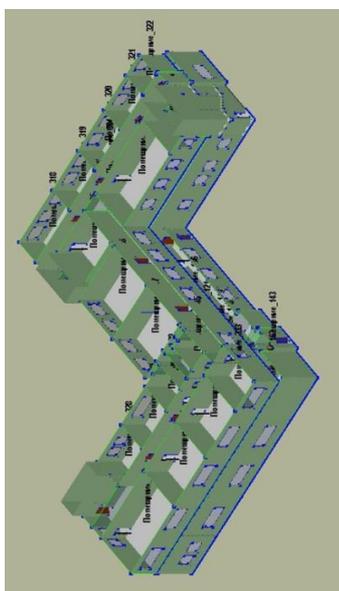
а)



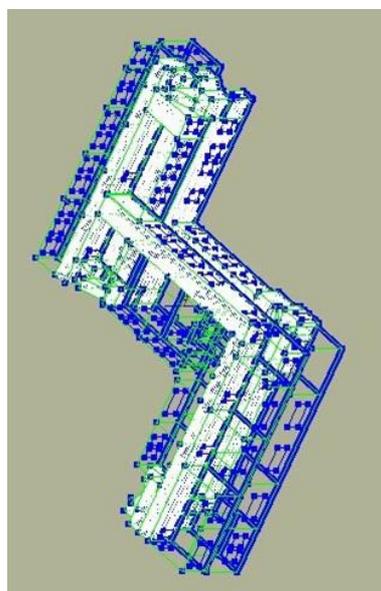
б)

Рисунок 3. Отображение на каркасе: а) расчетной области; б) входов и выходов (входящих в расчетную область)

Ниже представлены результаты создания сценария (рисунки 4 – 7).



а)



б)

Рисунок 4. Вид объекта защиты: а) трехмерная модель (геометрия) здания; б) расчётная сетка для моделирования развития пожара



а)



б)

Рисунок 5. Сценарии эвакуации: а) на первом этаже здания; б) на втором этаже здания



а)



б)

Рисунок 6. Окно динамики процесса эвакуации: а) на первом этаже здания; б) на втором этаже здания

## Выводы

При помощи ПО «СИГМА ПБ» была построена компьютерная модель объекта – образовательного учреждения «Институт культуры и искусства». Выполнены расчеты ОФП и времени эвакуации, которые впоследствии были визуализированы. Также был выполнен расчет индивидуального пожарного риска здания, который оказался не превышающим допустимое значение. Для улучшения системы пожарной безопасности были предложены рекомендации, включающие в себя демонтаж замков, установку легкооткрывающихся затворов, размещение фотолюминесцентных эвакуационных табличек, рациональное размещение бумажной продукции в здании и снос конструкций, которые блокируют эвакуационные выходы.

## Литература

1. Барахнина В.Б. Способы интенсификации биоочистки почвы и воды от нефти, нефтепродуктов и некоторых буровых отходов, дисс. канд. техн. наук. – Уфа, 1999. С. 24.
2. Ибрагимова Р.А., Киреев И.Р., Барахнина В.Б., Жолобова Г.Н., Гильманшин Р.А., Мингалеев Ф.Н. Разработка программного средства для определения степени загрязнения почвы при авариях на нефтепроводах. Материалы XIX Международной научно-технич. конф. «Проблемы строительного комплекса России», Т. 2. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015. С. 463-464.
3. Киреев И.Р., Барахнина В.Б., Ибрагимова Р.А. и др. Новое программное обеспечение для определения объема потерь нефтепродуктов при аварийных ситуациях на предприятиях транспорта нефти. Материалы международной научно-практической конференции «Информационные технологии. Проблемы и решения», – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. С. 189-195.
4. Сайт программного обеспечения «СИГМА ПБ» –URL: <https://3ksigma.ru/product/> (дата обращения 20.01.2024).
5. Саитова К.А., Барахнина В.Б., Киреев И.Р. и др. Программные модули для расчета аварийных потерь нефти и нефтепродуктов. Информационные технологии. Проблемы и решения. – Уфа: УНПЦ «Изд-во УГНТУ», 2021, 1(14). С. 29-35.
6. Фаррахова А.Т., Барахнина В.Б. Повышение промышленной и экологической безопасности на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, Экологический вестник России. 2016. №3. С. 25-28.
7. Шуваева В.Р., Киреев И.Р., Барахнина В.Б. и др. Новый программный продукт для определения объема потерь нефтепродуктов при аварийных ситуациях на предприятиях транспорта и хранения нефти. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Миллионщиков-2021», – Грозный: РПК «Спектр» 2021. С. 54-460.
8. Юсупова А.Р., Исмагилова С.М., Барахнина В.Б. Программное средство для визуализации аварийной утечки нефти. Сборник материалов Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Современные технологии: достижения и инновации – 2023». В 2 ч./ Часть 1. –Уфа: Изд-во «УГНТУ», 2023. С. 61-63.

УДК 004.94

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ РОБОТА-СОРТИРОВЩИКА****SIMULATION OF THE OPERATION OF A ROBOT SORTER**

Мамыкин А.Е., Кузьмина Е.А.,

Кафедра Информатики

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,

г. Уфа, Российская Федерация

А.Е. Mamykin, E.A. Kuzmina,

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa University of Science and Technology»

e-mail: kinf@ugatu.su

**Аннотация.** Классификация или группировка объектов по тем или иным признакам часто используется при решении прикладных задач. В статье рассматривается оптимизация процесса загрузки транспортного средства. Подобные задачи относятся к классу задач раскроя-упаковки. Среди множества различных факторов, определяющих классы моделей раскроя-упаковки, выделяют следующие основные характеристики: мерность областей, вид назначения, ассортимент объектов, оптимизация, размерность объектов и областей, геометрия объектов. Целесообразно применение методов, направленных на сокращение числа возможных вариантов решения задачи, что приведет к существенному снижению затрат временных и вычислительных ресурсов. Предлагается предварить решение основной задачи упаковки сортировкой объектов, что приведет к уменьшению разнородности объектов. Разработана имитационная программа, которая моделирует предварительную сортировку ящиков. Рассматривается процесс подготовки ящиков к выгрузке из складского помещения в грузовой транспорт. Приведена функциональная модель робота-сортировщика, а также диаграмма переходов состояний данного объекта. Создана программа на языке C#.NET, которая визуализирует процесс работы робота-сортировщика, который сортирует ящики на конвейерных лентах с помощью манипулятора. Реализованы следующие функции: настройка основных параметров робота-сортировщика, вывод результатов сортировки, имитацию процесса.

**Abstract.** Classification or grouping of objects according to certain characteristics is often used when solving applied problems. The article discusses the optimization of the vehicle loading process. Such problems belong to the class of cutting-packing problems. Among the many different factors that determine the classes of cutting-packing models, the following main characteristics are distinguished: dimension of areas, type of purpose, assortment of objects, optimization, dimension of objects and areas, geometry of objects. It is advisable to

use methods aimed at reducing the number of possible solutions to the problem, which will lead to a significant reduction in the cost of time and computing resources. It is proposed to precede the solution of the main packaging problem by sorting objects, which will lead to a decrease in the heterogeneity of objects. A simulation program has been developed that simulates the preliminary sorting of boxes. The process of preparing boxes for unloading from a warehouse into freight transport is considered. A functional model of a sorting robot is presented, as well as a state transition diagram for this object. A program has been created in C#.NET that visualizes the process of a sorting robot that sorts boxes on conveyor belts using a manipulator. The following functions are implemented: setting the basic parameters of the sorting robot, displaying sorting results, simulating the process.

**Ключевые слова:** транспортная логистика, упаковка, робот-сортировщик; моделирование; язык C#.NET.

**Keywords:** transport logistics, packaging, robot sorter; modeling; C#.NET language.

Транспортная логистика играет ключевую роль в современном мире, обеспечивая эффективное перемещение грузов от производителя до потребителя. Однако, для того чтобы гарантировать оптимальную работу транспортной логистики, необходимо осуществлять контроль и оценку ее эффективности. Одним из показателей эффективности в данной предметной области, является использование ресурсов. Он включает оценку загрузки транспортных средств, оптимальное использование грузовой площади, и т.д.

Еще одним направлением, в котором применяются методы оптимального размещения грузов, являются складские системы. Широкое внедрение пакетных перевозок тарно-штучных грузов позволяет в целом по стране сократить затраты на погрузо-разгрузочные работы в 2-3 раза; в 1,5-2 раза улучшить использование складских площадей за счет повышения высоты складирования.

В связи с широким распространением практических приложений задач плотной упаковки, так и сложностью их решения, существует достаточно обширный инструментарий: методы математического программирования, методы комбинаторной оптимизации, эвристические и метаэвристические методы.

Наилучший компромисс между скоростью и качеством решения задачи плотной упаковки большого числа объектов в условиях единичного и мелкосерийного производства достигается при использовании эвристических и метаэвристических методов, применение которых позволяет относительно быстро получить приближённые решения, близкие к оптимальным [1]. Предлагается выполнить предобработку данных в виде предварительной сортировки объектов. В настоящее время складские помещения с большим количеством позиций оснащены системами сортировки.

Робот-сортировщик представляет собой систему в виде манипулятора с захватом [3]. Посредством манипулятора, робот может захватывать объекты и перемещать их в целевые области, сортируя их по признакам. В качестве устройств, отвечающих за передвижения манипулятора, используются шаговые двигатели из-за удобства позиционирования с их помощью. Определение объекта и его признаков осуществляется машинным зрением с использованием транспортной маркировки, содержащей манипуляционные знаки, основные, дополнительные и информационные надписи. На рисунках ниже (Рисунок 11, Рисунок 22) приведена функциональная модель работы робота-сортировщика с декомпозицией.



Рисунок 1. Функциональная модель робота-сортировщика.

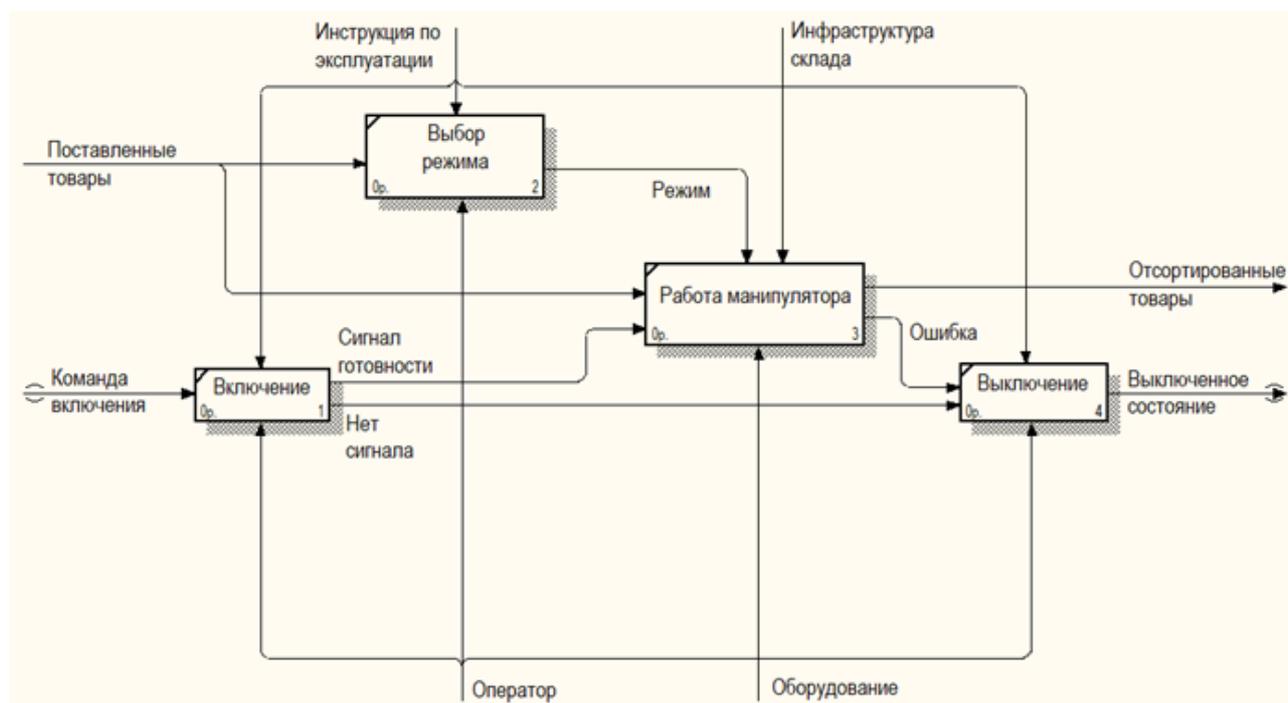


Рисунок 2. Декомпозированная функциональная модель робота-сортировщика.

Робот-сортировщик [2] будет предназначен для сортировки ящиков на складе. Его основная задача заключается в распознавании ящика на конвейерной ленте и определении его габаритных характеристик. Далее робот будет перемещать ящики с конвейерной ленты на другие, сортируя их по весам. Для дальнейшего хранения на складе робот выдает уникальный номер для отсортированных ящиков.

Входными данными робота-сортировщика являются:

- Количество входных ящиков;
- Диапазоны весов сортировки;
- Режим работы манипулятора.

Количество входных ящиков подразумевает собой то количество, которое робот-сортировщик должен полностью рассортировать за один запуск. Диапазоны весов определяют ящики каких весов попадают на сортировочные ленты. Вводя диапазоны, необходимо учитывать, что значение «От» должно быть меньше значения «До», а также то, что в первую ленту попадают ящики с весами меньше, чем во вторую, а во вторую – меньше, чем в третью. Все вышеперечисленные значения должны быть натуральными числами.

Выбор режима подразумевает то, что манипулятор может двигаться быстро при нормальных условиях или медленно, если товар в ящиках хрупкий и его необходимо аккуратно перемещать.

Ниже приведена диаграмма (рисунок 3) состояний робота-сортировщика.

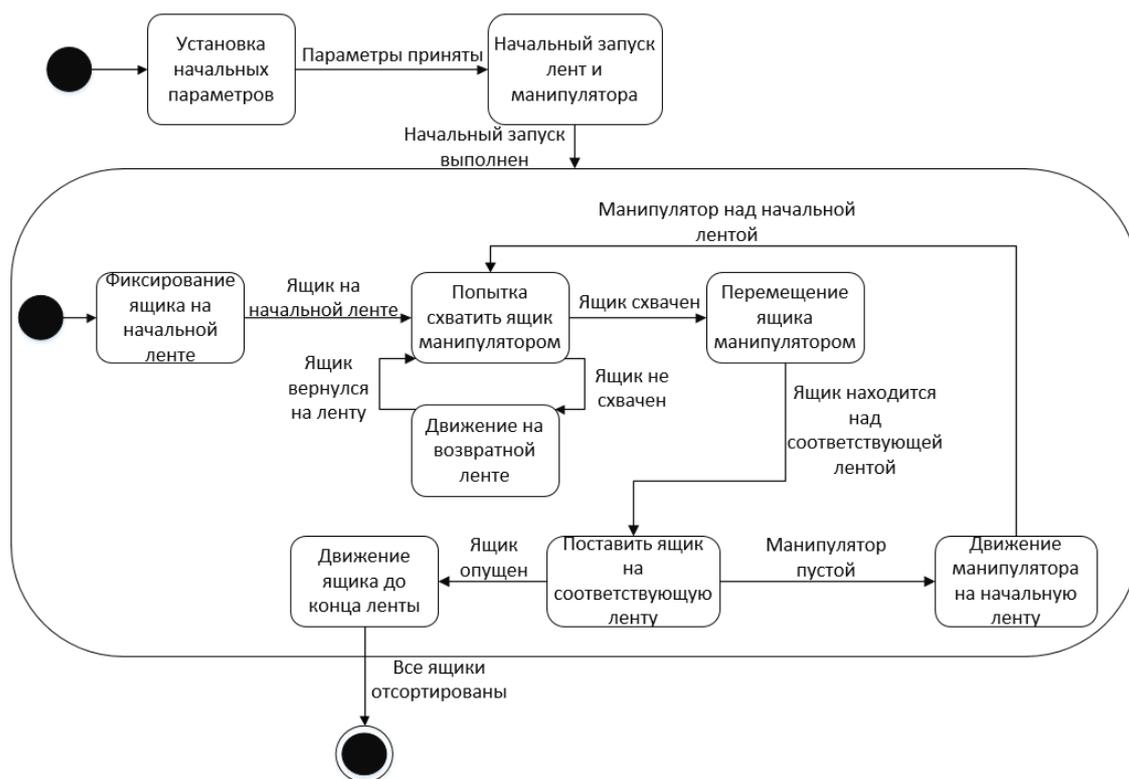


Рисунок 3. Диаграмма состояний робота-сортировщика.

Для визуализации работы робота-сортировщика была реализована программа на языке С# [3, 4] (рисунок 4).

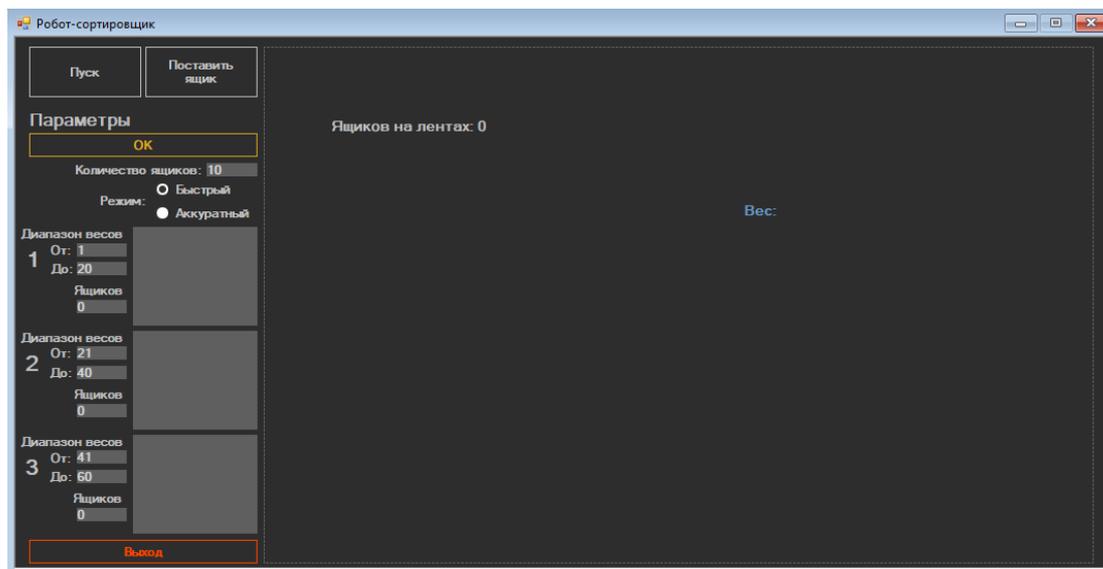


Рисунок 4. Экранная форма программы.

Оператор робота-сортировщика вводит входные данные системы, после чего параметры утверждаются кнопкой «ОК». Далее запуск системы осуществляется нажатием кнопки «Пуск». Нажатие на кнопку «Поставить ящик» приводит к появлению ящика на начальной ленте. Далее ящик взвешивается, и манипулятор переносит его на ленту с соответствующим выходным весовым диапазоном. Ящику присписывается его уникальный номер и вес (рисунок 5 Рисунок ).

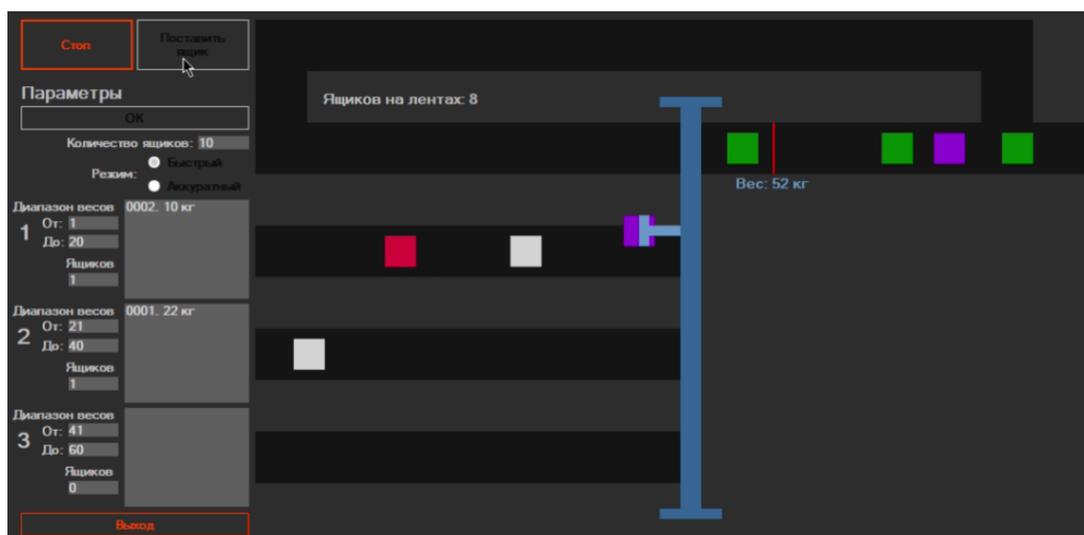


Рисунок 5. Программа в процессе работы.

В итоге, в конце работы программы на выходе мы получаем отсортированные ящики для трех погрузочных мест. Для дальнейшей сортировки оператору необходимо снова указать входные данные, подтвердить их и запустить систему нажатием на кнопки «ОК» и «Пуск» соответственно.

В данной программе реализованы следующие функции:

- Возможность настройки основных параметров робота-сортировщика;
- Вывод данных о результате сортировки;
- Моделирование основных процессов работы робота-сортировщика (процесса передвижения ящиков по конвейерным лентам и перемещения ящиков в процессе сортировки);
- Возможность размещения ящиков в любое время;
- Возможность остановки процесса сортировки;
- Защита от некорректного ввода информации (не численных значений и значений несоответствующих логике сортировке).

### **Выводы**

Рассмотренный в статье подход демонстрирует практическое использование предварительной обработки грузов роботом-сортировщиком для уменьшения ограничений при постановке и решении задачи упаковки для эффективной загрузки кузова транспортного средства.

### **Литература**

1. Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н. Об одном способе построения NO-FIT POLYHEDRON при решении задачи плотного размещения трехмерных объектов. Системная инженерия и информационные технологии. 2023. - Т. 5. № 6 (15). С. 50-56.
2. Погрузочно-разгрузочные работы на складе. URL: [https://websklad.ru/articles/pogruzochno\\_razgruzochnye\\_raboty\\_na\\_sklade/](https://websklad.ru/articles/pogruzochno_razgruzochnye_raboty_na_sklade/) (дата обращения: 14.04.2024).
3. Общие сведения о платформе .NET. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/framework/get-started/overview> (дата обращения: 14.04.2024).
4. Документация по языку C#. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/> (дата обращения: 14.04.2024).

УДК 004.5

## **СИСТЕМА ONLINE-МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА**

## **ONLINE MONITORING SYSTEM OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE CATALYTIC REFORMING UNIT**

Перевозчикова Е.Д., Шарафутдинова Г.М., Барахнина В.Б., Барахнина С.Д., Хангильдин Р.И.,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
г. Уфа, Российская Федерация

Ye.D. Perevozchikova, G.M. Sharafutdinova, V.B. Barakhnina, S.D. Barakhnina,  
R.I. Khangildin,

FSBEI NPE “Ufa state petroleum technological university”, Ufa, Russian  
Federation

e-mail: [ecologia1@rambler.ru](mailto:ecologia1@rambler.ru)

**Аннотация.** Предложена схема алгоритма автоматизированного мониторинга коррозионно-эрозионного износа участков технологических трубопроводов, позволяющего в режиме реального времени отслеживать и оперативно устранять дефекты с целью предотвращения аварийных ситуаций на установке каталитического риформинга. Предложены технические решения по схемному и аппаратурному оформлению предлагаемого алгоритма. Система мониторинга коррозии и эрозии позволит прогнозировать текущее коррозионное состояние объекта контроля; измерять скорость коррозии и отображать (регистрировать) полученные результаты в режиме реального времени; сигнализировать о предаварийной ситуации; определять местоположение и размер дефекта (как на внутренней стороне трубопровода, так внутри самого металла стенки трубопровода); получать и анализировать данные о неравномерной коррозии; определять параметры протекающих коррозионных процессов и их статистические оценки; показывать динамику коррозионных процессов; управлять режимами работы автоматических регуляторов; осуществлять интеграцию с существующей на предприятии компьютерной сетью и диспетчерскими пунктами для повышения оперативности реакции в чрезвычайных ситуациях. Это позволит оперативно обнаруживать дефекты, снизить риски разрушения и разгерметизации технологических трубопроводов, которые являются причинами аварийных ситуаций, тем самым, повысить безопасность эксплуатации установки каталитического риформинга. Данная система мониторинга может быть применена и на других установках нефтеперерабатывающих заводов.

**Abstract.** A scheme of an algorithm for monitoring corrosion and erosion wear of sections of technological pipelines has been developed, which allows real-time monitoring and promptly eliminating defects in order to prevent accidents at a catalytic reforming plant. Technical solutions for the schematic and hardware design of the proposed algorithm have been proposed. The corrosion and erosion monitoring system will allow you to predict the current corrosion condition of the control object; measure the corrosion rate and display (register) the results in real time; signal a pre-emergency situation; determine the location and size of the defect (both on the inside of the pipeline and inside the metal of the pipeline wall itself); receive and analyze data on uneven corrosion to determine the parameters of ongoing corrosion processes and their statistical estimates; to show the dynamics of corrosion processes; to control the operating modes of automatic regulators; to integrate with the existing computer

network and control rooms at the enterprise to increase the responsiveness of the response in emergency situations, This will allow to quickly detect defects, reduce the risks of destruction and depressurization of technological pipelines, which are the causes of emergencies, thus, to increase the security of the exploit.

**Ключевые слова:** автоматизированный мониторинг, безопасность, авария, каталитический риформинг, коррозионно-эрозионный износ, неразрушающие методы контроля.

**Keywords:** automated monitoring, safety, accident, catalytic reforming, corrosion and erosion wear, non-destructive testing methods.

С целью разработки схемы алгоритма автоматизированного мониторинга коррозионно-эрозионного износа участков технологических трубопроводов в работе был проведен анализ причин аварийных ситуаций и методов технического диагностирования на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности [1-4]. Результаты проведенного анализа методов автоматизированного коррозионно-эрозионного контроля представлены в таблице 1.

Проведенный патентный поиск показал, что многоканальный датчик коррозии и эрозии, реализующий метод электрического сопротивления (патент RU №2744351, 16.07.2020), обладает рядом преимуществ по сравнению с остальными устройствами [3, 4], как представлено в таблице 1.

Таблица 1. Анализ автоматизированных методов коррозионно-эрозионного контроля

Метод контроля	Достоинства	Недостатки
Гравиметрический метод	Информация о коррозионно-эрозионной активности среды	Длительность экспозиции, трудоемкость обработки результатов
Коррозиометр, реализующий метод линейной поляризации	Результат в течение нескольких минут	Применим только для проводящих сред, нельзя получить информацию по всему сечению трубопровода
Коррозиометр, реализующий метод электрического сопротивления (патент США №4338563, 06.07.1982)	Позволяет оценивать эрозию и инварианты к проводимости среды.	Нельзя получить информацию по всему сечению трубопровода

Датчик, реализующий метод электрического сопротивления (патент США № 5243297, 07.09.1993)	Высокая скорость измерения	Нельзя получить информацию по всему сечению трубопровода, измерение только одного параметра (или коррозия или эрозия)
Многоканальный датчик коррозии и эрозии, реализующий метод электрического сопротивления (патент RU №2744351, 16.07.2020)	Информация о коррозии и эрозии по всему сечению трубопровода в режиме реального времени	Невозможно определить местоположение дефекта

Датчик позволяет в режиме реального времени оценивать скорость коррозии и эрозии по всему сечению трубопровода, может применяться на объектах нефтегазовой отрасли. Но данный датчик не позволяет определить местоположение и размер дефекта, кроме того, невозможно определить внутренние дефекты металла, возникающие в результате высокотемпературной водородной коррозии. Предлагается дополнить систему мониторинга состояния трубопроводов внедрением метода неразрушающего контроля, позволяющего определить местоположение участка коррозии и эрозии.

Проведенный анализ показал, что способ акустической дефектоскопии по акустическим шумам (патент RU №2774101, 04.10.2021) является наиболее точным, экономичным и эффективным методом. Он позволяет определять местоположение и размер внутренних дефектов в металле с высокой точностью и скоростью измерения без использования искусственного сейсмоакустического шума. Данный метод позволит обнаруживать местоположение и размер дефектов, образующихся в результате коррозии или эрозии, как внутри (водородное охрупчивание), так и на поверхности металла.

Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод о том, что для повышения безопасности эксплуатации установки каталитического риформинга необходимо предусмотреть актуализированную, отвечающую современным требованиям промышленной и экологической безопасности автоматизированную систему мониторинга технического состояния технологических трубопроводов, позволяющую выявлять дефекты на ранних стадиях и отслеживать их в режиме реального времени (online). Необходимо разрабатывать и внедрять устройства периодичности контроля за степенью износа оборудования и трубопроводов с использованием неразрушающих методов для предотвращения аварийных ситуаций. Для повышения безопасности производства была разработана новая схема алгоритма современного мониторинга коррозионно-эрозионного износа технологических трубопроводов (рисунок 1). Результатом реализации данной схемы стала система автоматизированного мониторинга коррозионно-эрозионного износа участков технологических трубопроводов, представляющая собой два параллельно работающих контура контроля. Один из них направлен на определение количественного параметра коррозии и эрозии, другой – на

обнаружение местоположения и размера дефекта как на внутренней стороне трубопровода, так внутри самого металла трубопровода.

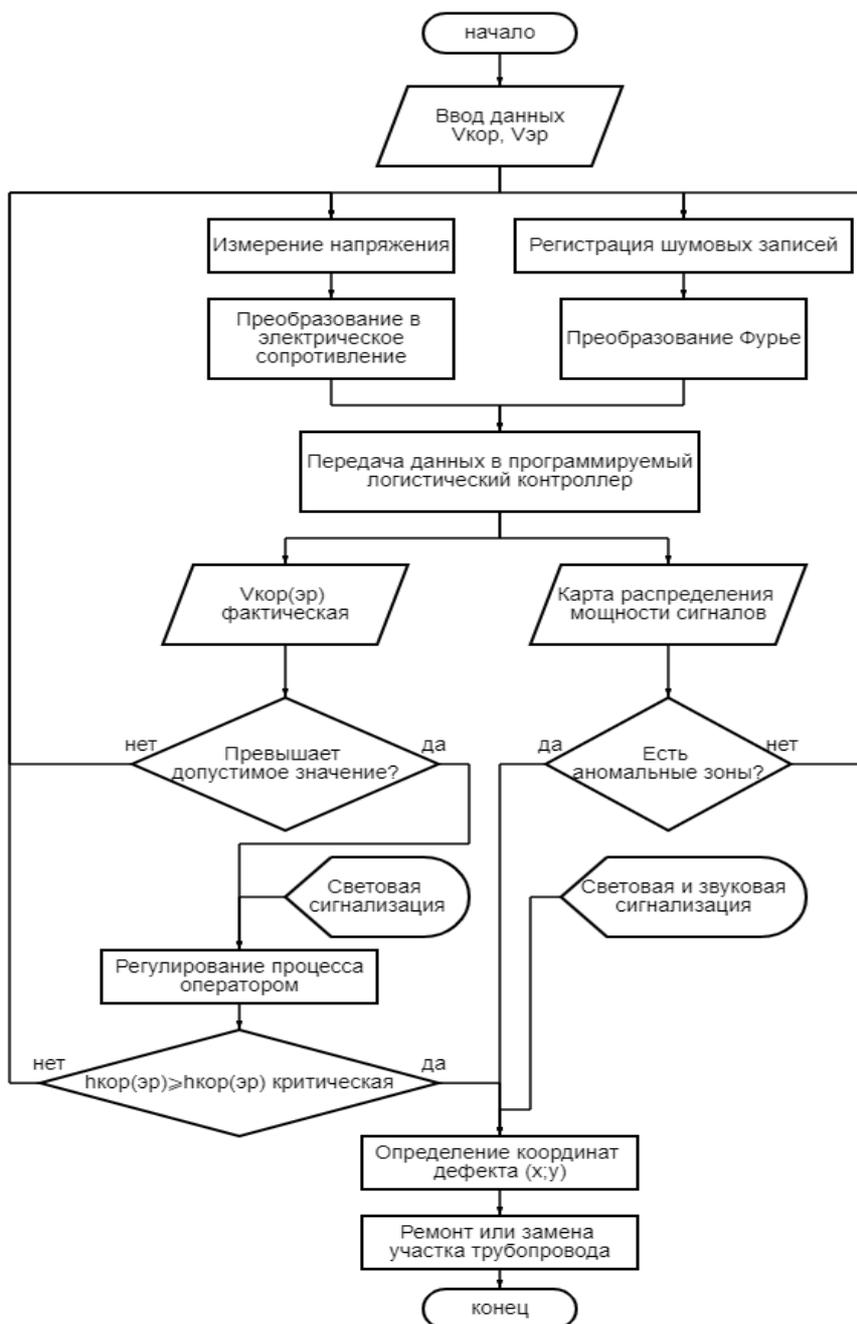


Рисунок 1. Схема-алгоритм мониторинга коррозионно-эрозионного износа технологического трубопровода ( $x, y$  – координаты дефекта;  $h_{кор(эр)}$  – глубина проникновения коррозии (эрозии);  $V_{кор}$  – скорость коррозии;  $V_{эр}$  – скорость эрозии)

В системе мониторинга предлагается использовать многоканальный датчик коррозии и эрозии, реализующий метод электрического сопротивления (патент RU №2744351 16.07.2020). Датчик позволяет в режиме реального времени оценивать скорость коррозии и эрозии по всему сечению трубопровода. Многоканальный датчик коррозии и эрозии, расположенный внутри трубопровода, снимает с чувствительной части измерения напряжения

постоянного тока и преобразует в электрическое сопротивление. Далее сигнал поступает на станцию управления и сбора данных, где вычисляются скорости коррозии и эрозии, с выводом значений на экран монитора. Значение сравнивается с заданной допустимой скоростью, в случае отклонения параметра срабатывает световая сигнализация, после которой оператор может скорректировать технологические параметры процесса (температуру, давление, расход, подачу ингибитора коррозии). Если же глубина проникновения коррозии (эрозии) больше или равна критическому значению, сигнал поступает на станцию обнаружения местоположения и размера дефектов, где срабатывает аварийная сигнализация. Также, на поверхности трубопровода для определения местоположения и размера внутренних дефектов в металле, предлагается установить акустические датчики (патент RU №2774101 от 4.10.2021 г.) с шагом 20-30 см.

Сигнал поступает на станцию сбора данных, где с помощью преобразования Фурье выстраивается карта распределения мощности сигнала и выводится на экран монитора. В случае наличия аномальных зон – отклонения от среднего значения – срабатывает режим «Аварийная сигнализация», оператор совершает остановку установки каталитического риформинга. После чего производится ремонт или замена аварийного участка технологического трубопровода.

Система мониторинга коррозии и эрозии позволит: прогнозировать текущее коррозионное состояние объекта контроля; измерять скорость коррозии и отображать (регистрировать) полученные результаты в режиме реального времени; сигнализировать о предаварийной ситуации; определять местоположение и размер дефекта (как на внутренней стороне трубопровода, так внутри самого металла стенки трубопровода); получать и анализировать данные о неравномерной коррозии; определять параметры протекающих коррозионных процессов и их статистические оценки; показывать динамику коррозионных процессов; управлять режимами работы автоматических регуляторов; осуществлять интеграцию с существующей на предприятии компьютерной сетью и диспетчерскими пунктами для повышения оперативности реакции в чрезвычайных ситуациях [1, 3-5].

Ниже представлена (рисунок 2) разработанная система мониторинга коррозионно-эрозионного износа участка технологического трубопровода реакторного блока установки каталитического риформинга с развернутой функциональной схемой автоматизации контура контроля коррозии и эрозии, а также выбраны средства автоматизации для контура контроля дефектов, представленные в таблице 2.

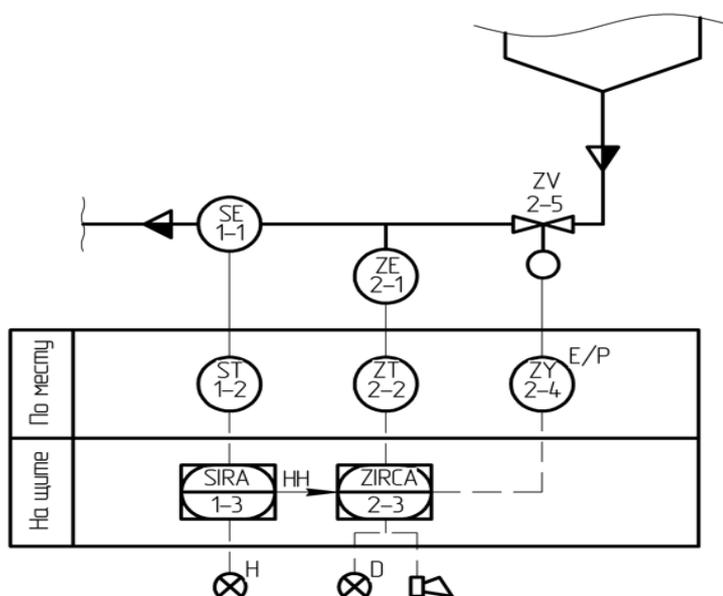


Рисунок 2. Развернутая функциональная схема автоматизации контура контроля скорости коррозии и эрозии (S), местоположения и размера дефекта (Z), где SE, ZE – чувствительный элемент; ST, ZT – нормирующий преобразователь; SIRA, ZIRCA – вторичный прибор (монитор), обеспечивающий включение сигнализации; ZY – преобразователь электрического сигнала в пневматический; ZV – клапан с пневмоприводом

Таблица 2. Средства автоматизации для контура контроля дефектов

Позиция на схеме	Марка	Наименование и техническая характеристика
1-1	Многоканальный датчик скорости коррозии и эрозии	Подходит для контроля объектов нефтегазовой сферы: технологических трубопроводов, перекачивающих многофазные среды. D = более 114 мм
1-2	AEDC857B с интерфейсом RS-485	Аналоговый преобразователь напряжения постоянного тока с унифицированным выходным сигналом 4-20 мА
1-3, 2-3	Yokogawa CX2000	Показывающий, регистрирующий и сигнализирующий прибор. Станция управления и сбора данных
2-1	BKS10	Акустический датчик, предназначенный для измерения шума, создаваемого конструкцией
2-2	P120 с интерфейсом RS-485	Аналоговый преобразователь звуковых импульсов с унифицированным выходным сигналом 4-20 мА
2-4	PK200	Электропневматический преобразователь (входные сигналы – 4-20 мА, выходные сигналы – 40-200 кПа)
2-5	KMP	Клапан, регулирующий с пневмоприводом с условным проходом 200 мм, рассчитан для работы при давлении до 10 МПа (температура регулируемой среды до +800 °С)

## Выводы

Для повышения безопасности эксплуатации установки каталитического риформинга необходимо разработать и внедрить систему автоматизированного

мониторинга технического состояния технологических трубопроводов, позволяющую контролировать процессы коррозии и эрозии трубопроводов. Разработанный алгоритм проведения мониторинга коррозионно-эрозионного износа технологических трубопроводов посредством применения методов неразрушающего контроля позволит оперативно обнаруживать дефекты, снизить риски разрушения и разгерметизации технологических трубопроводов, которые являются причинами аварийных ситуаций, тем самым, повысить безопасность эксплуатации установки каталитического риформинга. Данная система мониторинга может быть применена и на других установках НПЗ.

### **Литература**

1. Барахнина В.Б. Способы интенсификации биоочистки почвы и воды от нефти, нефтепродуктов и некоторых буровых отходов, дисс. канд. техн. наук. – Уфа, 1999. С. 24.
2. Ибрагимова Р.А., Жолобова Г.Н., Азнабаев И.Р. и др. Современные программные средства для расчета ущерба от аварий на нефтепроводах. Сборник научных трудов II международной научно-технической конференции «Защита окружающей среды от экотоксикантов», Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015, С. 132-136.
3. Ибрагимова Р.А., Киреев И.Р., Жолобова Г.Н. и др. Разработка программного средства для определения степени загрязнения почвы при авариях на нефтепроводах. Материалы XIX Международной научно-технической конференции «Проблемы строительного комплекса России», Т. 2, Изд-во УГНТУ, 2015. С. 463-464.
4. Фаррахова А.Т., Барахнина В.Б. Повышение промышленной и экологической безопасности на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, Экологический вестник России. 2016. №3. С. 25-28.

УДК 004.912

### **СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДНОЙ СЕТИ**

### **THE SYSTEM OF FORMATION OF DESIGNATIONS OF ELEMENTS OF THE PIPELINE NETWORK**

Сидоров Д.С., Саубанов В.С.,  
ООО «Петроинжиниринг», г. Уфа, Российская Федерация,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация  
D.S. Sidorov, V.S. Saubanov,  
Petroengineering LLC, Ufa, Russian Federation,

Ufa University of Science and Technology,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: s2d02@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья представляет исследование, целью которого является разработка приложения для автоматизации процесса формирования обозначений элементов трубопроводной сети в нефтегазовой отрасли. В контексте отрасли, где безопасность и эффективность имеют первостепенное значение, правильный выбор компонентов и оборудования для трубопроводной сети является ключевым фактором.

Статья подчеркивает важность соответствия выбранных элементов требованиям нормативной документации, поскольку неправильный выбор может привести к серьезным последствиям, включая аварии и угрозы для персонала. Учитывая динамичную природу нормативной базы, авторы предлагают разработку системы, способной автоматически анализировать нормативные документы и формировать обозначения в соответствии с последними требованиями.

Статья описывает задачи, поставленные перед разработчиками, включая разработку алгоритмов анализа нормативных документов, реализацию функциональности автоматического формирования обозначений, разработку пользовательского интерфейса, а также тестирование и оптимизацию системы. Основными преимуществами разработки являются автоматизация процесса, удобство использования и возможность автоматического обновления обозначений.

В статье представлена функциональная модель процесса формирования обозначений на основе нотации IDEF0, а также пользовательский интерфейс приложения. В заключении подчеркивается, что разработанное приложение значительно упростит и ускорит процесс формирования обозначений элементов трубопроводной сети, что в свою очередь повысит безопасность и эффективность работы объектов нефтегазовой отрасли.

**Abstract.** This article presents a study aimed at developing an application for automating the process of forming designations of pipeline network elements in the oil and gas industry. In the context of an industry where safety and efficiency are of paramount importance, the right choice of components and equipment for the pipeline network is a key factor.

The article emphasizes the importance of compliance of the selected elements with the requirements of regulatory documentation, since the wrong choice can lead to serious consequences, including accidents and threats to personnel. Given the dynamic nature of the regulatory framework, the authors propose the development of a system capable of automatically analyzing regulatory documents and forming designations in accordance with the latest requirements.

The article describes the tasks assigned to developers, including the development of algorithms for analyzing regulatory documents, the implementation

of the functionality of automatic designation generation, the development of the user interface, as well as testing and optimization of the system. The main advantages of the development are automation of the process, ease of use and the ability to automatically update designations.

The article presents a functional model of the notation formation process based on the IDEF0 notation, as well as the user interface of the application. In conclusion, it is emphasized that the developed application will significantly simplify and accelerate the process of forming designations of elements of the pipeline network, which in turn will increase the safety and efficiency of oil and gas industry facilities.

**Ключевые слова:** Автоматизация, обозначения, нормативные документы, эффективность, элементы трубопроводной сети.

**Keywords:** Automation, designations, regulatory documents, efficiency, elements of the pipeline network.

В нефтегазовой отрасли, где безопасность и эффективность играют ключевую роль, правильный выбор деталей, изделий и оборудования для трубопроводной сети имеет огромное значение. Неправильно подобранные элементы, несоответствующие нормативным требованиям, могут привести к серьезным последствиям, включая аварии, простои и даже угрозы для жизни и здоровья персонала.

Процесс подбора элементов тесно связан с унифицированными нормативными документами, которые являются основой для проектирования и эксплуатации объектов в данной отрасли. Однако динамичная природа нормативной базы приводит к постоянным изменениям и обновлениям в этих документах. Инженерам и проектировщикам приходится постоянно следить за этими изменениями и адаптировать свою работу в соответствии с актуальными требованиями.

Изменения нормативной базы создают сложности в точном формировании обозначений элементов трубопроводной сети, так как разные версии документов могут иметь различные требования и критерии выбора компонентов. Необходимость учитывать все изменения и выбирать подходящие обозначения в соответствии с последними версиями документов становится сложной задачей для специалистов в данной области.

Однако, разработка системы, способной автоматизировать процесс формирования обозначений на основе актуальных нормативных документов, может значительно облегчить эту задачу. Такой подход позволит оптимизировать процесс проектирования, ускорить запуск объектов в эксплуатацию и минимизировать риски, связанные с неправильным выбором компонентов. Таким образом, актуальность данной проблемы заключается в обеспечении безопасности и эффективности работы объектов нефтегазовой отрасли в условиях постоянно меняющейся нормативной среды.

В данной работе рассматривается создание методики подбора обозначений параметров, направленной на автоматизацию процесса

формирования обозначений элементов трубопроводной сети в нефтегазовой отрасли.

Целью данной методики будет повышение эффективности проектирования и эксплуатации объектов путем точного соответствия выбранных элементов требованиям нормативной документации, а также минимизация рисков, связанных с неправильным выбором компонентов.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать алгоритмы и методы анализа нормативных документов: требуется создание системы, способной анализировать и интерпретировать актуальные нормативные документы для определения требований к обозначениям элементов трубопроводной сети;

2. Реализовать функциональность автоматического формирования обозначений: необходимо разработать механизмы для автоматического формирования обозначений элементов трубопроводной сети на основе подобранных справочных данных и учета их последних версий;

3. Разработка пользовательского интерфейса: создание удобного и интуитивно понятного интерфейса приложения для пользователей, что позволит им легко взаимодействовать с системой;

4. Провести тестирование и оптимизацию: необходимо провести тестирование разработанной системы на различных случаях использования и оптимизировать ее работу для обеспечения эффективного и надежного функционирования в различных условиях.

Решение указанных задач позволит разработать систему, способную значительно упростить и ускорить процесс формирования обозначений элементов трубопроводной сети в нефтегазовой отрасли, что в свою очередь повысит безопасность и эффективность работы объектов данной отрасли.

Главными достоинствами разработки системы формирования обозначений являются:

– Автоматизация процесса формирования обозначений элементов трубопроводной сети, что значительно сократит время и усилия, затрачиваемые на этот процесс. Вместо долгого ручного создания обозначений система будет выполнять это задание быстро и эффективно.

– Удобный и интуитивно понятный интерфейс для пользователей позволит пользователям легко взаимодействовать с системой и быстро получать необходимые обозначения.

– Автоматизированная система позволит упростить обновление обозначений при изменениях в нормативах. Это обеспечивает актуальность данных и исключает необходимость ручного вмешательства при изменениях в требованиях к обозначениям.

Функциональная модель процесса формирования обозначений элементов трубопроводной сети на основе нотации IDEF0 представлена ниже (рисунки 1 – 3).

Процесс нулевого уровня «Формирование обозначений элементов трубопроводной сети» декомпозируется на подпроцессы «Анализ требований и

параметров проекта», «Подбор рекомендуемых параметров фитинга» и «Вывод обозначения фитинга».

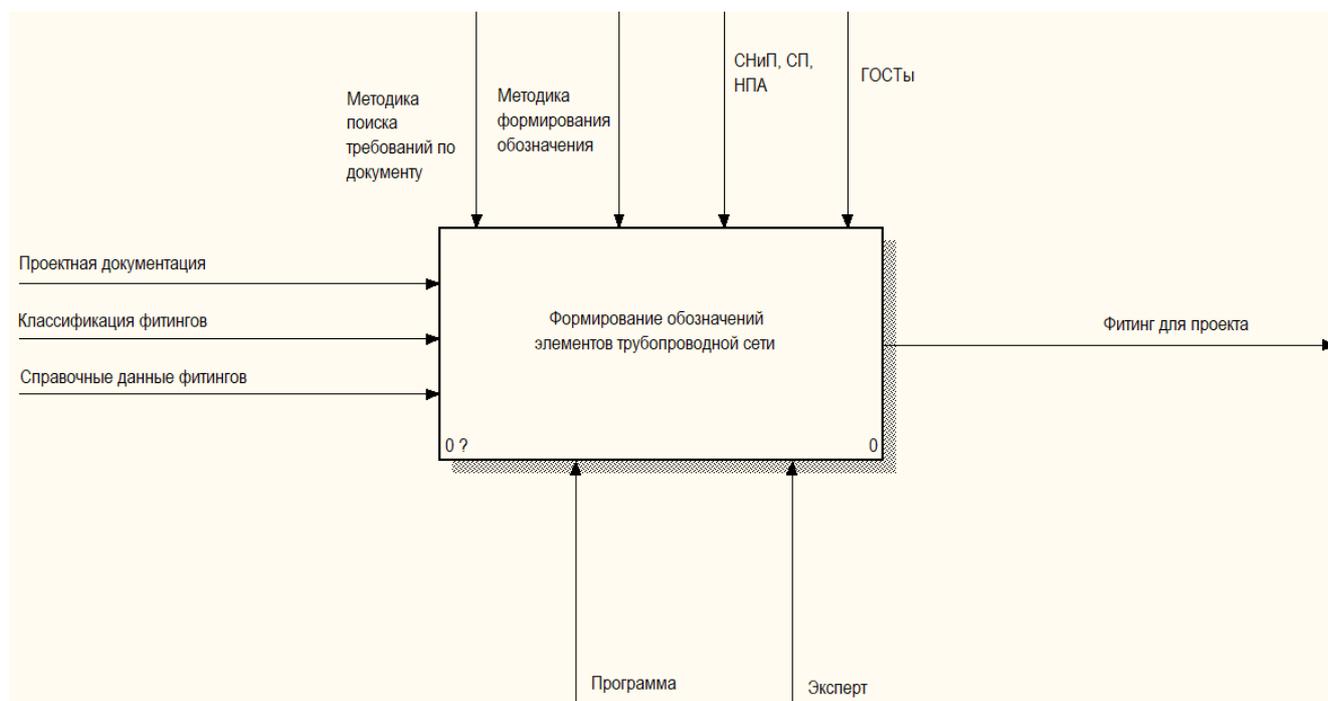


Рисунок 1. Контекстная диаграмма

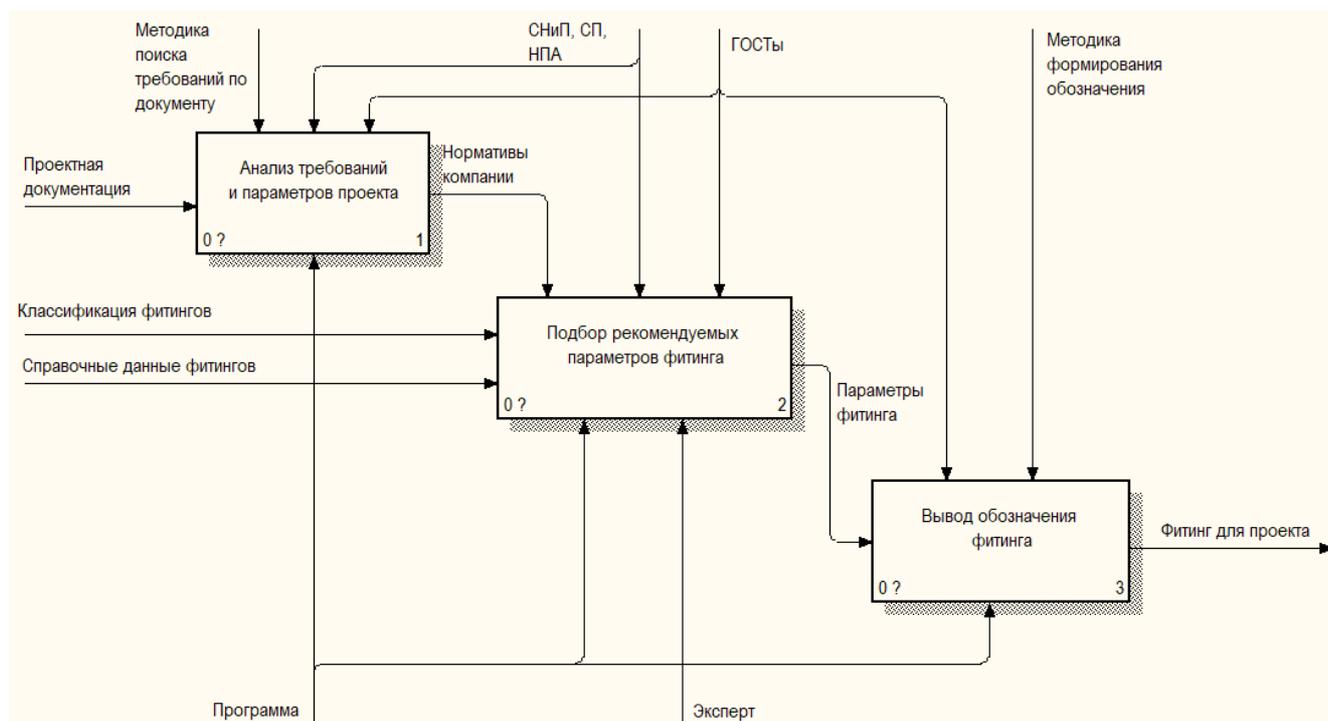


Рисунок 2. Декомпозиция процесса «Формирование обозначения элемента трубопроводной сети»

При декомпозиции блока «Подбор рекомендуемых параметров фитинга» можно выделить 3 подпроцесса: поиск и выбор классификаторов, поиск и выбор справочных данных и оценка качества и достоверности подобранных данных.

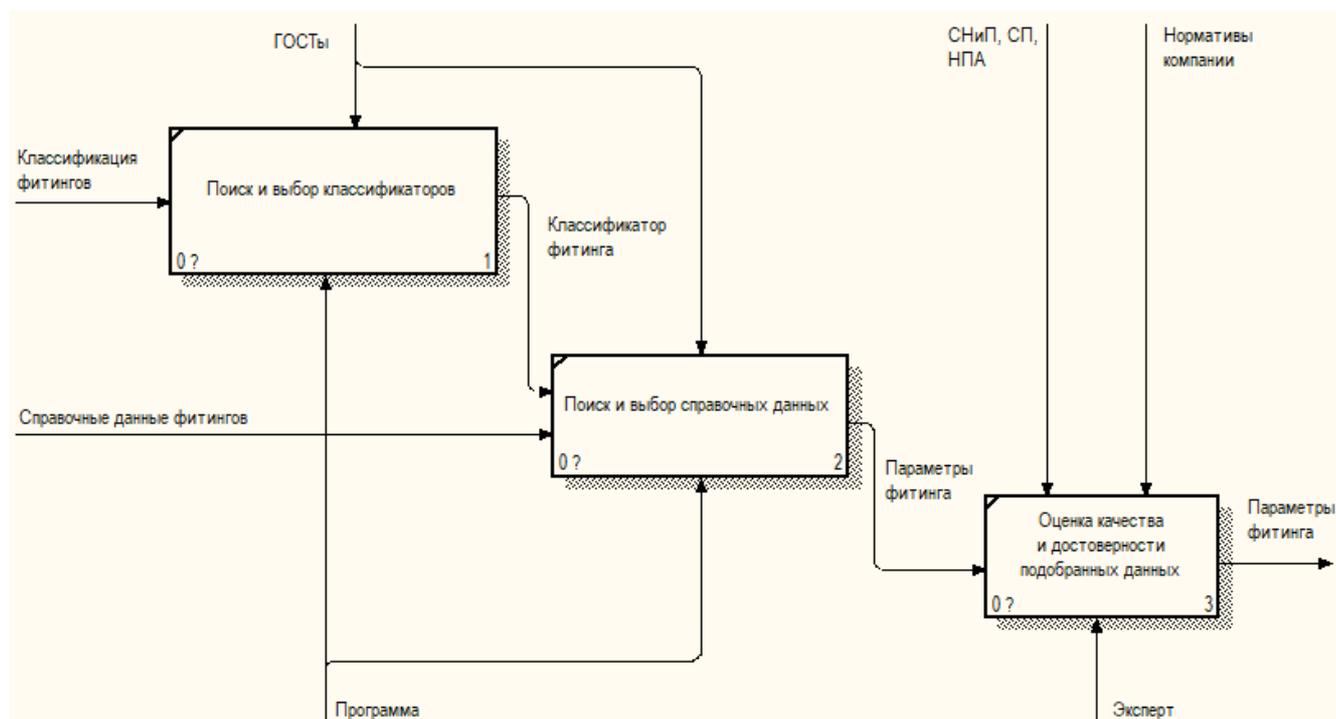


Рисунок 3. Декомпозиция процесса «Подбор рекомендуемых параметров фитинга»

Пользовательский интерфейс системы формирования обозначений элементов трубопроводной сети представлен ниже (Рисунок 44).

■ Система формирования модификаций

1. Выберите нормативный документ:  
 ВР4-0-6-03\_ЕТТ-0116\_V-2.docx

2. Выберите элемент трубопроводной сети:  
 Отвод

№	Наименование параметра	Обозначение
1	Вид МТР	ОКШ
2	Угол поворота/изгиба	90
3	Диаметр присоединяемой трубы	820
4	Толщина стенки присоединяемой трубы	8
5	Класс прочности	К48
6	Материальное исполнение	1/0
7	Радиус изгиба	1,5D
8	Тип наружного покрытия	0
9	Тип внутреннего покрытия	0
10	Наличие тепловой изоляции	0
11	Строительные длины ОГГ	н
12	Исполнение	х

Сформировать обозначение

Модификация: ОКШ90-820х8К48-1/0-1,5D000-нх

Рисунок 4. Интерфейс приложения

Форма интерфейса состоит из 4 частей:

Первая часть формы предназначена для выбора нормативного документа, на основе которого будет формироваться обозначение элемента трубопроводной сети.

Вторая часть предназначена для выбора элемента трубопроводной сети, обозначение которого будет формироваться.

Третья часть предназначена для выбора параметров элемента трубопроводной сети, предложенных нормативным документом.

Четвертая часть предназначена для формирования и вывода обозначения элемента трубопроводной сети.

Пользователь должен выбрать нормативный документ, элемент трубопроводной сети, выбрать подобранные параметры элемента и нажать на кнопку «Сформировать обозначение» после чего в нижней текстовой строке отобразится сформированное обозначение.

## **Выводы**

Таким образом, разработанная система формирования обозначений элементов трубопроводной сети позволяет повысить эффективность проектирования и эксплуатации объектов путем точного соответствия выбранных элементов требованиям нормативной документации, а также минимизация рисков, связанных с неправильным выбором компонентов.

## **Литература**

1. Сидоров Д. С., Саубанов В. С. – Система подбора справочных данных и классификаторов для выполнения расчетов фитингов. Уфа, 2023. С. 3.
2. Лукоянова, П. М., Беляев, И. И. – Стандарты для производства труб. Екатеринбург, 2019. С. 64.
3. Байков И. Р., Рязанов Н. Р., Китаев С. В. – Определение оптимальных параметров промысловых трубопроводов. Уфа, 2017. С. 6.
4. Протасова И. В. – Работа с электронными нормативными документами. Воронеж, 2009. С. 9.

УДК 004.67

## **ПРИМЕНЕНИЕ PANDAS ДЛЯ АНАЛИЗА ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ INFORMATION TECHNOLOGIES USED FOR THE ORGANIZATION OF DIRECTIONAL DRILLING**

Фатихов В.В., Емельянов М.В., Зигангирова Ю.В.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация

V.V. Fatikhov, M.V. Emelyanov, Yu.V. Zigangirova,  
FSBEI HE “Ufa University of Science and Technology”,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: vadik.fatikhov2005@gmail.com, emalanov774@gmail.com

**Аннотация.** Анализ геомагнитных данных становится все более важным в контексте исследований космической погоды и ее воздействия на нашу планету. Использование библиотеки Pandas в Python предоставляет мощный инструментарий для обработки и анализа таких данных.

Pandas позволяет легко импортировать данные из различных источников, таких как файлы CSV или базы данных, и предоставляет множество функций для их манипуляции и анализа. При анализе геомагнитных данных, важно уметь проводить их визуализацию, выявлять тренды и паттерны.

С Pandas можно легко проводить вычисления статистик, таких как среднее значение, медиана, стандартное отклонение и другие. Это позволяет получить представление о распределении геомагнитных параметров во времени и пространстве.

Кроме того, Pandas предоставляет средства для объединения данных из разных источников, фильтрации, сортировки и группировки данных, что может быть полезно при работе с большими объемами информации.

В заключение, использование Pandas для анализа геомагнитных данных позволяет исследователям эффективно проводить исследования в этой области, выявлять закономерности и делать выводы, вносящие вклад в наше понимание геомагнитных явлений и их влияния на окружающую среду.

**Abstract.** Analysis of geomagnetic data is becoming increasingly important in the context of space weather research and its impact on our planet. Using the Pandas library in Python provides a powerful toolkit for processing and analyzing such data.

Pandas allows easy importing of data from various sources, such as CSV files or databases, and offers a multitude of functions for manipulation and analysis. When analyzing geomagnetic data, it is important to be able to conduct visualization, identify trends, and patterns.

With Pandas, statistical computations such as mean, median, standard deviation, and others can be easily performed. This allows gaining insights into the distribution of geomagnetic parameters over time and space.

Additionally, Pandas provides tools for merging data from different sources, filtering, sorting, and grouping data, which can be useful when working with large volumes of information.

In conclusion, using Pandas for the analysis of geomagnetic data enables researchers to efficiently conduct studies in this field, identify regularities, and make conclusions that contribute to our understanding of geomagnetic phenomena and their impact on the environment.

**Ключевые слова:** геомагнитные данные, космическая погода, визуализация, тренды, паттерны, статистические вычисления, распределение данных, импорт данных, объединение данных, фильтрация данных, сортировка данных, группировка данных, Пандас (Pandas).

**Key words:** geomagnetic data, space weather, visualization, trends, patterns, statistical computations, data distribution, data import, data merging, data filtering, data sorting, data grouping, Pandas.

### **Введение.**

Геомагнитные данные представляют собой информацию магнитном поле Земли, которое включает различные параметры, измеряемые и регистрируемые в различных точках нашей планеты. Эти данные играют ключевую роль в понимании магнитного окружения Земли и его взаимодействия с внешним космическим пространством.

Одним из основных параметров геомагнитных данных является магнитное поле Земли, которое характеризуется направлением и силой магнитного поля в различных точках поверхности Земли. Этот параметр важен для понимания геомагнитных возмущений, таких как магнитные бури, которые могут оказывать влияние на технологические системы и биологические организмы.

Другие важные параметры геомагнитных данных включают интенсивность магнитного поля, его компоненты в разных направлениях (например, горизонтальная и вертикальная составляющие), а также геомагнитные индексы, которые являются показателями активности магнитного поля.

Геомагнитные данные собираются с помощью различных инструментов, таких как магнитометры, расположенные на наземных станциях, спутниках и даже подводных аппаратах. Эти данные затем обрабатываются и анализируются с целью выявления паттернов, трендов и аномалий в магнитном поле Земли.

Использование геомагнитных данных простирается на множество областей, включая научные исследования в области геофизики, космической погоды, навигации, а также в практических приложениях, таких как разработка систем защиты от геомагнитных возмущений и прогнозирование их воздействия на технологии и живые организмы.

Анализ геомагнитных данных имеет важное значение для понимания магнитного окружения Земли и его воздействия на нашу планету. Эти данные помогают выявлять геомагнитные возмущения, прогнозировать магнитные бури и их влияние на технологии и биосистемы. Путем анализа геомагнитных данных ученые могут также исследовать взаимодействие солнечного ветра с магнитосферой, формирование аурор и другие явления. Этот анализ не только способствует углубленному пониманию физических процессов в магнитосфере, но и имеет практическое значение для разработки методов прогнозирования и защиты от геомагнитных возмущений.

## **Основы Pandas.**

Для установки библиотеки Pandas в Python можно воспользоваться пакетным менеджером pip: "pip install pandas". После успешной установки Pandas, её можно импортировать в свой проект с помощью команды "import pandas as pd". Это даст доступ к функционалу Pandas, который облегчит работу с данными, включая импорт, обработку, анализ и визуализацию данных.

Для создания DataFrame в Pandas можно воспользоваться конструктором pd.DataFrame(), передавая данные в виде словаря, списка или массива NumPy. Затем можно выполнять различные операции, такие как добавление новых столбцов, фильтрация данных, группировка и агрегация. Примеры включают использование методов df.head() для просмотра первых строк DataFrame, df.describe() для получения описательной статистики, и df.plot() для визуализации данных. DataFrame также поддерживает индексацию, сортировку и множество других операций, что делает его мощным инструментом для анализа и манипуляции данными.

В Pandas основные операции с данными включают чтение и запись данных из различных источников, фильтрацию, сортировку, группировку и агрегацию данных, добавление и удаление столбцов, обработку пропущенных значений, а также визуализацию данных. Операции индексации и срезов позволяют выбирать нужные части данных. Pandas также поддерживает объединение и соединение данных из разных источников. Эти операции обеспечивают гибкость и мощные инструменты для анализа и манипуляции данными в Python.

### **Загрузка геомагнитных данных в Pandas.**

Библиотека Pandas поддерживает множество форматов данных, включая CSV, Excel, JSON, SQL, HTML, XML, HDF5, Parquet, и многие другие. Это позволяет импортировать и экспортировать данные из различных источников и в различные форматы, обеспечивая удобство и гибкость при работе с данными. Кроме того, Pandas предоставляет мощные инструменты для работы с данными в этих форматах, такие как чтение, запись, фильтрация, и анализ, делая его популярным выбором для обработки и анализа данных в Python.

Анализ геомагнитных данных с помощью Pandas: Очистка данных в анализе геомагнитных данных с помощью Pandas включает в себя ряд шагов:

1. Обнаружение пропущенных значений: Используйте методы Pandas, такие как isnull() и info(), чтобы идентифицировать пропущенные значения в данных.

2. Обработка пропущенных значений: Примените методы Pandas, такие как dropna() для удаления строк или столбцов с пропущенными значениями, или fillna() для замены пропущенных значений на определенные значения.

3. Обработка дубликатов: Используйте метод duplicated() для обнаружения дубликатов и метод drop\_duplicates() для удаления дубликатов из DataFrame.

4. Проверка типов данных: Убедитесь, что типы данных каждого столбца соответствуют ожидаемым. Можно использовать методы `info()` или `dtype` для проверки типов данных.

5. Обработка выбросов: Проведите анализ данных на наличие выбросов и примените методы фильтрации или замены, чтобы обработать их.

6. Проверка на соответствие: Проверьте данные на соответствие предполагаемым диапазонам и значениям. При необходимости произведите коррекцию или удалите аномалии.

Эти шаги помогут очистить данные и подготовить их для более дальнейшего анализа и визуализации.

### **Статистический анализ геомагнитных данных.**

Статистический анализ геомагнитных данных играет важную роль в понимании и предсказании различных явлений в околоземном пространстве. В этом анализе применяются различные методы, включая корреляционный анализ, регрессионный анализ и кластерный анализ.

Корреляционный анализ — это метод, который используется для оценки силы и направления связи между двумя или более переменными. В контексте геомагнитных данных, корреляционный анализ может помочь определить, есть ли взаимосвязь между изменениями в геомагнитном поле и другими факторами, такими как солнечная активность или погодные условия. Этот анализ может помочь установить, насколько различные переменные влияют на геомагнитные данные и как они взаимосвязаны.

Регрессионный анализ — это метод, который используется для оценки отношения между зависимой переменной и одной или несколькими независимыми переменными. В контексте геомагнитных данных, регрессионный анализ может помочь предсказать изменения в геомагнитном поле на основе других переменных, таких как солнечная активность, временные факторы и географические характеристики. Этот метод может быть полезен для прогнозирования будущих изменений в геомагнитном поле и понимания факторов, влияющих на эти изменения.

Кластерный анализ — это метод, который используется для выявления групп или кластеров в наборе данных на основе их сходства. В контексте геомагнитных данных, кластерный анализ может помочь выявить различные паттерны или группы в геомагнитных данных, что может указывать на различные режимы работы геомагнитного поля или наличие различных процессов, влияющих на его изменения. Этот анализ может помочь улучшить понимание структуры и динамики геомагнитного поля.

Итак, эти методы статистического анализа геомагнитных данных позволяют исследователям извлекать ценные знания из сложных наборов данных, что способствует лучшему пониманию процессов, происходящих в околоземном пространстве.

## Выводы

В заключение, применение библиотеки Pandas для анализа геомагнитных данных представляет собой мощный инструмент, обеспечивающий удобный и эффективный способ работы с данными. Pandas позволяет исследователям импортировать, очищать, анализировать и визуализировать геомагнитные данные, обеспечивая широкий набор функций для обработки и исследования различных аспектов магнитного поля Земли. Благодаря удобству использования и гибкости Pandas исследователи могут быстро и эффективно исследовать временные ряды, выявлять тренды и аномалии, а также делать выводы, вносящие вклад в наше понимание геомагнитных явлений и их воздействия на окружающую среду. Использование Pandas способствует более глубокому исследованию геомагнитных данных и улучшает наши возможности предсказания и понимания магнитных явлений на Земле.

## Литература

1. Пилипенко, В. А., А. А. Черников, А. А. Соловьев, Н. В. Ягова, Я. А. Сахаров, Д. В. Кудин, Д. В. Костарев, О. В. Козырева, А. В. Воробьев, и А. В. Белов, (2023), Влияние космической погоды на надежность функционирования транспортных систем на высоких широтах, *Russian Journal of Earth Sciences*, – Т. 23, ES2008, 10.2205/2023ES000824.
2. Воробьев А.В., Соловьев А.А., Пилипенко В.А., Воробьева Г.Р. Интерактивная компьютерная модель для прогноза и анализа полярных сияний // *Солнечно-земная физика*. 2022. – Т. 8, № 2. – С. 93-100.
3. Воробьев, А.В. Подход к динамической визуализации разнородных геопространственных векторных изображений / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // *Компьютерная оптика*. – 2024. – Т. 48, No – С. 123-138.

УДК 004.67

## ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНУЮ ТЕХНИКУ В ИНКЛИНОМЕТРИИ

### THE INFLUENCE OF SPACE WEATHER ON INFORMATION MEASURING TECHNOLOGY IN INCLINOMETRY

Якименко А.А., Якупов Е.Р., Зигангирова Ю.В.,  
 ФГБОУ ВПО «Уфимский университет науки и технологий»,  
 г. Уфа, Российская Федерация  
 А.А. Yakimenko, E.R. Yakupov, J.V. Zigangirova,  
 Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

e-mail: zhenya.yakupov.01@mail.ru

**Аннотация.** Исследование посвящено изучению влияния космической погоды на информационное измерительное оборудование в области инклинометрии. В данной статье рассматривается воздействие геомагнитных бурь, солнечных вспышек и других явлений космической погоды на точность измерений оборудования, используемого в области инклинометрии, такие как акселерометры и гироскопы. В аннотации основное внимание уделяется анализу того, как электромагнитные возмущения, возникающие в результате космических явлений, могут влиять на функционирование и точность измерительной техники. Также рассматриваются возможные методы минимизации негативного влияния космической погоды на технику инклинометров, а также коррекция и устранения возможного влияния космической погоды на работу измерительного оборудования. Полученные результаты могут быть полезны для специалистов в области геодезии, геологии и строительства, а также для разработки технологий, обеспечивающих надежность и точность измерительных систем в условиях космической активности. Результаты исследования могут быть использованы для разработки стандартов и руководств по использованию измерительного оборудования в условиях космической погоды. Исследование подчеркивает важность сотрудничества между учеными, инженерами и пользователями измерительного оборудования для повышения устойчивости к космической погоде.

**Abstract.** The research is devoted to the study of the influence of space weather on information measurement equipment in the field of inclinometry. This paper examines the effects of geomagnetic storms, solar flares, and other space weather phenomena on the measurement accuracy of equipment used in the field of inclinometry, such as accelerometers and gyroscopes. Abstract The focus is on analyzing how electromagnetic disturbances resulting from space phenomena can affect the operation and accuracy of measurement equipment. Also discussed are possible methods of minimizing the negative effects of space weather on inclinometer equipment, as well as correction and elimination of possible space weather effects on the operation of measurement equipment. The obtained results can be useful for specialists in the field of geodesy, geology and construction, as well as for the development of technologies that ensure the reliability and accuracy of measurement systems in the conditions of space activity. The results of the study can be used to develop standards and guidelines for the use of measurement equipment in space weather conditions. The study emphasizes the importance of collaboration between scientists, engineers and users of measurement equipment to improve resilience to space weather.

**Ключевые слова:** инклинометр, бурение, механические компасы, гироскопические датчики.

**Keywords:** inclinometr, drilling, mechanical compasses, gyroscopic sensors.

Инклинометрия — это раздел геологии, который занимается изучением ориентации и углов наклона геологических структур. Она используется для

определения глубины и направления залегания различных геологических объектов, таких как пласты горных пород, рудные тела и подземные воды. Инклинометры — это приборы, которые используются для измерения этих углов наклона и ориентации. Он широко используется в различных областях, таких как: Геология: Измерение наклона пластов и структур горных пород. Строительство: Проверка вертикальности зданий, мостов и других конструкций. Горное дело: Определение угла наклона шахт и туннелей. Морское дело: Измерение наклона судов и морских сооружений. Машиностроение: Установка и выравнивание оборудования. Медицина: Измерение осанки, походки и других параметров движения человека.

Существует 4 типа инклинометра:

- 1) магнитный;
- 2) электрический;
- 3) фотографический;
- 4) гироскопический.

Магнитная инклинометрия – это метод измерения ориентации и углов наклона буровой скважины относительно магнитного поля Земли. Этот метод основан на использовании магнитных сенсоров, которые измеряют интенсивность и направление магнитных полей вокруг них.

В процессе бурения скважины, магнитные инклинометры прикрепляются к нижней части бурильной колонны и измеряют магнитное поле Земли. Затем эти данные передаются на поверхность, где они анализируются и используются для определения ориентации скважины.

Магнитная инклинометрия имеет ряд преимуществ, включая высокую точность, надежность, простоту использования и относительно низкую стоимость. Однако этот метод может быть ограничен в применении в районах с высоким уровнем магнитных помех, таких как железные руды или промышленные объекты. В таких случаях могут потребоваться дополнительные методы измерения, такие как гироскопическая инклинометрия.

Электрическая инклинометрия – это метод измерения угла наклона или инклинометрии, основанный на использовании электрических принципов. Это бесконтактный метод, который не требует физического контакта с объектом для измерения его наклона.

Принцип работы электрической инклинометрии заключается в измерении изменений электрического сопротивления между двумя электродами, расположенными на объекте, в зависимости от его наклона. Когда объект находится в вертикальном положении, электрическое сопротивление между электродами минимально. При наклоне объекта сопротивление увеличивается.

Электрическая инклинометрия используется в различных отраслях промышленности, таких как строительство, горнодобывающая промышленность, производство и транспортировка жидкостей и газов, а также в системах контроля и управления технологическими процессами. Этот метод позволяет точно и быстро измерять углы наклона объектов без необходимости контакта с ними, что делает его безопасным, надежным и простым в использовании.

Фотографическая инклинометрия – является методом измерения угла наклона объекта на основе анализа изображений. Этот метод основан на использовании специальных камер и программного обеспечения для обработки изображений.

Суть метода заключается в том, что камера снимает объект под разными углами и затем анализирует полученные изображения. Программа определяет координаты точек на изображении и вычисляет угол наклона объекта.

Фотографическая инклинометрия может использоваться в различных областях, где необходимо измерять углы наклона объектов. Например, в строительстве, геодезии, горном деле, производстве и других отраслях.

Одним из преимуществ этого метода является то, что он позволяет измерять углы с высокой точностью и в реальном времени. Кроме того, фотографическая инклинометрия позволяет получать данные о наклоне объекта в трехмерном пространстве, что может быть полезно в некоторых случаях.

Однако, следует отметить, что этот метод может быть более дорогим, чем другие методы инклинометрии, и требует наличия специального оборудования и программного обеспечения.

Гирскопическая инклинометрия основана на использовании гироскопов для измерения углов наклона. Гироскопы — это устройства, которые измеряют изменение угла поворота объекта вокруг своей оси.

Гирскопическая инклинометрия применяется в различных отраслях, где необходимо контролировать наклон объектов, таких как корабли, самолеты, космические аппараты и другие. Она позволяет определять углы наклона объекта с высокой точностью и в режиме реального времени.

Основным преимуществом гирскопической инклинометрии является ее высокая точность и надежность. Однако, она также имеет некоторые недостатки, такие как высокая стоимость оборудования и необходимость его регулярной калибровки.

#### **Применение инклинометрии.**

Инклинометрия имеет множество применений, в том числе: Обеспечение безопасности: Проверка наклона зданий и сооружений для предотвращения обрушения.

Мониторинг окружающей среды: Измерение наклона склонов и других геологических структур для выявления потенциальных оползней и других опасностей.

Улучшение производительности: Оптимизация работы оборудования путем обеспечения правильного выравнивания.

Контроль качества: Проверка соответствия строительных конструкций и других объектов установленным стандартам.

Научные исследования: Изучение наклона и движения земной коры, ледников и других природных объектов.

Мониторинг деформаций: Инклинометры можно использовать для измерения небольших изменений в наклоне или движении конструкций или геологических структур. Это позволяет выявлять потенциальные проблемы на ранней стадии и принимать меры по их устранению.

**Исследование землетрясений:** Инклинометры используются для изучения движения земной коры во время и после землетрясений. Это помогает ученым понять механизмы землетрясений и разработать меры по снижению риска.

**Исследование ледников:** Инклинометры используются для измерения движения ледников и ледяных щитов. Это помогает ученым изучать изменения климата и прогнозировать будущий уровень моря.

**Военная разведка:** Инклинометры используются в военной разведке для измерения угла наклона артиллерийских орудий и других систем вооружения. Это обеспечивает точное наведение и повышает эффективность стрельбы.

#### **Виды влияния космической погоды.**

Космическая погода может влиять на ИИТ в инклинометрии несколькими способами:

**Магнитные бури:** Магнитные бури — это внезапные возмущения в магнитном поле Земли, вызванные выбросами корональной массы с Солнца. Они могут индуцировать токи в ИИТ, что приводит к ошибкам измерения.

**Геомагнитные возмущения:** Геомагнитные возмущения — это более слабые и длительные возмущения в магнитном поле Земли. Они также могут вызывать токи в ИИТ, но их влияние обычно менее выражено, чем у магнитных бурь.

**Космические лучи:** Космические лучи — это высокоэнергетические частицы из космоса. Они могут проникать в ИИТ и вызывать сбои в работе электронных компонентов.

**Солнечные вспышки:** Солнечные вспышки — это внезапные выбросы энергии с поверхности Солнца. Они могут испускать электромагнитное излучение, которое может влиять на работу ИИТ.

#### **Влияние космической погоды на ИИТ.**

**Влияние на электронику.** Космическая погода может генерировать геомагнитные бури и солнечные вспышки, которые могут вызывать помехи в электронике. Инклинометры часто полагаются на электронные датчики и системы обработки данных, которые могут быть чувствительны к этим помехам. Это может привести к неточным измерениям и сбоям в работе оборудования.

**Влияние на сигналы GPS.** Многие современные инклинометры используют системы глобального позиционирования (GPS) для определения местоположения и ориентации. Космическая погода может вызывать возмущения в ионосфере, что приводит к ошибкам в сигналах GPS. Это может повлиять на точность инклинометрических измерений, особенно в областях с высоким уровнем геомагнитной активности.

**Влияние на магнитные датчики.** Инклинометры часто используют магнитные датчики для измерения наклона. Космическая погода может вызывать изменения в магнитном поле Земли, что может влиять на точность этих датчиков. Это может привести к неточным измерениям наклона, особенно в областях с высокой геомагнитной активностью.

**Меры по смягчению последствий.** Чтобы смягчить влияние космической погоды на инклинометрию, можно предпринять следующие меры: использование экранированных кабелей и корпусов, использование

защищенного от помех оборудования, использование резервных систем и дублирование датчиков, калибровка оборудования перед использованием в областях с высокой геомагнитной активностью, мониторинг космической погоды и планирование измерений в периоды низкой геомагнитной активности, обучение персонала влиянию космической погоды и мерам по смягчению последствий.

### **Будущие направления исследований.**

Несмотря на значительный прогресс в понимании влияния космической погоды на ИИТ в инклинометрии, остаются области для дальнейших исследований: Разработка более устойчивых к космической погоде ИИТ с использованием новых материалов и технологий. Улучшение моделей и прогнозов космической погоды для более эффективного смягчения ее последствий. Исследование долгосрочных эффектов космической погоды на ИИТ в инклинометрии. Разработка новых методов калибровки и проверки ИИТ в условиях космической погоды. Продолжающиеся исследования в этих областях позволят еще больше повысить точность и надежность инклинометрических измерений в условиях меняющихся условий космической погоды.

### **Выводы**

Космическая погода может представлять значительную угрозу для информационно-измерительная техника, используемой в инклинометрии. Понимание ее влияния и принятие мер по смягчению последствий имеет решающее значение для обеспечения точных и надежных измерений. Реализуя надлежащие меры защиты, операторы инклинометров могут повысить устойчивость своих систем к воздействиям космической погоды.

### **Литература**

1. Соловьев А.А., Хохлов А.В., Жалковский Е.А., Березко А.Е., Лебедев А.Ю., Харин Е.П., Шестопалов И.П., Мандеа М., Кузнецов В.Д., Бондарь Т.Н., Нечитайленко В.А., Рыбкина А.И., Пятыгина О.О., Шибаева А.А. Атлас магнитного поля Земли / Под ред. Гвишиани А.Д., Фролова А.В., Лапшина В.Б. // Москва. ГЦ РАН. 2012. С. 364.
2. Кузнецов В.Д. Солнечные источники космической погоды / Под ред. Григорьева А.И. и Зеленого Л.М. // Труды Международной конференции «Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле», Москва, 4–8 июня 2012 г. ИКИ РАН. 2013.
3. Минлигареев В.Т., Репин А.Ю., Хотенко Е.Н. и др. Влияние космической погоды на технические средства и системы // XI Всероссийская научно-техническая конференция «Метрология в радиоэлектронике» Материалы конференции. Менделеево, 19–21 июня 2018 г. Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2018.
4. Скопинцев В.А. Качество электроэнергетических систем: надежность, безопасность, экономичность, живучесть. -М.: Энергоатомиздат, 2009. С. 332.

5. Пилипенко, В. А., А. А. Черников, А. А. Соловьев, Н. В. Ягова, Я. А. Сахаров, Д. В. Кудин, Д. В. Костарев, О. В. Козырева, А. В. Воробьев, и А. В. Белов, (2023), Влияние космической погоды на надежность функционирования транспортных систем на высоких широтах, Russian Journal of Earth Sciences, – Т. 23, ES2008, 10.2205/2023ES000824.

6. Воробьев А.В., Соловьев А.А., Пилипенко В.А., Воробьева Г.Р. Интерактивная компьютерная модель для прогноза и анализа полярных сияний // Солнечно-земная физика. 2022. – Т. 8, № 2. – С. 93-100.

7. Воробьев, А.В. Подход к динамической визуализации разнородных геопространственных векторных изображений / А. В. Воробьев, Г. Р. Воробьева // Компьютерная оптика. – 2024. – Т. 48, No 1. – С. 123-138.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ,  
УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ**

УДК 004.942

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОЦЕНОК ДЛЯ ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ  
РЕКОМЕНДАЦИЙ**

**FORECASTING ASSESSMENTS FOR THE TASK OF CREATING  
RECOMMENDATIONS**

Абросимова М.А.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
г.Уфа, Российская Федерация

M.A. Abrosimova,  
FSBEI HE “Ufa state petroleum technological university”, Ufa, Russian Federation

e-mail: m.abrosimova@gmail.com

**Аннотация.** Точность рекомендаций зависит от ряда факторов, в т.ч. и от того, насколько плотной является исходная матрица оценок. При сильной разреженности матрицы для подбора значений в пустых ячейках можно использовать методы машинного обучения, в частности, метод главных компонент. Практическая реализация метода связана с сингулярным разложением исходной матрицы на компоненты и ограничение их размера путем выбора количества главных компонент. Значения новой матрицы оценок получают из скалярного произведения компонентов разложения. Для реализации задачи на большом наборе данных применяют приближенные методы вычисления значений компонентов разложения. В статье описан процесс прогнозирования оценок большой и сильно разреженной матрицы на основе сингулярного разложения. В качестве исходных данных используется набор данных, полученный из открытого источника MovieLens (<https://movielens.org>), содержащий 100 000 оценок. Для решения задачи использован язык Python и библиотеки Pandas и NumPy. Для визуального сравнения исходной и спрогнозированной матриц построены диаграммы распределения оценок фильмов по пользователям. Полученная матрица прогнозных оценок может в дальнейшем использоваться для выработки рекомендаций новым пользователям.

**Abstract.** The accuracy of recommendations depends on a number of factors, including: and on how dense the original evaluation matrix is. If the matrix is highly sparse, machine learning methods, in particular the principal component method, can be used to select values in empty cells. The practical implementation of the method is associated with the singular decomposition of the original matrix into components

and limiting their size by choosing the number of main components. The values of the new evaluation matrix are obtained from the scalar product of the expansion components. To implement the problem on a large data set, approximate methods are used to calculate the values of the expansion components. The article describes the process of predicting estimates of a large and highly sparse matrix based on singular value decomposition. The initial data is a dataset obtained from the open source MovieLens (<https://movielens.org>), containing 100,000 ratings. To solve the problem, the Python language and the Pandas and NumPy libraries were used. For a visual comparison of the original and predicted matrices, distribution diagrams of movie ratings by users were constructed. The resulting matrix of predictive assessments can be used in the future to develop recommendations for new users.

**Ключевые слова:** рекомендательная система, матрица оценок, сингулярное разложение матриц, Python, NumPy, Pandas.

**Keywords:** recommendation system, rating matrix, singular value decomposition of matrices, Python, NumPy, Pandas.

Точность прогнозирования оценок для новых пользователей в рекомендательных системах зависит от множества факторов, одним из которых является качество информационной базы. В коллаборативных системах матрица оценок часто отличается разреженностью. Замена пропущенных значений нулями или средними значениями ведет к потере точности рекомендаций. В таких условиях целесообразно формирование новой матрицы оценок, в которой пропущенные значения вычисляются с определенным приближением на базе некоторой модели. В качестве метода моделирования оценок часто используют метод главных компонент - Principal Component Analysis (PCA), позволяющий формировать новую матрицу, состоящую из элементов, являющихся комбинацией исходных. Главные компоненты — это новые переменные, которые построены как линейные комбинации или смеси исходных переменных и в них сосредоточен наибольший объем информации [1].

Практическое использование метода главных компонент тесно связано с сингулярным разложением матриц - Singular Value Decomposition (SVD), который имеет более эффективный вычислительный алгоритм, чем прямой поиск собственных векторов и чисел. Задача сингулярного разложения матрицы – одного из вариантов матричной факторизации - разложить исходный набор данных на три составляющие матрицы меньшей размерности, что позволяет избавиться от малозначных факторов (представлены в исходной матрице большим количеством отсутствующих значений) путем выбора главных компонент и вычислять на основе матричного уравнения новые значения. Использование SVD рекомендуется при больших размерностях матриц, что характерно для практики разработки рекомендаций. В работе рассмотрен алгоритм формирования матрицы оценок на основе исходной путем применения сингулярного разложения матрицы. В качестве исходных данных

использованы датасеты сайта MovieLens (<https://movielens.org>).

Формально SVD записывается в виде уравнения:

$$R=U*\Sigma*V^T, \quad (1)$$

где  $R$  – матрица  $m \times n$ ;  $U$  - матрица  $m \times m$ ;  $V$  – матрица  $n \times n$ ;  $\Sigma$  – матрица  $m \times n$ .

Матрицы  $U$ ,  $V$ ,  $\Sigma$  получены в результате матричных операций над исходной матрицей оценок  $R$ .  $U$  - ортогональная матрица, представляющая оценки пользователей,  $V$  - ортогональная матрица, представляющая оценки предметов.  $\Sigma$  - диагональная матрица, которая состоит из сингулярных чисел, расположенных в невозрастающем порядке:

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3 \geq \dots \geq \sigma_n > 0$$

Структура матрицы  $\Sigma$  дает возможность оставить лишь первые  $d$  сингулярных чисел (выбрать наиболее значимые факторы) и отбросить оставшиеся, получив наилучшее  $d$ -приближение матрицы  $R$  [2].

Сначала получают матрицу  $\Sigma$ , затем матрицы  $U$  и  $V$ . Матрица  $\Sigma$  играет роль средства масштабирования матриц  $U$  и  $V$ : выбор  $d$  определяет размерность  $U$  и  $V$ . Таким образом, большую матрицу оценок можно разложить на две матрицы меньшей размерности, представляющие оценки пользователей и оценки предметов, связанные между собой. Усечение уменьшает размерность векторного пространства, тем самым уменьшая объём данных для их обработки. На малых матрицах можно реализовать SVD вручную. На больших матрицах задача разложения очень трудоемка, поэтому применяют программирование и приближенные вычисления. В исследовании использован язык Python, его библиотеки NumPy и Pandas, среда разработки Spider (Anaconda) и в качестве метода приближения - стохастический градиентный спуск.

Представим матрицу  $R$  как произведение матриц  $P$  и  $Q$ :

$R_{m \times n} = PQ$ , где  $P=U_{m \times m}\Sigma_{m \times d}$ ,  $Q=V_{d \times n}$ . Тогда оценку  $R_{ij}$  можно представить в виде скалярного произведения двух векторов  $P[i,:]$  и  $Q[:,j]$  [3]:

$R[i][j] = \langle P[i,:], Q[:,j] \rangle$ , где  $i$ -ая строка  $U$  - представление  $i$ -го пользователя;  $j$ -ый столбец  $V$  - представление  $j$ -го предмета.

Необходимо найти матрицы  $P$  и  $Q$ , заменить их скалярным произведением исходную матрицу оценок  $R$ , причем с минимальной ошибкой, т.е. решить задачу оптимизации [4]. В качестве критерия оптимизации часто используют среднеквадратичную ошибку расстояния между двумя точками – MSE - Mean Square Error. В рассматриваемой задаче это разница между значением элемента, полученным путем скалярного произведения матриц  $P$  и  $Q$ , и значением элемента из исходной матрицы  $R$ :

$$MSE = \frac{1}{|D|} \sum_{(i,j) \in D} (\hat{R}[i][j] - R[i][j])^2 \quad (2)$$

где  $D$  – количество наблюдений;  $\hat{R}[i][j]$  - скалярное произведение векторов  $P[i,:]$  и  $Q[:,j]$ .

Для получения матриц  $P$  и  $Q$  используют подбор значений и постоянный

расчет ошибки между подобранными и истинными значениями. При использовании стохастического градиентного спуска расчет значений матриц P и Q производится по формулам [3]:

$$P[i][k] = P[i][k] - \frac{2}{|D|} * \sum_{(i,j) \in D} (\hat{R}[i][j] - R[i][j]) * Q[k][i]$$

$$Q[k][i] = Q[k][i] - \frac{2}{|D|} * \sum_{(i,j) \in D} (\hat{R}[i][j] - R[i][j]) * P[i][k]$$
(3)

Индекс  $k \in [1, d]$ , где  $d$  - количество главных компонент (количество сингулярных чисел) - элементов в матрице  $\Sigma$ , которым ограничиваются при разложении исходной матрицы R.

Алгоритм решения задачи включает следующие шаги:

1. Вводится матрица оценок R.
2. Формируются компоненты разложения - матрицы P и Q:
  - в матрице P формируются  $d$  кортежей из строк матрицы R;
  - в матрице Q формируются  $d$  кортежей из столбцов матрицы R.
3. Вычисляется скалярное произведение матриц P и Q.
4. Выполняется алгоритм градиентного спуска, который находит значения элементов P и Q, имеющие минимальное отклонение от значений элементов исходной матрицы оценок R.
5. Формируется матрица прогнозных оценок, в которой значения рассчитаны путем скалярного произведения матриц P и Q.

Для задачи используется набор данных с сайта MovieLens (<https://movielens.org>): ml-latest-small.zip (размер: 1МБ) – малый датасет, содержащий 100 000 оценок, примененных к 9000 фильмам 600 пользователями, последнее обновление 09/2018. В целях сокращения времени на отладку программы исходные наборы корректно уменьшены и преобразованы во вложенный словарь [5] (рисунок 1).

```

Вложенный словарь с оценками и названиями фильмов
{'1': {'Toy Story (1995)': 4.0, 'Grumpier Old Men (1995)': 4.0}, '5':
{'Toy Story (1995)': 4.0}, '6': {'Jumanji (1995)': 4.0, 'Grumpier Old
Men (1995)': 5.0}, '7': {'Toy Story (1995)': 4.5}, '8': {'Jumanji
(1995)': 4.0}, '15': {'Toy Story (1995)': 2.5}, '17': {'Toy Story
(1995)': 4.5}, '18': {'Toy Story (1995)': 3.5, 'Jumanji (1995)': 3.0},
...
'604': {'Toy Story (1995)': 3.0, 'Jumanji (1995)': 5.0}, '605': {'Toy
Story (1995)': 4.0, 'Jumanji (1995)': 3.5}, '606': {'Toy Story (1995)':
2.5}, '607': {'Toy Story (1995)': 4.0}, '608': {'Toy Story (1995)': 2.5,
'Jumanji (1995)': 2.0, 'Grumpier Old Men (1995)': 2.0}, '609': {'Toy
Story (1995)': 3.0}, '610': {'Toy Story (1995)': 5.0}

```

Рисунок 1. Вложенный словарь с оценками пользователей

В виде датафрейма с транспонированием исходные данные имеют следующий вид (рисунок 2).

```

Датафрейм из вложенного словаря транспонированный
  Toy Story (1995)  Grumpier Old Men (1995)  Jumanji (1995)
1                4.0                    4.0          NaN
5                4.0                    NaN          NaN
6                NaN                    5.0          4.0
7                4.5                    NaN          NaN
8                NaN                    NaN          4.0
..              ...                    ...          ...
606              2.5                    NaN          NaN
607              4.0                    NaN          NaN
608              2.5                    2.0          2.0
609              3.0                    NaN          NaN
610              5.0                    NaN          NaN

[269 rows x 3 columns]

```

Рисунок 2. Исходная матрица оценок - prefs\_df

Расчет количества нулевых оценок (`prefs_df.isnull().sum()`) показывает, что в исходной матрице – 807 оценок, 430 из них – нулевые (рисунок 3).

```

Количество элементов в транспонированном датафрейме: 807
Количество нулевых оценок
Toy Story (1995)          54
Grumpier Old Men (1995)  217
Jumanji (1995)           159

```

Рисунок 3. Характеристика разреженности исходной матрицы

Для замены нулей на прогнозные значения применено SVD-разложение. Для выполнения матричных вычислений с использованием библиотеки NumPy матрица R преобразована в массив (рисунок 4).

```

матрица оценок R
[[4.  4.  0. ]
 [4.  0.  0. ]
 [0.  5.  4. ]
 [4.5 0.  0. ]
 [0.  0.  4. ]

```

Рисунок 4. Массив исходных оценок R (фрагмент)

Прогнозирование значений отсутствующих оценок основывается на анализе значений выставленных оценок, поэтому необходимо знать координаты ненулевых оценок. Для этого сформирован массив из двух списков (функция `nonzero()`): значения индексов по оси пользователей и оси фильмов - `ind_users` и `ind_movies`, который затем разделен (рисунок 5).

```

R_nz=R.nonzero()
print('Индексы ненулевых оценок по оси users')
ind_users=R_nz[0]
print(ind_users)
print('Индексы ненулевых оценок по оси movies')
ind_movies=R_nz[1]
print(ind_movies)

```

Рисунок 5. Получение значений индексов

В результате получены два списка индексов ненулевых оценок (рисунок 6).

```

Индексы ненулевых оценок по оси users
[ 0  0  1  2  2  3  4  5  6  7  7  8  8  8  9 10 10 11
 11 12 13 13 14 15 16 17 17 18 18 19 20 21 22 22 23 24
 25 26 27 28 28 29 30 30 30 31 32 33 34 35 35 36 37 38
 39 39 39 40 40 41 42 43 44 45 46 46 47 48 48 49 49 50
 51 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 60 61 62 62 63 64 64

```

Рисунок 6. Вывод ind\_users

Нужно создать две функции: расчета ошибок приближения и SVD-разложения. Функция расчета ошибок приближения (рисунок 7) оценивает отклонение исходного значения оценки от значения, полученного от скалярного произведения матриц разложения. Параметры: R – исходная матрица оценок, U и V - ортогональные матрицы, представляющие оценки пользователей и оценки предметов соответственно [3].

```

def MSE(R, U, V):
    mse = 0
    for ind in range(N):
        i = ind_users[ind]
        j = ind_movies[ind]
        mse += ( R[i][j] - np.dot(U[i,:], V[:,j]) )**2 / N
    return mse

```

Рисунок 7. Код функции расчёта ошибок приближения

Функция SVD-разложения (рисунок 8) формирует матрицы P и Q и вычисляет ошибку приближения P\*Q к R. Параметры: списки индексов ненулевых оценок ind\_users, ind\_movies; матрица R; количество главных компонент в svd-разложении d; шаг step; количество итераций n\_iters [3].

```
def SVD(ind_users, ind_movies, R, d, step, n_iters):
    P = np.random.rand(R.shape[0],d) # Кортежи из строк матрицы оценок R
    Q = np.random.rand(d,R.shape[1]) # Кортежи из столбцов матрицы оценок R
    start_mse = MSE(R,P,Q) # Вычисление ошибок до оптимизации
    # Стохастический градиентный спуск
    for n in range(n_iters):
        ind = np.random.randint(0,N)
        i = ind_users[ind]
        j = ind_movies[ind]
        for k in range(0, d):
            P[i,k] = P[i,k] + step * (R[i][j] - P[i,:] @ Q[:,j]) * Q[k,j]
            Q[k,j] = Q[k,j] + step * (R[i][j] - P[i,:] @ Q[:,j]) * P[i,k]
        mse = MSE(R,P,Q) # Вычисление ошибок после оптимизации
    return P, Q, start_mse, mse
```

Рисунок 8. Код функции SVD-разложения

Реализация SVD-разложения с параметрами  $d=3$ ,  $step=0.1$ , количеством итераций 3000 (рисунок 9).

```
P, Q, start_mse, mse = SVD(ind_users, ind_movies, R, 3, 0.1, 3000)
print('Ошибки до и после оптимизации:')
print(start_mse, mse)
```

Рисунок 9. Вызов функции SVD-разложения с нужными параметрами

показывает, что разложение матрицы оценок на две более простые матрицы выполнено (рисунок 10).

```
Ошибки до и после оптимизации:
8.254963063423462 0.1593066096035602
```

Рисунок 10. Результат вызова

На основе подобранных матриц  $P$  и  $Q$  нужно сформировать матрицу  $R\_pred$  с прогнозными оценками (рисунок 11).

```
R_pred = np.zeros((R.shape[0], R.shape[1]))
for i in range(n_users):
    for j in range(n_movies):
        R_pred[i][j] = round(P[i,:] @ Q[:,j], 2)
print('Матрица оценок с прогнозными оценками')
print(pd.DataFrame(R_pred, users, movies))
```

Рисунок 11. Формирование матрицы  $R\_pred$ 

Матрица  $R\_pred$  с прогнозными оценками показана ниже (рисунок 12).

Матрица оценок с прогнозными оценками			
	Toy Story (1995)	Grumpier Old Men (1995)	Jumanji (1995)
1	4.29	4.01	4.44
5	4.00	3.63	3.55
6	5.50	4.92	4.44
7	4.50	4.07	4.11
8	3.89	3.60	4.03
..	...	...	...
606	2.50	2.30	2.39
607	4.00	3.75	3.93
608	2.19	1.99	1.90
609	3.00	2.73	2.37
610	5.00	4.59	4.85

[269 rows x 3 columns]

Рисунок 12. Матрица с прогнозными оценками

Визуализация матрицы исходных и прогнозных оценок с использованием модуля `riplot` библиотеки `matplotlib` показала следующие результаты (рисунок 13).

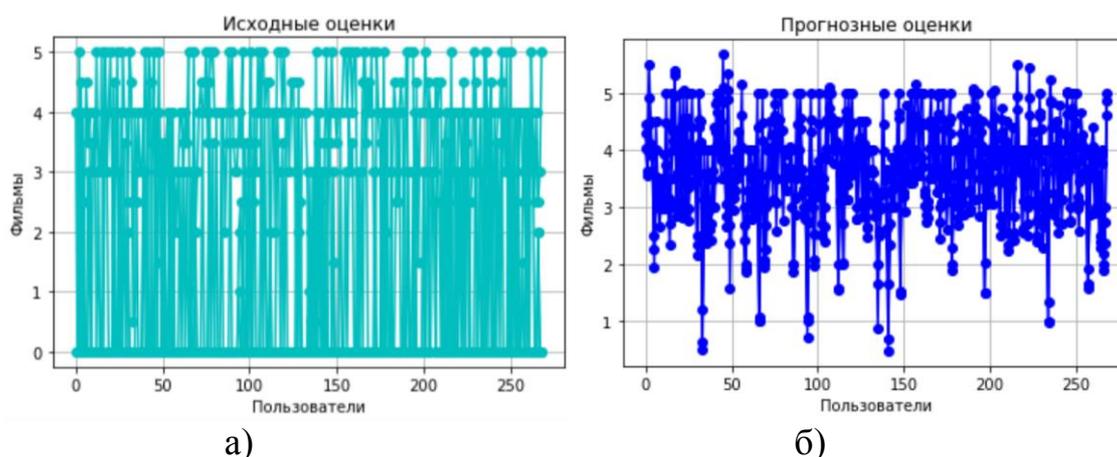


Рисунок 13. Распределение оценок: а) исходных; б) прогнозных.

## Выводы

Получена матрица оценок на основе открытых данных Интернет, не имеющая пропусков. Значения получены путем моделирования: построена модель формирования матрицы оценок на основе двух матриц, представляющих оценки предметов и пользователей в другом базисе, и связанных с исходной формулой сингулярного разложения, получены значения этих матриц на основе подбора с применением стохастического градиентного спуска. Матрицу с прогнозными оценками можно использовать для выработки рекомендаций новым пользователям.

## Литература

1. Закария Джаади. Пошаговое объяснение анализа главных компонент (PCA). <https://builtin.com/data-science/step-step-explanation-principal-component-analysis>
2. Сорокин А. Б., Железняк Л. М., Семенов Р. Э. Рекомендательные системы: анамнестические и модельные методы: учебно-методическое пособие. - Москва: РТУ МИРЭА, 2022. <https://e.lanbook.com/book/265739>
3. А. Кангур. Рекомендательная система SVD. <https://habr.com/ru/articles/751470/>
4. Понимание матричной факторизации для рекомендаций (часть 3) - SVD для рекомендаций. [https://nicolas-hug.com/blog/matrix\\_facto\\_3](https://nicolas-hug.com/blog/matrix_facto_3)
5. Абросимова М.А. Подготовка коротких наборов данных для задачи создания рекомендаций. Информационные технологии. Проблемы и решения. 2023. № 2 (23). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=55082326>

УДК 004.02

### **ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕССЕ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ИТ-КОМПАНИИ**

### **APPLICATION OF EXPERT METHODS IN THE PROCESS OF EVALUATING THE QUALITY OF WORK OF IT COMPANY EXECUTORS**

Шехтман Л. И., Кузьмина А.И.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация  
L.I. Shekhtman, A.I. Kuzmina,  
FSBEI HE “Ufa University of Science and Technology”,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: inf.ugatu@mail.ru

**Аннотация.** При управлении персоналом ИТ-компаний часто возникают задачи, для решения которых полезно выполнить многокритериальное ранжирование исполнителей по качеству работы. Примеры: при приеме на работу список кандидатов можно упорядочить по квалификации и опыту, для справедливого и мотивирующего распределения премиального фонда список сотрудников сортировать по оценкам деятельности, при формировании команды для выполнения нового важного проекта – по оценкам участия в прошлых проектах. Непосредственное выполнение ранжирования часто невозможно из-за того, что оценки сотрудников по одним показателям входят в

противоречие с оценками по другим показателям. Применение специальных методов многокритериального ранжирования может помочь в подобных ситуациях. В относительно простом случае, когда количество альтернатив невелико, а ЛПП обладает некоторым опытом в решении задач, подобных решаемой, можно применить метод SMART. Если же решаемая задача обладает в сравнении с задачами из опыта ЛПП спецификой, влияющей на решение, имеет смысл выбрать метод анализа иерархий (МАИ). В наиболее трудном случае – когда задача является новой для ЛПП, его предпочтения полностью не сформированы или сформированы лишь частично, можно рекомендовать воспользоваться методом ELECTRE, требующим наибольших затрат времени и усилий.

**Abstract.** When managing IT company personnel, there are often tasks for which it is useful to perform multi-criteria ranking of performers by quality of work. Examples: when hiring, the list of candidates can be sorted by qualifications and experience, for fair and motivating distribution of the bonus fund, the list of employees can be sorted by performance evaluations, when forming a team for a new important project - by evaluations of participation in past projects. Direct ranking is often impossible due to the fact that employee evaluations by some indicators are in conflict with evaluations by other indicators. Application of special multi-criteria ranking methods can help in such situations. In a relatively simple case, when the number of alternatives is small and the decision maker has some experience in solving problems similar to the one being solved, the SMART method can be applied. If the problem to be solved has a specificity that affects the decision in comparison with the problems from the experience of the decision maker, it makes sense to choose the analytic hierarchy process (AHP). In the most difficult case – when the task is new for the decision maker, his preferences are not fully formed or are formed only partially, we can recommend using the ELECTRE method, which requires the greatest expenditure of time and effort.

**Ключевые слова:** управление персоналом, ранжирование сотрудников, ИТ-компания, метод анализа иерархий, метод ELECTRE.

**Keywords:** personnel management, employee rating, IT company, the analytic hierarchy process, the ELECTRE method.

### **Введение**

Качество работы исполнителей является важным фактором, влияющим на качество функционирования ИТ-компании в целом. Для мониторинга и контроля, повышения мотивации исполнителей, принятия управленческих решений по управлению персоналом полезно построение рейтинга исполнителей. Ранжирование, которое для этого выполняется, является многокритериальным. Действительно, качество работы сотрудника в течение отчетного временного периода можно характеризовать различными показателями, например количеством и уровнем сложности проектов,

соблюдением сроков выполнения заданий, количеством ошибок, рисков и издержек и др. Оценивание по некоторым показателям возможно только с помощью экспертных методов, например при рассмотрении таких аспектов, как качество выполнения отдельных работ по проекту, удовлетворенность внутреннего заказчика, работа в команде и др. После того, как получены оценки по каждому из частных критериев, возникает проблема, как построить рейтинг сотрудников с учетом всего множества критериев и их относительной важности. Для решения этой задачи можно применять методы специальной сопоставительной или отобразительной сортировки, кластеризации [1], экспертной классификации [2, 3] или экспертные методы многокритериального оценивания альтернатив, например метод SMART или МАИ [4].

### **Построение рейтинга сотрудников с помощью метода SMART**

Рассмотрим применение метода SMART для построения рейтинга сотрудников ИТ-компании. Метод SMART – один из методов многокритериального оценивания альтернатив. Это эвристический метод, он не имеет строгого математического обоснования. Метод использует простые процедуры получения общей оценки альтернативы и включает в себя следующие этапы:

- упорядочивание критериев оценивания качества работы сотрудников по относительной важности;
- присвоение наиболее важному критерию оценки 100 баллов;
- присвоение каждому из критериев оценки по шкале от 0 до 100 баллов, исходя из попарного отношения критериев по важности;
- нормирование оценок критериев путём деления присвоенных баллов на сумму всех оценок критериев;
- оценивание каждого сотрудника по каждому из критериев по шкале от 0 до 100 баллов;
- вычисление общей оценки каждого сотрудника как взвешенной суммы баллов по отдельным критериям, в качестве весов используются нормированные оценки критериев;
- упорядочение сотрудников по убыванию общих оценок;
- оценивание чувствительности результата к изменениям весов.

Метод SMART не учитывает возможную зависимость измерений и неаддитивность при определении общей ценности альтернативы. Однако метод прост и надежен при практических применениях, что более существенно. Проверка чувствительности к изменениям весов позволяет учесть влияние неточностей при измерениях и возможной зависимости между критериями. В связи с этим, очень важное значение имеет последний этап метода. Им нельзя пренебрегать.

### **Построение рейтинга сотрудников с помощью МАИ**

В более сложных ситуациях, когда ЛПР затрудняется в непосредственном назначении оценок сравнительной важности альтернатив и/или критериев (как требуется в методе SMART) можно использовать метод анализа иерархий (МАИ).

Для применения метода анализа иерархий сначала выполняется структуризация задачи в виде иерархии цели – критерии – альтернативы. Цель в данном случае – построение рейтинга сотрудников на основе комплексной оценки качества работы. Полный список критериев может быть достаточно большим и включать в себя группы частных критериев для оценивания деятельности, оценивания квалификации, оценивания личности. В конкретном сеансе работы программы, реализующей МАИ для построения рейтинга сотрудников, пользователь может сформировать набор критериев из предлагаемого списка. Альтернативами являются сотрудники.

С помощью метода парных сравнений определяется относительная важность выбранных критериев, затем – относительная предпочтительность альтернатив по каждому из критериев. Результирующая оценка каждого сотрудника вычисляется как взвешенная сумма оценок по различным критериям с учетом весов самих критериев. По результирующим оценкам можно выполнить ранжирование сотрудников. Согласованность суждений ЛПР или эксперта проверяется путем сравнения индекса согласованности, вычисляемого по матрице парных сравнений, заполненной на основе оценок, полученных от ЛПР или эксперта, с индексом, рассчитанным для матриц, сформированных случайным образом.

### **Построение рейтинга сотрудников с помощью метода ELECTRE**

Применение методов анализа иерархий и SMART возможно, когда основные предпочтения ЛПР уже, в основном, сформированы до начала применения метода принятия решений. Это позволяет сразу получать ответы ЛПР – при сравнениях альтернатив, назначении весов и т. д. Возможные неточности введенных оценок устраняются на этапе проверки чувствительности (SMART) или согласованности (МАИ), т. е. на заключительном этапе применения методов. Однако в случае, когда предпочтения ЛПР до начала решения задачи не сформированы полностью применение МАИ и SMART невозможно. При подходе ELECTRE предполагается, что предпочтения ЛПР выявляются в процессе решения задачи принятия решений. Для этого ЛПР предъявляются различные варианты решения проблемы в зависимости от тех или иных решающих правил. Эти правила формируются в виде индексов попарного сравнения альтернатив.

При подходе ELECTRE выделяют два основных этапа:

- разработка индексов попарного сравнения альтернатив;
- ранжирование альтернатив с помощью построенных индексов.

В рассматриваемой задаче построения рейтинга исполнителей ИТ-компании в качестве альтернатив выступают сотрудники. Для оценивания качества их работы используется множество критериев. Индексы попарного сравнения альтернатив строятся на основе принципов конкорданса (согласия) и дискорданса (несогласия). В соответствии с этими принципами,  $i$ -й сотрудник является, по крайней мере, не худшим, чем  $j$ -й если:

- «достаточное большинство» критериев поддерживает это утверждение (принцип согласия);

– «возражения» по остальным критериям «не слишком сильны» (принцип малого несогласия).

Каждому из критериев ставится в соответствие целое число  $w$ , характеризующее важность критерия.

На первом этапе метода ELECTRE для каждой пары сотрудников  $\langle i, j \rangle$  множество из  $m$  критериев  $F$  разбивается на три подмножества:

$F^+$  – подмножество критериев, по которым  $i$ -й сотрудник предпочтительнее, чем  $j$ -й;

$F^=$  – подмножество критериев, по которым  $i$ -й сотрудник равноценен  $j$ -му;

$F^-$  – подмножество критериев, по которым  $j$ -й сотрудник предпочтительнее, чем  $i$ -й.

Далее вычисляется индекс согласия с гипотезой о превосходстве  $i$ -го сотрудника над  $j$ -м. Этот индекс рассчитывается как отношение суммы весов критериев подмножеств  $F^+$  и  $F^=$  к общей сумме весов, по формуле:

$$C_{ij} = \frac{\sum_{i \in F^+ \cup F^=} w_i}{\sum_{i=1}^m w_i}. \quad (1)$$

Индекс несогласия с гипотезой о превосходстве  $i$ -го сотрудника над  $j$ -м определяется на основе самого «противоречивого» критерия, т. е. критерия, по которому  $j$ -й сотрудник в наибольшей степени превосходит  $i$ -го. Чтобы учесть возможную разницу длин шкал критериев, разность оценок относят к длине наибольшей шкалы, по формуле:

$$D_{ij} = \max_{c \in \Gamma^-} \frac{O_{cj} - O_{ci}}{L_c}, \quad (2)$$

где  $O_{ci}$ ,  $O_{cj}$  – оценки альтернатив  $i$ -го и  $j$ -го сотрудников по  $c$ -му критерию;

$L_c$  – длина шкалы  $c$ -го критерия.

Задаются уровни согласия и несогласия, с которыми сравниваются подсчитанные индексы для каждой пары альтернатив. Если индекс согласия выше заданного уровня согласия, а индекс несогласия ниже заданного уровня несогласия, то одна из альтернатив превосходит другую. В противном случае альтернативы несравнимы. Несравнимые альтернативы имеют наиболее контрастные оценки по различным критериям и требуют более подробного рассмотрения. Для построения рейтинга можно повторить процесс вычисления индексов согласия и несогласия несколько раз, постепенно понижая уровень согласия и повышая уровень несогласия.

## Выводы

В деятельности ИТ-компании часто возникают ситуации, когда для принятия управленческого решения полезно выполнить ранжирование исполнителей по качеству работы. Примерами таких ситуаций являются распределение премиального фонда, отбор исполнителей для выполнения

ответственного заказа, отбор претендентов для назначения на вакантную должность, подведение итогов работы стажеров и т. д. Непосредственно ранжировать сотрудников не всегда возможно, поскольку на оценку качества работы влияет множество различных факторов, рассмотрение каждого из которых в отдельности требует времени и внимания. Факторы могут различаться по важности для ЛПР, и причем значимость факторов зависит и от конкретной задачи принятия решения. Кроме того, возникают трудности, связанные с многокритериальностью: человеку трудно выполнять сравнение альтернатив сразу по нескольким критериям одновременно, а при сравнении двух альтернатив между собой оказывается, что по некоторым критериям лучше одна, а по другим – другая; и т. п. Экспертные методы, такие как SMART, МАИ и ELECTRE позволяют организовать процесс мышления ЛПР, найти компромисс между критериями, уяснить их важность для решаемой задачи, и в итоге получить ранжирование альтернатив. Таким образом, можно ожидать что программный продукт, в котором реализованы данные методы, будет полезен для ИТ-компании, в качестве информационной поддержки при принятии решений по управлению персоналом.

### Литература

1. Валеев С. С., Кузьмина Е. А., Шехтман Л. И. Задача оценивания качества работы сотрудников организации. — Естественные и технические науки. 2012. № 3 (59). С. 280–282.
2. Шехтман Л. И., Ханнанов Н. К., Переверзина А. А. Экспертная классификация выполняемых работ по уровням сложности/ Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021660564, 28.06.2021. Заявка № 2021619353 от 16.06.2021.
3. Шехтман Л. И., Каримов Р. Р., Шаяхметова Д. И. Информационная поддержка управления группой дистанционного сервисного обслуживания банковского учреждения. — Сборник материалов VII Международной научной конференции, посвященной памяти С. С. Ефимова «Математическое и компьютерное моделирование», Омск, 2020. С. 136-138.
4. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: [учебник для студентов вузов] / О. И. Ларичев. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Университетская книга: Логос, 2008. С. 392.

## ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ИТ- КОМПАНИИ

### INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT FOR EVALUATING THE QUALITY OF WORK OF IT COMPANY EXECUTORS

Шехтман Л. И., Ткаченко Е. В.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация  
L.I. Shekhtman, E.V. Tkachenko,  
FSBEI HE “Ufa University of Science and Technology”,  
Ufa, Russian Federation

**Аннотация.** Статья посвящена одной из важнейших составляющих управления ИТ-компанией – управлению персоналом. Выделена задача построения рейтинга сотрудников. Рассматривается комплексный подход к оцениванию качества работы сотрудников ИТ-компания. Выделяются отдельные аспекты этого процесса, описана система грейдов, приводятся примеры показателей, указываются методы сбора информации. Авторы обсуждают разработку информационно-аналитического обеспечения, позволяющего в итоге получить рейтинг исполнителей ИТ-компания. Разработана функциональная модель процесса оценивания качества работы персонала. Представлены методы многокритериального ранжирования альтернатив в применении к задаче построения рейтинга исполнителей ИТ-компания, а именно методы специальной сопоставительной и отображительной сортировки. Выбранные методы позволяют учитывать оценки сотрудника по различным критериям, а также относительную важность самих критериев. Эти методы могут быть сравнительно легко адаптированы к изменяющейся ситуации, если потребуется изменить состав системы критериев или оценки критериев или сотрудников. Разрабатываемое информационно-аналитическое обеспечение оценивания качества работы сотрудников обеспечит руководство ИТ-компания гибким и удобным инструментарием для оценивания эффективности работы персонала, выполнения сравнительного анализа качества работы сотрудников, и может быть использовано при принятии решений по управлению персоналом, таких как заполнение вакансий, кадровые перемещения, поощрение. С другой стороны, самим сотрудникам рейтинг позволяет увидеть перспективы для дальнейшего профессионального роста, дает ориентиры для саморазвития.

**Abstract.** The article is devoted to one of the most important components of IT company management – personnel management. The task of building the rating of employees is highlighted. The article considers a comprehensive approach to assessing the quality of work of IT-company employees. Separate aspects of this

process are emphasized, the grading system is described, examples of indicators are given, and methods of information collection are specified. The authors discuss the development of information-analytical support, which allows to get the rating of IT-company performers as a result. A functional model of the process of evaluating the quality of personnel performance is developed. The methods of multi-criteria ranking of alternatives in application to the task of building the rating of IT-company's executors are presented, namely the methods of special comparative and display sorting. The selected methods allow to take into account the employee's evaluations on various criteria, as well as the relative importance of the criteria themselves. These methods can be relatively easily adapted to a changing situation, if it is necessary to change the composition of the criteria system or the evaluation of criteria or employees. The developed information-analytical support for employee performance evaluation will provide the IT company management with a flexible and convenient toolkit for evaluating personnel performance, performing comparative analysis of employee performance quality, and can be used when making personnel management decisions, such as filling vacancies, personnel moves, incentives.

**Ключевые слова:** управление персоналом, рейтинг сотрудников, ИТ-компания, функциональная модель, ранжирование.

**Keywords:** personnel management, employee rating, IT company, functional model, ranking.

### **Введение.**

Одной из важных задач, возникающих при управлении ИТ-компанией, является оценивание качества работы сотрудников. Часто при решении этой задачи применяется ранжирование. В случае, когда в его основе лежит сбалансированная система адекватных критериев оценки эффективности деятельности, руководство компании получает информационную поддержку принятия решений при назначениях сотрудников на должности [1], планировании их развития и обучения, материальном стимулировании. С другой стороны, самим сотрудникам рейтинг дает информацию о собственных сильных и слабых сторонах, ориентиры для дальнейшего саморазвития, уверенность в том, что оценка качества работы не является чисто субъективной и основана не сиюминутных соображениях, а на продуманных и заранее известных правилах. Становится понятной перспектива карьерного роста, повышается мотивация к повышению качества работы.

### **Комплексная оценка качества работы сотрудников ИТ-компаний.**

В крупной ИТ-компании применяется комплексный подход к оцениванию качества работы сотрудников, включающий в себя оценивание деятельности, оценивание квалификации, оценивание личности.

Применяется система грейдов. Грейд отражает статус сотрудника в карьерной лестнице: стажер – специалист – руководитель, а также детализацию этого статуса. Всего выделяется 9 категорий, представленных в таблице 1.

Таблица 1. Система грейдов

Статус	Грейд	Описание
Стажер	0	Стажер (Молодой дипломированный специалист или студент, который только начинает карьеру в ИТ-компании)
Специалист	1	Младший специалист (Выполняет определенный круг операций под чутким руководством наставника.)
	2	Специалист (Обладает большим опытом и самостоятельностью по сравнению с младшим специалистом, но в некоторых случаях нуждается в наставнике, сам может быть наставником лишь в отдельных случаях.)
	3	Старший специалист (Самостоятельно выполняет круг задач. Может являться наставником.)
Руководитель	4	Руководитель отдела. Ведущий специалист (Способен осуществлять руководство. Самостоятельно ведет свое направление.)
	5	Руководитель подразделения. Эксперт (Высококвалифицированный профессионал. Способен осуществлять руководство, в том числе управлять руководителями отделов, входящих в состав подразделения.)
	6	Руководитель бизнес-направления (Руководитель, отвечающий за отдельное направление бизнеса компании.)
	7, 8, 9	Высшее руководство компании

Регулярно проводится аттестация персонала. В процессе аттестации выполняется оценивание деятельности сотрудника за прошедший с предыдущей аттестации период времени (или с начала работы для нового сотрудника); оценивание квалификации; оценивание личностных качеств. Сотрудником включает в себя выполнение должностных обязанностей, выполнение плана работ (сроки, качество), достижение поставленных задач.

Оценивание деятельности может включать в себя определение таких показателей, как:

- удовлетворенность внутреннего заказчика;
- соблюдение сроков выполнения заданий;
- качество выполняемых заданий;
- количество ошибок, рисков и издержек;

- количество обращений в службу поддержки.

Если в организации четко определены должностные обязанности (ясно, с чем сравнивать), есть план-график работ (фиксируется выполнение заданий), сотрудники имеют четкие задачи, то оценивание деятельности проходит быстро и объективно.

Оценивание квалификации выполняется с помощью совокупности нескольких методов. Документационный метод включает рассмотрение представленных сотрудников документов о пройденных им за оцениваемый период программах переподготовки, курсах повышении квалификации или каком-либо другом обучении. Метод самооценки предусматривает оценивание самим сотрудником уровня освоения компетенций, связанных с его профессиональной деятельностью. В ИТ-компании разработаны матрицы компетенций для сотрудников, в которых указаны рабочие задачи и требования для каждого грейда. Уровни, указанные сотрудником, проверяются с помощью квалификационного тестирования [2] и/или экспертными методами [3]. При этом могут использоваться специальные Интернет-сервисы, например Qualified.

Оценивание личности включает рассмотрение таких аспектов, как работа в команде, дисциплинированность, управление собственным временем, стремление к достижению результата. Здесь применяются методы взаимооценки, то есть получение обратной связи от коллег, с которыми сотрудник взаимодействовал; оценивание непосредственным руководителем или наставником, а также специалистом по управлению персоналом.

Результаты комплексного оценивания качества работы сотрудников могут быть положены в основу многокритериального ранжирования и построения рейтинга сотрудников.

#### **Функциональная модель оценивания качества работы исполнителей.**

При разработке крупного и/или ответственного проекта имеет смысл построение функциональной модели главного бизнес-процесса, с которым связан проект. На этом уровне формализации постановки задачи исследования можно обсудить со всеми заинтересованными лицами и зафиксировать укрупненный список входных и выходных данных, управляющие воздействия, которые должны быть учтены, а также механизмы реализации.

Ниже приведена контекстная диаграмма функциональной модели процесса оценивания качества работы сотрудников (рисунок 1).

#### **Методы для формирования рейтинга сотрудников исполнителей ИТ-компаний.**

Для формирования рейтинга сотрудников предлагается использовать методы сопоставительной и отобразительной специальной сортировки [4], а также экспертные методы [5].

Исходными данными являются результаты оценивания качества работы сотрудников по различным критериям. Пусть для каждого из критериев задан желаемый уровень. Например, уровень владения выбранной СУБД не ниже базового, процент правильно выполненных заданий в квалификационном тесте не менее 91, и т.д. Требуется выделить группу сотрудников с максимальным количеством выполненных требований (сколько их выполнено заранее не

известно), затем – выделить группу с ближайшим меньшим числом выполненных требований и т. д. Количество таких уровней выполнения задается ЛПР.

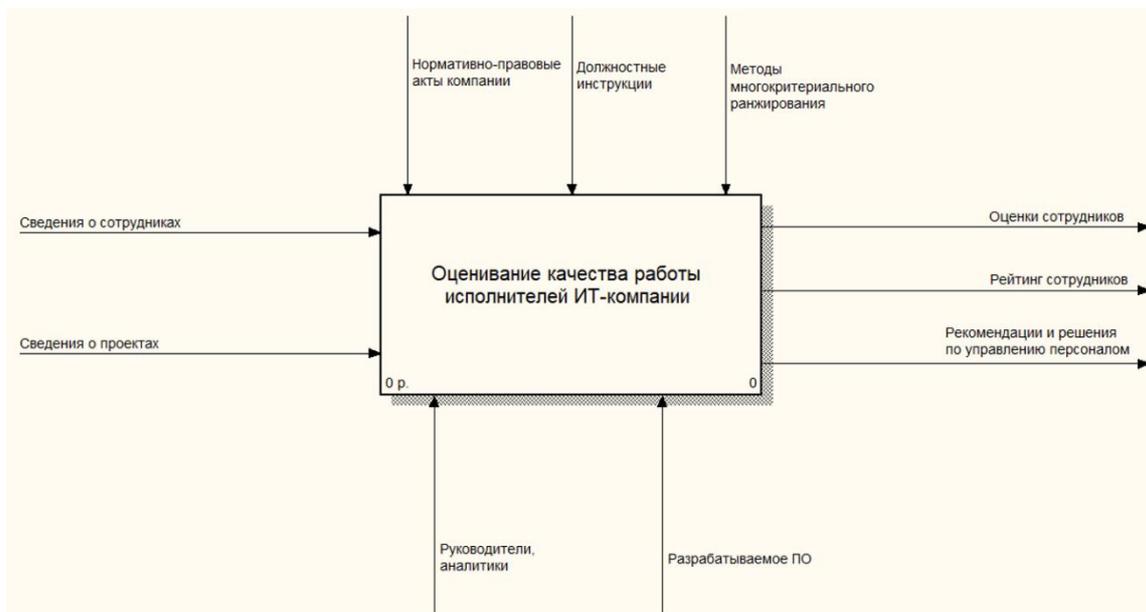


Рисунок 1. Функциональная модель процесса оценивания качества работы сотрудников (нулевой уровень)

Ниже представлена декомпозиция первого уровня функциональной модели (рисунок 2).

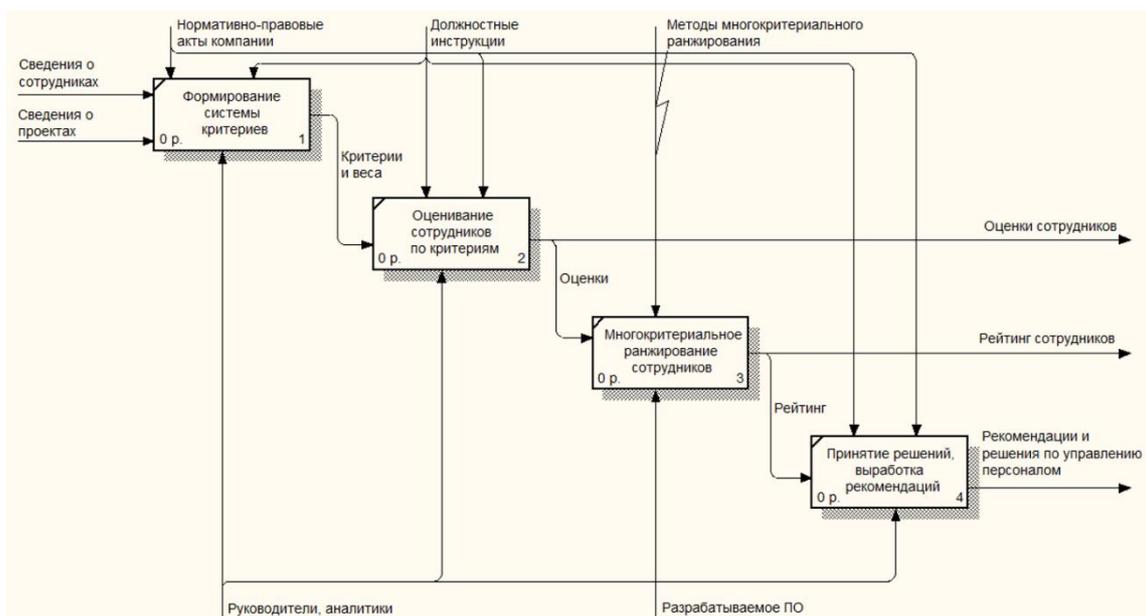


Рисунок 2. Функциональная модель процесса оценивания сотрудников (декомпозиция первого уровня)

Пусть сведения о выполнении требований для каждого из оцениваемых сотрудников помещены в массив. Сортировка может быть сопоставительной и отображительной. В случае сопоставительной сортировки элементы сначала

разделяются на те, у которых первое требование выполнено (их размещают в начале массива), и те, у которых не выполнено. Затем группу элементов с выполненным первым требованием разделяют на две группы, в зависимости от выполнения второго требования, и т. д. В конце концов, начало массива займут записи с максимальным числом выполненных требований. Однако если некоторое  $i$ -е требование ни для одного элемента очередной группы не выполняется, она не разделится. При этом, в других, оставленных ранее группах, возможны записи с выполненным  $i$ -м требованием. Поэтому могут обнаружиться записи с таким же числом выполненных требований, как в неразделившейся группе. Поэтому в алгоритме предусмотрен «откат» к предыдущим шагам.

В случае отобразительной сортировки для каждого элемента массива подсчитывается значение индикатора качества – количество выполненных требований. Возможно использование весовых коэффициентов, отражающих значимость требований. Далее действуют как в случае сопоставительной сортировки, только сортируются не значения каждого из отдельных критериев оценивания качества работы сотрудника, а значения индикатора качества. Таким образом, сначала элементы массива разделяются на две группы, причем в начале располагаются элементы с максимальным значением индикатора, затем элементы в первой группе разделяются на две группы и т. д.

Очевидно, что в методах специальной сопоставительной и отобразительной сортировки важен порядок рассмотрения требований. Установление относительной важности критериев оценивания качества работы выполняется с учетом предпочтений ЛПР для конкретной задачи, требующей построения рейтинга. При этом можно использовать методы для проведения индивидуальных или групповых экспертиз, имеющие целью получение ранжирования.

## **Выводы**

Предлагаемый подход к построению рейтинга сотрудников ИТ-компании на основе методов многокритериального ранжирования позволяет выделять группы близких по результатам работы сотрудников и может стимулировать персонал к повышению интенсивности и результативности работы по различным направлениям.

## **Литература**

1. Тархов С. В., Минасова Н. С., Шагиева Ю. Р. Моделирование бизнес-процессов подбора сотрудников в системе управления персоналом // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. №181(7). МГТУ ГА, 2012. С. 114–118.
2. Valeev S. S., Shehtman L. I., Ismagilova I. M Information support system of personnel certification based on statistical methods. — Information Technologies for Intelligent Decision Making Support ITIDS'2015. Proceedings of the 3rd

International Conference. General Chair Woman: Yusupova Nafisa. 2015. С. 131–135.

3. Шехтман Л. И., Ханнанов Н. К., Переверзина А. А. Экспертная классификация выполняемых работ по уровням сложности/ Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021660564, 28.06.2021. Заявка № 2021619353 от 16.06.2021.

4. Зубов В. С. Справочник программиста. Базовые методы решения графовых задач и сортировки. — М.: Информационно-издательский Дом «Филинь», 1999. С. 256.

5. Ханнанов Н. К., Переверзина А. А. Информационная поддержка процесса распределения заданий между исполнителями на основе экспертной классификации. — Материалы XV Всероссийской молодежной научной конференции «Мавлютовские чтения». Уфа, 2021. Том 4. С. 1007–1011.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

УДК 004

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ФЕДЕРАЦИИ БОКСА ГОРОДА БУГУРУСЛАНА

### INFORMATION SYSTEM FOR THE BUGURUSLAN BOXING FEDERATION

<sup>1</sup>Волкова А.А., <sup>1</sup>Дружинская Е.В., <sup>2</sup>Фаррахова К.А.,

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический  
университет», г. Уфа, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Российская  
Федерация

A.A. Volkova<sup>1</sup>, E.V. Druzhinskaya<sup>1</sup>, K.A. Farrakhova<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>FSBEI HE “Ufa state petroleum technological university”, Ufa, Russian  
Federation

<sup>2</sup>FSBEI HE “Ufa University of Science and Technology”,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: volkova.nastyame@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассмотрено проектирование электронной информационной системы, выполненной по заказу Федерации бокса города Бугуруслана, приведены предпосылки появления запроса и необходимости разработки данной системы. Целью системы является информирование населения о деятельности федерации бокса города Бугуруслана и вовлечение в бокс как спортивную деятельность. До настоящего времени жители города ограничивались поиском информации о боксе через различные источники, такие как газеты или сторонние группы, что затрудняло доступ к актуальным новостям и расписанию занятий спортивных групп Федерации. Разработка информационной системы решает проблему недостаточности информационного освещения работы секций, действующих при спорткомплексе «Олимп», предоставив жителям города централизованный и удобный источник получения сведений о деятельности Федерации бокса в городе Бугуруслан. Создание системы позволит улучшить доступ к информации, повысить интерес местного населения к боксу и способствовать его активному участию в этой спортивной деятельности. Внедрение информационной системы в деятельность Федерации бокса станет важным шагом в развитии бокса в городе Бугуруслане, обеспечивая удобство и доступность информации для всех заинтересованных сторон. Использование современных технологий и создание удобного и доступного источника информации может способствовать популяризации бокса и привлечению новых

участников к этой спортивной деятельности.

**Abstract.** The article considers the design of an electronic information system commissioned by the Boxing Federation of Buguruslan, provides the prerequisites for the emergence of a request and the need to develop this system. The purpose of the system is to inform the public about the activities of the boxing federation of Buguruslan and involve them in boxing as a sporting activity. Until now, residents of the city have limited themselves to searching for information about boxing through various sources, such as newspapers or third-party groups, which made it difficult to access current news and the schedule of classes of the Federation's sports groups. The development of an information system solves the problem of insufficient information coverage of the work of the sections operating at the Olympus sports complex, providing residents of the city with a centralized and convenient source of information about the activities of the Boxing Federation in the city of Buguruslan. The creation of the system will improve access to information, increase the interest of the local population in boxing and promote their active participation in this sports activity. The introduction of an information system into the activities of the Boxing Federation will be an important step in the development of boxing in the city of Buguruslan, providing convenience and accessibility of information for all interested parties. The use of modern technologies and the creation of a convenient and accessible source of information can contribute to the popularization of boxing and attract new participants to this sports activity.

**Ключевые слова:** веб-приложение, базы данных, информационная система, спорт, Федерация бокса, бокс.

**Keywords:** web application, databases, information system, sports, boxing Federation, boxing.

Бокс имеет древнюю и богатую историю, которая простирается на протяжении тысячелетий. Обнаружение древних иероглифов в Египте, датированных 40-ми веками до нашей эры, свидетельствует о том, что традиции кулачных поединков имели место в военной подготовке и развлечениях зрителей. На Руси кулачные бои часто проводились на праздниках, ярмарках и других общественных мероприятиях [1].

До появления современного бокса участники кулачных боев часто сталкивались с серьезными увечьями из-за отсутствия защиты и жестких правил. Это напоминает о том, что развитие современного бокса привело к внедрению строгих правил и систем безопасности для спортсменов, что существенно сократило риск серьезных травм.

Во многих городах, несмотря на наличие богатого спортивного наследия, наблюдается низкий уровень осведомленности населения, что мешает распространению бокса и приводит к искаженному восприятию этого вида спорта как активности с отрицательными последствиями. Отсутствие удобного и доступного источника информации о расписании тренировок, соревнованиях

и других мероприятиях создает препятствия для тех, кто хотел бы присоединиться к тренировкам или принять участие в соревнованиях. Кроме того, разрозненность и неоднородность информационных каналов, таких как социальные сети или устные сообщества, усложняет процесс поиска и усвоения информации, что приводит к упущению возможностей для потенциальных участников и болельщиков.

В условиях современного мира информирование является ключевым фактором в развитии бокса. Предоставление доступного и структурированного источника информации о деятельности Федерации бокса сможет привлечь новых участников, поддержать существующих боксеров и создать благоприятные условия для развития бокса в регионе. Такой подход способствует не только укреплению спортивного сообщества, но и формированию позиции ведения здорового образа жизни среди населения, что в конечном итоге приведет к улучшению физического и психологического состояния жителей города.

Для обеспечения эффективной работы информационной системы использовано взаимодействие между клиентской и серверной частями [2]. Клиентская часть информационной системы играет ключевую роль, отправляя запросы к серверной части, которая, в свою очередь, обрабатывает эти запросы. Взаимодействуя с базой данных, серверная часть получает необходимые данные, выполняет их обработку и сохраняет изменения, после чего возвращает ответы обратно клиенту. Этот постоянный обмен данными между компонентами обеспечивает функциональность и высокую производительность информационной системы, что позволяет пользователям получать актуальную и достоверную информацию о деятельности Федерации бокса города Бугуруслан в удобном и доступном формате. Такой подход способствует повышению интереса и вовлеченности в бокс как вид спорта. Данный процесс информационного обмена и взаимодействие компонентов системы показаны ниже (рисунок 1).

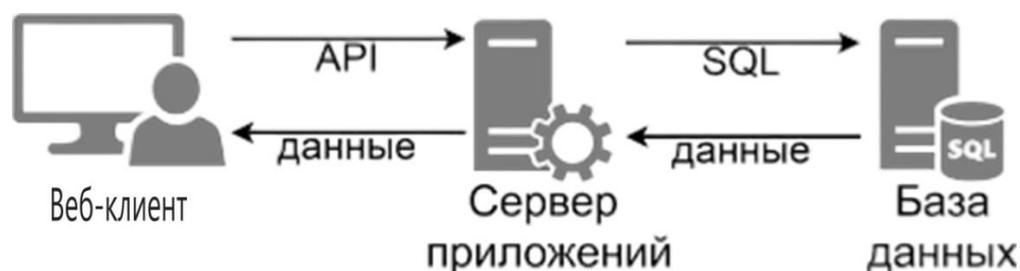


Рисунок 1. Клиент-серверное взаимодействие информационной системы

Перед разработкой информационной системы для Федерации бокса города Бугуруслана выполнен анализ существующих аналогичных систем: тематические сайты Федерации бокса городов Москвы [4] и Санкт-Петербурга [3], а также схожий по функционалу веб-ресурс "Сайт высоких технологий"[5]. Анализ позволил выявить сильные и слабые стороны существующих решений, что позволит построить лаконичную и эргономичную модель разрабатываемой системы. Для проведения анализа выделены ключевые критерии оценивания аналогов, по которым планируется разработка информационной системы. Результаты проведенной оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Описание основных критериев, учтенных при разработке сайта Федерации бокса города Бугуруслана

Критерий	Сайт Федерации бокса г. Москвы	Сайт Федерации бокса г. Санкт-Петербург	Сайт Высоких технологий
Дизайн и визуальное представление	Дизайн привлекателен и профессионально выполнен.	Привлекательный и стильный дизайн	Дизайн сайта прост и понятен, но может быть улучшен.
Навигация и структура	Навигация по сайту легкая, структура хорошо организована, что облегчает поиск информации.	Навигация по сайту легкая, структура хорошо организована, что облегчает поиск информации.	Некоторые элементы могут быть неочевидны.
Функциональность	Базовые функции, но без дополнительных возможностей.	Много функциональных возможностей.	Основные функции предоставлены.
Адаптивность и совместимость	Адаптивный и совместимый.	Хорошо адаптирован для разных устройств.	Не всегда адаптирован для всех устройств.
Контент	Информация представлена ясно и наглядно, обеспечивая легкость восприятия.	Информация представлена ясно и наглядно, обеспечивая легкость восприятия.	Информация представлена ясно, но может быть дополнена более наглядными элементами.
Коммуникационные возможности	Удобные средства коммуникации.	Удобные средства коммуникации.	Удобные средства коммуникации.

Каждый из рассмотренных примеров выделяется следующими ключевыми особенностями:

- привлекательный и современный дизайн.;
- наличие меню на каждой странице облегчает перемещение по сайту;
- наличие онлайн-трансляций, форм для регистрации, покупки товаров могут значительно улучшить пользовательский опыт;
- все три веб-сайта обладают адаптивным дизайном;
- на сайтах предоставляется достаточно данных, таких как контактная информация, карта залов и другая дополнительная информация.

Исходя из проведенного анализа, следует обратить особое внимание на следующие аспекты при создании собственного сайта: структура меню должна быть понятной и логичной, чтобы обеспечить легкость в поиске информации, следует избегать перегрузки страниц избыточной информацией и обеспечить адаптивность сайта для удобства использования на различных устройствах.

В процессе анализа требований к функциональности сайта определены возможные действия пользователя во время взаимодействия с интерфейсом, представленные на рисунке ниже (рисунок 2). Для пользователей информационной системы предоставляется широкий спектр функций, обеспечивающих доступ к разнообразной информации о федерации бокса в городе Бугуруслане.

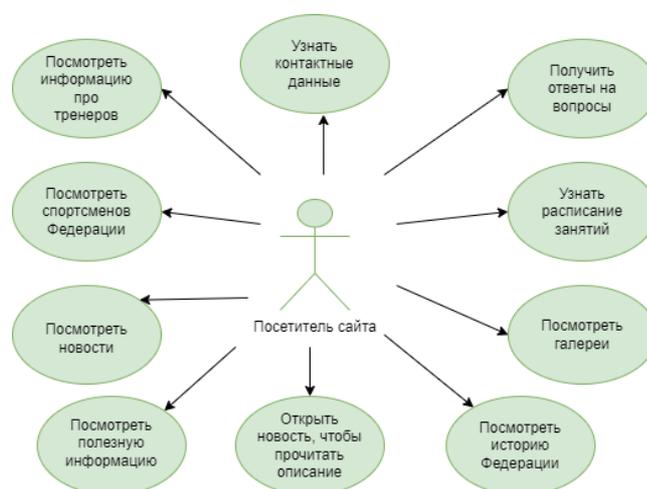


Рисунок 2. Диаграмма вариантов использования

Функционал системы включает в себя возможность ознакомления с расписанием занятий, информацией о тренерах и спортсменах, ответами на часто задаваемые вопросы, полезными источниками для развития в боксе и актуальными новостями.

Администраторы системы, в свою очередь, обладают расширенными возможностями, отображенными на рисунке ниже (рисунок 3). Они имеют привилегии управления данными, включая редактирование информации и удаление устаревших данных. Это позволяет администраторам поддерживать актуальность и достоверность информации, обеспечивая пользователей информационной системы актуальными данными о деятельности Федерации бокса города Бугуруслана.

## Выводы

Таким образом, спроектирована система, которая эффективно решает проблему доступа к информации о деятельности Федерации бокса в городе Бугуруслане. Ожидается, что это повысит интерес к боксу и увеличит посещаемость мероприятий Федерации.

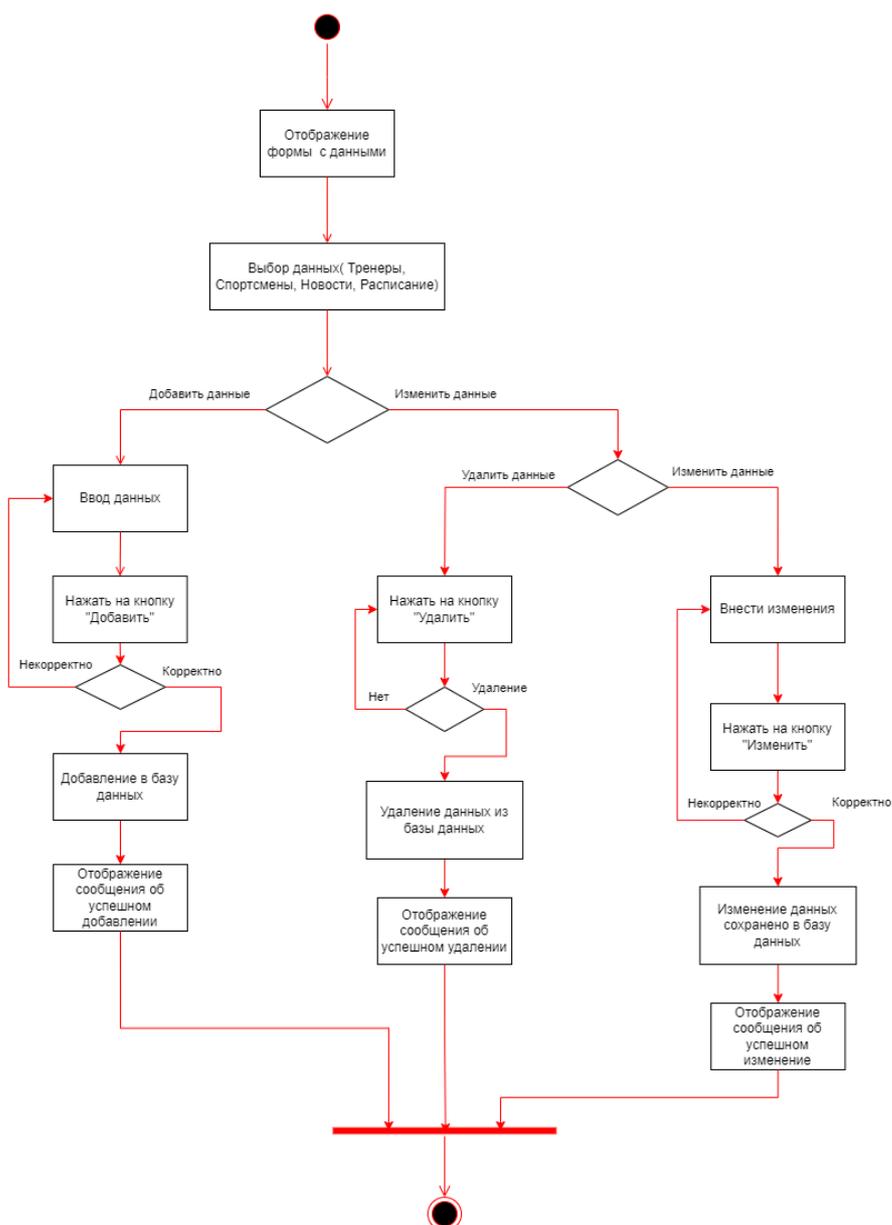


Рисунок 3. Диаграмма деятельности

## Литература

1. Романенко, М.И. БОКС / М.И. Романенко. – Киев: объединение «Вища школа», 1978. С. 324.
2. SKYPRO [Электронный ресурс]. – URL: <https://sky.pro/media/kak-sozdat-klient-servernoe-vzaimodejstvie-na-sajte/> (дата обращения: 19.03.2024).
3. Федерация бокса города Санкт-Петербург [Электронный ресурс]. – URL: <https://spbboxing.ru/> (дата обращения: 19.03.2024).
4. Федерация бокса города Москвы [Электронный ресурс]. – URL: <https://mos-boxing.ru/> (дата обращения: 19.03.2024).
5. Сайт Высоких технологий [Электронный ресурс]. – URL: <https://htcs.ru/> (дата обращения: 19.03.2024).

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

УДК 004.55

**РАЗРАБОТКА ГИС-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ СИСТЕМЫ  
РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВОК НА ДОБЫЧУ ОБЪЕКТОВ  
ЖИВОТНОГО МИРА НА ТЕРРИТОРИИ  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

**DEVELOPMENT OF A GIS INTERFACE FOR THE SYSTEM  
REGISTRATION OF APPLICATIONS FOR THE EXTRACTION  
OF OBJECTS WILDLIFE ON THE TERRITORY  
REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

Минасов Ш.М., Широкова А.А.,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российская Федерация  
Sh.M. Minasov, A.A. Shirokova,  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Ufa University of Science and Technology»,  
Ufa, Russian Federation

e-mail: minasov@ufanet.ru, ann2002wide@gmail.com,

**Аннотация.** Представлены статистические данные о случаях несанкционированной гибели животных: лось, косуля, кабан и медведь. Описан механизм управления численностью популяции объектов животного мира через контроль добычи охотничьих ресурсов. Разработан новый веб-интерфейс системы регистрации заявок на добычу объектов животного мира в Республике Башкортостан, предназначенной для повышения эффективности работы Министерства экологии РБ при обработке заявлений охотников на выдачу разрешений на добычу охотничьих ресурсов. Представлены разработанные функциональная и информационная модели системы. Описаны технические решения реализации веб-интерфейса для пользователей, осуществляющих подачу заявлений на добычу охотничьих ресурсов на основе картографического. Разработан алгоритм работы интерфейсной части приложения, отличающийся от решения, разработанного Министерством цифрового развития государственного управления Республики Башкортостан, исключающий ошибки при подаче заявлений на неустановленные квотами добычи виды охотничьих ресурсов, территории их добычи и максимальное количество подаваемых заявлений на получения разрешений на добычу охотничьих ресурсов. Реализован прототип интерфейса на основе применения картографического сервиса, повышающий эффективность подачи заявок

пользователями системы и снижающий риски от вредоносных действий злоумышленников. Разработана и заполнена база данных границ охотничьих территорий, на территории которых разрешена добыча охотничьих ресурсов, а также границ административного деления Республики Башкортостан. Представленная система на момент подготовки данного материала не имеет аналогов в мире.

**Abstract.** Statistical data on cases of unauthorized killing of animals are presented. The mechanism of wildlife population size management through the control of hunting resources extraction is described. A new web-interface of the system of registration of applications for the extraction of wildlife in the Republic of Bashkortostan is developed, designed to improve the efficiency of the Ministry of Ecology of the Republic of Bashkortostan when processing applications of hunters for the issuance of permits for the extraction of hunting resources. The developed functional and information models of the system are presented. The technical solutions of the web-interface realization for the users, who submit applications for hunting resources extraction on the basis of the cartographic one, are described. An algorithm for the interface part of the application has been developed that differs from the solution developed by the Ministry of Digital Development of Public Administration of the Republic of Bashkortostan, eliminating errors when submitting applications for species of hunting resources not defined by the extraction quotas, their extraction territories and the maximum number of applications for permits to extract hunting resources. A prototype interface based on the use of a map service was implemented, which increases the efficiency of application submission by system users and reduces risks from malicious actions of intruders. A database of borders of hunting territories, on the territory of which hunting resources extraction is allowed, as well as borders of administrative division of the Republic of Bashkortostan was developed and filled in.

**Ключевые слова:** веб-интерфейс, картографический сервис, пространственные данные, база данных, разрешение на добычу охотничьих ресурсов, охотничьи ресурсы.

**Keywords:** web-interface, map service, spatial data, database, hunting resource extraction permit, hunting resources.

### **Введение**

Животные являются важной частью окружающего нас мира. Люди, являясь значительной частью пищевой цепочки, часто не осознают, насколько сильно они влияют на природу. По сей день, несмотря на всемирную пропаганду экологических активистов, среди охотников существует множество браконьеров, забирающих жизни особей, от которых во многом зависело будущее развитие всей популяции. К сожалению, это происходит и на территории нашей республики.

Например, 8 ноября 2023 года на сайте в интернет [1] появилась информация о том, что в лесу Иглинского района около деревни Уктеево во время рейда были обнаружены останки двух крупных лосей, возраст которых составлял 3-4 года.

10 ноября источник сообщил о том, что злоумышленники незаконно добыли двух разнополых косуль в Буздякском районе [2]. Возраст парнокопытных составлял около двух лет. Ущерб, нанесённый животному миру от этого убийства, предварительно оценили более чем в 300 тысяч рублей.

Помимо браконьерства, существуют и другие причины гибели животных, такие как ДТП. По данным источника [3], в период с начала 2023 года по 15 сентября погибло 105 диких животных в результате 104 автомобильных катастроф. Гистограмма, отображающая число погибших животных каждого вида представлена ниже (рисунок 1).

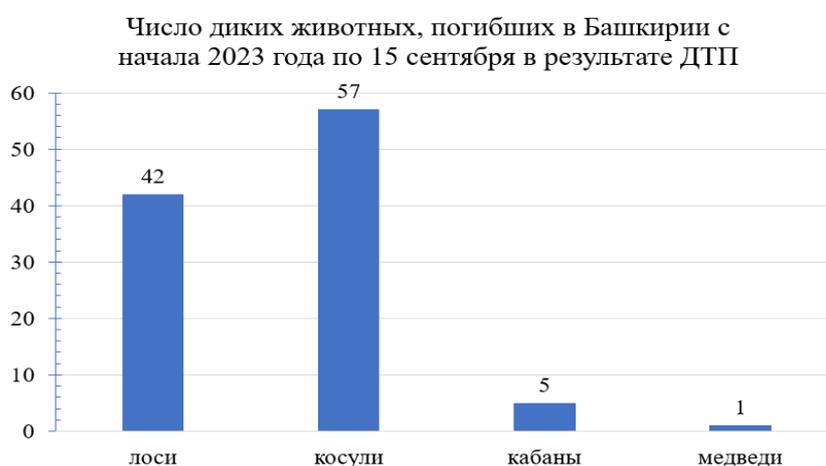


Рисунок 1. Гистограмма «Число диких животных, погибших в Башкирии с начала 2023 года по 15 сентября в результате ДТП»

### Постановка задачи

Одним из способов сохранения популяции объектов животного мира (ОЖМ) является активный контроль за их добычей. Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан (Минэкологии) устанавливает ограничения на добычу ОЖМ и выдает ограниченное число разрешений на добычу охотничьих ресурсов, к которым относятся медведи, косули и лоси. Сведения о разрешенных территориях и охотничьих ресурсах, которые можно добывать на этих территориях публикуются на [4]. В настоящий опубликована информация о квотах добычи охотничьих ресурсов в 2023 году.

Минэкологии РБ ежегодно устанавливает квоты на добычу ОЖМ, информация о которых включает: районы, в которых разрешена охота, виды животных с градацией по возрасту, на которые разрешено охотиться в конкретном районе, число ОЖМ, допустимое для добычи на каждой территории.

Изменения о контроле вступили в силу 1 сентября 2021 года [5], которые также означают, что охотник должен не только получить разрешение в соответствии с [6], но и отчитаться о результатах своей добычи.

Одним из путей повышения эффективности работы Минэкологии РБ в данном направлении является цифровизация предоставляемых государственных услуг. В рамках данного процесса Минэкологии РБ на протяжении 3-х лет принимает заявления на добычу охотничьих ресурсов в электронном виде на портале [ohota.mprtb.ru](http://ohota.mprtb.ru). Реализация данного проекта за три года существенно снизила нагрузку на сотрудников министерства по приему заявлений от охотников, которые получили возможность удаленной подачи заявлений без необходимости посещения министерства лично. На данный момент свыше 30% заявлений подается дистанционно. Об эффективности такого решения говорит и то, что Министерство цифрового развития государственного управления Республики Башкортостан (Минцифры), пока единственное в России разработало сценарий подачи заявлений через портал Государственных услуг. Однако, на наш взгляд, предложенное Минцифры решение, содержит существенные недостатки.

Во-первых, разработанный сценарий использует устаревшие решения, для подачи заявления охотнику необходимо пройти достаточно сложную процедуру, включающую ввод большого количества данных вручную: реквизитов охотничьего билета, вида добываемого охотничьего ресурса, территории его добычи и даже сезона, что приводит к возможности некорректного оформления заявки. Оказалось, что на портале можно подать заявление на добычу в прошедшем сезоне неразрешенного для добычи вида охотничьего ресурса, на территории, на которой не разрешена добыча ни на один вид охотничьих ресурсов, да еще и с неверным номером охотничьего билета. Это приводит к тому, что сотрудники Минэкологии должны обрабатывать заявку, единственным решением по которой может быть только отказ.

Во-вторых, даже если охотнику удастся не допустить ошибки ни в одной цифре и букве, для него это очень сложная задача, особенно если он это делает со смартфона или планшета.

Таким образом, оценка существующего решения не может быть высокой, поскольку не упрощает ни процедуру подачи заявления, и охотники несут заявления, написанные вручную, но процедуру его обработки, поскольку операторам Минэкологии придется переносить данные из электронной заявки, поданной через систему Госуслуг в собственную базу данных, да еще и с априори известным отрицательным результатом.

Целью настоящей работы является повышение эффективности автоматизированной подачи заявок на получение разрешений на добычу объектов животного мира на территории Республики Башкортостан.

Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие задачи:

– описать функциональную модель системы ведения учёта добычи объектов животного мира на территории РБ;

- разработать информационную модель БД для ведения учёта добычи объектов животного мира на территории РБ;
- разработать алгоритм процесса подачи заявлений на выдачу разрешений на добычу охотничьих ресурсов на территории РБ в электронном виде;
- разработать интерфейс системы, реализующий процедуру подачи заявлений на добычу охотничьих ресурсов, исключающий возможность возникновения несоответствия заявлений установленным нормативно-правовыми документами требованиями;
- разработать и провести анализ работоспособности и эффективности предложенных программно-технических решений.

### Проектирование системы

В результате анализа функционирования системы подачи заявлений (СПЗ) на выдачу разрешений на добычу охотничьих ресурсов разработана функциональная модель системы, контекстная модель которой приведена ниже (рисунок 2).



Рисунок 2. Контекстная диаграмма СПЗ

Далее представлен фрагмент физической модели БД системы учёта добычи объектов животного мира на территории РБ (рисунок 3).



Для исключения ошибки при выборе вида охотничьих ресурсов территории их добычи подсвечиваются соответствующим цветом, совпадающим с цветом выбранного охотничьего ресурса. После подачи заявления охотничий ресурс обесцвечивается, поскольку подача второго заявления на одно и то же вид охотничьего ресурса не разрешается.

## **Выводы**

Цифровизация активно проникает в нашу жизнь. Но ее проникновение должно повышать нашу эффективность, а не загружать лишней работой и отнимать время. В результате проделанной работы было предложено решение, которое сокращает время подачи заявления по сравнению с порталом ГОСУСЛУГИ с 15 минут до нескольких секунд. При этом без необходимости разрабатывать сложные алгоритмы защиты от некорректных действий злоумышленников предлагаемый подход полностью исключает возможность некорректной подачи заявлений, что снижает нагрузку на сотрудников министерства, исключая необходимость анализа заявлений, которые точно будут отклонены из-за нарушений требований нормативно-правовой базы описываемого процесса, а именно коллизии связанные с некорректным выбором вида охотничьего ресурса, территории на которой не установлены квоты его добычи, указания неверных сведений об охотнике, и других установленных правил.

Прототип реализованной системы разработан на базе свободного программного обеспечения с открытым исходным кодом: веб-сервер Apache, язык серверных сценариев PHP, СУБД MySQL (Maria DB). На данное ПО не распространяются санкции, и оно применяется для работы в государственных учреждениях, а также реализовано в отечественных вариантах операционных систем, разработанных на основе Linux. В качестве картографического сервиса использовались Bing Maps и Yandex.Maps. Для описания границ административных районов РБ создана база данных более чем из 20 000 точек геопозиции и 183 полигональных объектов, описывающих охотничьи хозяйства и угодья на территории Республики Башкортостан. Ядро системы, обеспечивающее основную бизнес-логику приложения, прошло апробацию и подтвердило свою эффективность в течение 3-х лет работы. Доказательство того, что новое интерфейсное решение интуитивно понятнее и эффективнее, покажет время.

## **Литература**

1. Браконьеры в Башкирии совершили зверство URL: <https://na-zemle-salavata.com/news/novosti/2023-11-08/brakonieriy-v-bashkirii-sovershili-zverstvo-3512191> (дата обращения: 17.12.2023).
2. В Башкирии браконьеры убили двух косуль URL: <https://www.bashinform.ru/news/law/2023-11-10/v-bashkirii-brakonieriy-ubili-dvuh-kosul-3514859> (дата обращения: 17.12.2023).

3. С начала 2023 года в Башкирии зарегистрировано 104 ДТП с участием диких животных URL: [https://vk.com/wall-219269683\\_8241](https://vk.com/wall-219269683_8241) (дата обращения: 17.12.2023).

4. Известно, на сколько медведей, косуль и лосей можно охотиться на территории Башкирии URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/269927606> (дата обращения: 17.12.2023).

5. Информация для охотников URL: <https://ecology.bashkor-tostan.ru/presscenter/news/391802/> (дата обращения: 17.12.2023).

6. Закон Республики Башкортостан от 22 ноября 2022 года №642-з «О внесении изменений в статью 8 Закона Республики Башкортостан "Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов в Республике Башкортостан"».

**СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

УДК 004.7

**АНАЛИЗ ОПЕРАТИВНЫХ НОРМ НА ПАРАМЕТРЫ ОШИБОК НА  
ПРИМЕРЕ ТРЕТИЧНОГО ЦИФРОВОГО ТРАКТА****OPERATIONAL NORMS ANALYSIS FOR ERROR PARAMETERS ON  
EXAMPLE OF TERTIARY DIGITAL PATH**

Батенков К.А.,  
РТУ МИРЭА,  
г. Москва, Российская Федерация  
К.А. Batenkov,  
RTU MIREA,  
Moscow, Russian Federation

e-mail: [pustur@yandex.ru](mailto:pustur@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе отмечается, что нормы, приведенные в рекомендации ITU-T M.2100 используются для указания на необходимость вмешательства при техническом обслуживании и вводе в эксплуатацию. Сеть, удовлетворяющая данным оперативным нормам, должна соответствовать долгосрочным нормам, изложенным в рекомендациях ITU-T G.821 и G.826. Во время эксплуатации для целей контроля необходимы дополнительные нормы. Данный контроль осуществляется без прекращения связи при использовании специальной аппаратуры контроля. Процесс контроля включает анализ аномалий и дефектов для выявления уровня качества: нормальное, ухудшенное или неприемлемое. Нормы на ввод каналов и трактов после ремонта идентичны нормам при вводе в эксплуатацию. Процедуры испытаний при вводе в эксплуатацию определены в рекомендации ITU-T M.2110. Контроль показателей ошибок в каналах или трактах для определения соответствия оперативным нормам может проводиться в эксплуатационных условиях за различные периоды времени – 15 минут, 2 часа и 1 сутки. Во время эксплуатации для проведения контроля рассчитанные пороговые значения и измерительные данные передаются в операционные системы посредством сети управления электросвязью как для анализа в реальном времени, так и для долгосрочного.

**Abstract.** The paper notes that the standards given in the ITU-T M.2100 recommendation are used to indicate the need for intervention during maintenance and commissioning. A network that meets these operational standards must comply with the long-term standards set out in ITU-T recommendations G.821 and G.826.

During operation, additional standards are required for monitoring purposes. This control is carried out without termination of communication when using a special control equipment. The control process includes the analysis of anomalies and defects to identify the level of quality: normal, degraded or unacceptable. The norms for the commissioning of channels and paths after repair are identical to the norms during commissioning. The commissioning test procedures are defined in ITU-T recommendation M.2110. Monitoring of error indicators in channels or paths to determine compliance with operational standards can be carried out in operational conditions for various periods of time – 15 minutes, 2 hours and 1 day. During operation, the calculated threshold values and measurement data are transferred to the operating systems via the telecommunication control network for both real-time and long-term analysis.

**Ключевые слова:** события ошибок, блок с ошибками, секунда с ошибками, секунда с существенными ошибками, блок с фоновыми ошибками, период с существенными ошибками.

**Keywords:** error events, block with errors, second with errors, second with significant errors, block with background errors, period with significant errors.

В рекомендации ITU-T M.2100 [Ошибка! Источник ссылки не найден.] отражены нормы на параметры ошибок при вводе в эксплуатацию (BIS – bringing-into-service) и в процессе эксплуатации международных трактов PDH нескольких операторов с первичной скоростью и выше, а также соединений с меньшими скоростями.

Длина  $L$  элемента тракта соответствует расчетной длине  $L$  домена, тыс. км

$$L = \begin{cases} 1,5L_a, L_a < 1, \\ 1,5, 1 \leq L_a < 1,2, \\ 1,25L_a, L_a \geq 1,2, \end{cases}$$

где  $L_a$  – длина воздушной трассы, тыс. км.

Длина  $L_a$  воздушной трассы (расстояние по прямой) определяется на основе координат объектов.

Коэффициенты длины для IPCE

$$k = \begin{cases} 0,01 \left( 1 + \left\lceil \frac{L}{0,5} \right\rceil \right), L \leq 1, \\ 0,02 \left( 1 + \left\lceil \frac{L}{2,5} \right\rceil \right), 1 < L \leq 7,5, \\ 0,1 \cdot L > 7,5. \end{cases}$$

где  $L$  – длина элемента тракта, тыс. км,  
для IPCE, построенного на подводном неоптическом кабеле,

$$k = \begin{cases} 0,03, 0,5 < L \leq 1, \\ 0,02 \left( 1 + \left\lfloor \frac{L}{2,5} \right\rfloor \right), 1 < L \leq 12,5, \\ 0,08, L > 5. \end{cases}$$

для ИРСЕ, построенного на подводном оптическом кабеле,

$$k = \begin{cases} 0,01, L \leq 0,5, \\ 0,025, L > 0,5, \end{cases}$$

для ИРСЕ, построенного на спутниковых системах передачи,

$$k = 0,2,$$

для ИРСЕ, построенного на наземных системах передачи

$$k = 0,5, L < 0,3.$$

При наличии в составе канала или тракта нескольких элементов с коэффициентами длины  $k_i, i = 1, 2, \dots, n$ , коэффициент длины всего канала или тракта

$$k = \sum_{i=1}^n k_i.$$

Нормы, приведенные в рекомендации ITU-T M.2100 [1] используются для указания на необходимость вмешательства при техническом обслуживании и вводе в эксплуатацию. Сеть, удовлетворяющая данным оперативным нормам, должна соответствовать долговременным нормам, изложенным в рекомендациях ITU-T G.821 [2] и G.826 [3].

Во время эксплуатации для целей контроля необходимы дополнительные нормы [4, 5]. Данный контроль осуществляется без прекращения связи при использовании специальной аппаратуры контроля. Процесс контроля включает анализ аномалий и дефектов для выявления уровня качества: нормальное, ухудшенное или неприемлемое, как показано в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициент типа эксплуатационного контроля  $m$

тип испытания	системы передачи	сетевые тракты, участки, основные цифровые каналы
ввод в эксплуатацию	0,1	0,5
ввод после ремонта	0,125	0,5
ввод с пониженным качеством	0,5	0,75
вывод из эксплуатации	10	10

Для ухудшенного и неприемлемого качества определены допустимые пределы, в общем случае отличающиеся от допустимых пределов при вводе в эксплуатацию.

Нормы на ввод каналов и трактов после ремонта идентичны нормам при вводе в эксплуатацию.

Процедуры испытаний при вводе в эксплуатацию (BIS) определены в рекомендации ITU-T M.2110 [6]. Контроль показателей ошибок в каналах или трактах для определения соответствия оперативным нормам может проводиться в эксплуатационных условиях за различные периоды времени – 15 минут, 2 часа и 1 сутки. Для анализа результатов контроля определяются пороговое значение  $s_e^-$  числа секунд с ошибками ES и пороговое значение  $s_s^-$  числа секунд с существенными ошибками SES за период наблюдения  $T$ .

$$s_e^- = \max(0; mkTr_e' - 2\sqrt{mkTr_e'}),$$

$$s_s^- = \max(0; mkTr_s' - 2\sqrt{mkTr_s'}),$$

где  $m$  – коэффициент типа эксплуатационного контроля;  
 $k$  – коэффициент длины канала или тракта.

Если за период наблюдения  $T$  по результатам эксплуатационного контроля получено число  $s_e$  секунд с ошибками ES или число  $s_s$  секунд с существенными ошибками SES, то система передачи или тракт считаются успешно прошедшими испытания только при условии неперевышения допустимых порогов, то есть при  $s_e \leq s_e^-$  или  $s_s \leq s_s^-$ .

Во время эксплуатации для проведения контроля рассчитанные пороговые значения и измерительные данные передаются в операционные системы посредством сети управления электросвязью (TMN – telecommunications management network) как для анализа в реальном времени, так и для долговременного.

Определены две стандартные длительности интервалов измерений при контроле во время эксплуатации (технического обслуживания), каждому из которых соответствуют свои предельные значения показателей.

Первая длительность контроля соответствует 15 минутам и используется при идентификации неприемлемого уровня показателей качества ES  $s_e''$  и SES  $s_s''$ , либо возврате в нормальное состояние. Пороговые значения приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Пороговые значения показателей качества по умолчанию для идентификации состояния их неприемлемости

коэффициент длины $k$	первичный уровень		вторичный уровень		третичный уровень		четверичный уровень	
	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с
$k < 0,35$	80	10	80	10	100	10	120	10
$k \geq 0,35$	120	15	120	15	150	15	180	15

Таблица 3. Пороговые значения показателей качества по умолчанию для возврата в нормальное состояние из неприемлемого

коэффициент длины $k$	первичный уровень		вторичный уровень		третичный уровень		четверичный уровень	
	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с
$k < 0,35$	1	0	1	0	1	0	1	0
$k \geq 0,35$	2	0	2	0	3	0	4	0

Вторая длительность контроля соответствует одним суткам и используется при идентификации ухудшенного уровня показателей качества ES  $s_e''$  и SES  $s_s''$ . Пороговые значения ухудшенных качественных показателей рассчитываются исходя из 75 % границы для трактов и 50 % для систем передачи.

Пример анализа.

Третичный цифровой тракт включает один IPCE протяженностью 9250 км. Измерения при техническом обслуживании зарегистрировали за интервал измерения восемь секунд с ошибками, и семь секунд с существенными ошибками. Периодов неготовности не зафиксировано.

Определить соответствие результатов измерений оперативным нормам на характеристики ошибок этого сетевого тракта.

Дано:  $L = 9250$  км,  $T = 15$  мин.,  $s_e = 8$ ,  $s_s = 7$ .

Найти:  $s_e''$ ,  $s_s''$ .

Коэффициенты длины IPCE равный коэффициенту тракта

$$k = \begin{cases} 0,01 \left( 1 + \left\lfloor \frac{L}{0,5} \right\rfloor \right), & L \leq 1, \\ 0,02 \left( 1 + \left\lfloor \frac{L}{2,5} \right\rfloor \right), & 1 < L \leq 7,5, \\ 0,1. & L > 7,5. \end{cases} = 0,1.$$

При техническом обслуживании первоначально проверяется приемлемость уровня показателей качества в течении 15 минут. Пороговые значения ES  $s_e''$  и SES  $s_s''$  для третичного цифрового тракта представлены в таблице 2

$$s_e'' = 100 \text{ (с)}, s_s'' = 10 \text{ (с)}.$$

Таким образом, тракт находится в нормальном состоянии, что подтверждается данными таблицы 4.

Далее проверяется уровень показателей качества в течении суток.

Предельные оперативные нормы для третичного сетевого тракта представлены в таблице 5

Таблица 4. Соответствие нормам параметров ошибок третичного сетевого тракта

показатель	ES $s_e$ , с	SES $s_s$ , с
вывод из эксплуатации	100	10
пониженное качество	212	1
измеренные значения	8	7

$$r'_e = 0,0375, r'_s = 0,001.$$

Таблица 5. Оперативные нормы на показатели ошибок для международных каналов и трактов

тип канала или тракта	скорость, Мбит/с	ESR $r'_e$	SESR $r'_s$
каналы, использующие аппаратуру, разработанную после 14.12.2002	0,064–2,048	0,04	0,001
каналы, использующие аппаратуру, разработанную до 14.12.2002	0,064–2,048	0,02	0,001
первичный сетевой тракт	2,048	0,02	0,001
вторичный сетевой тракт	8,448	0,025	0,001
третичный сетевой тракт	34,368	0,0375	0,001
четверичный сетевой тракт	139,264	0,08	0,001

Пороговые значения  $s_e^-$  числа секунд с ошибками ES и  $s_s^-$  числа секунд с существенными ошибками SES за период наблюдения  $T = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86\,400$  с при эксплуатации с пониженным качеством ( $m = 0,75$ ), подробнее в таблице 1

$$\begin{aligned} s_e^- &= \max\left(0; mkTr'_e - 2\sqrt{mkTr'_e}\right) \\ &= \max\left(0; 0,75 \cdot 0,1 \cdot 86\,400 \cdot 0,0375 - 2\sqrt{0,75 \cdot 0,1 \cdot 86\,400 \cdot 0,0375}\right) = \max(0; 212) = 212 \text{ (с)}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_s^- &= \max\left(0; mkTr'_s - 2\sqrt{mkTr'_s}\right) \\ &= \max\left(0; 0,75 \cdot 0,1 \cdot 86\,400 \cdot 0,001 - 2\sqrt{0,75 \cdot 0,1 \cdot 86\,400 \cdot 0,001}\right) = \max(0, 1) = 1 \text{ (с)}, \end{aligned}$$

Поскольку предполагается, что результаты измерений идентичны, тракт находится в состоянии пониженного качества.

**Литература**

1. Rec. M.2100. Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international multi-operator PDH paths and connections. – 2003–04. – Geneva: ITU-T, 2003. – 50 p.
2. Rec. G.821. Error performance of an international digital connection operating at a bit rate below the primary rate and forming part of an Integrated Services Digital Network. – 2002–12. – Geneva: ITU-T, 2002. – 18 p.
3. Rec. G.826. End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections. – 2002–12. – Geneva: ITU-T, 2002. – 34 p.
4. Батенков К.А. Анализ и синтез структур сетей связи методом перебора состояний. Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2022. Т. 18. № 3. С. 300-315. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu10.2022.301>
5. Rec. M.20. Maintenance philosophy for telecommunication networks. – 1992–10. – Geneva: ITU-T, 1993. – 23 p.
6. Rec. M.2110. Bringing into service international multi-operator paths, sections and transmission systems. – 2002–07. – Geneva: ITU-T, 2002. – 18 p.

УДК 004.716

**ПЕЧАТНАЯ АНТЕННА ДЛЯ АНАЛИЗА СИГНАЛА В УВЧ ДИАПАЗОНЕ****PRINTED ANTENNA FOR SIGNAL ANALYSIS IN THE UHF RANGE**

Мирзокулов Х.Б., Олмасов А.А., Болбеков М.А.,  
 Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных  
 технологий имени Мухаммада ал-Хоразми,  
 г. Самарканд, Узбекистан  
 Kh.B. Mirzokulov, A.A. Olmasov, M.A. Bolbekov,  
 Samarkand branch of Tashkent university of information technologies named after  
 Muhammad al-Khwarizmi, Samarkand, Uzbekistan

e-mail: liverpool\_2592@mail.ru

**Аннотация:** В данной статье представлены свойства и возможности патч-антенны (печатных антенн). Патч-антенна является типом антенны, который все еще находится в стадии разработки и еще не получил оценки своего полного потенциала. Поэтому изучение и применение патч-антенн в различных технологиях беспроводной связи остается актуальным. В ходе научных исследований с использованием среды CST Studio было выполнено имитационное моделирование патч-антенны. Модель антенны состоит из заземляющего слоя, подложки и возбуждаемой в виде полосовой накладной

антенны. В ходе имитационного моделирования были получены результаты по параметрам  $S$  (коэффициента отражения) и диаграммы направленности. Затем был создан экспериментальный образец антенны и проведены измерительные работы. Полученные результаты показывают, что данная антенна является широкополосной и эффективно работает в диапазоне УВЧ. На основе полученных результатов в процессе моделирования был создан экспериментальный образец антенны, и проведены измерения. Полученные результаты были сравнены с антеннами других типов, и были получены удовлетворительные результаты. Созданная патч-антенна может использоваться в качестве универсальной антенны для измерения уровня сигнала в частотных диапазонах мобильных поколений и стандартов, таких как CDMA450, GSM900, GSM1800, 3G (WCDMA/UMTS), 4G (LTE), а также стандартных цифровых телевизионных сигналов DVB-T2.

**Abstract:** This article presents the properties and capabilities of a patch antenna (printed antennas). The patch antenna is a type of antenna that is still under development and has not yet been assessed for its full potential. Therefore, the study and application of patch antennas in various wireless communication technologies remains relevant. During scientific research, a patch antenna simulation was performed using the CST Studio environment. The antenna model consists of a ground plane, a substrate, and an excited strip patch antenna. During the simulation, results were obtained for the parameters  $S$  (reflection coefficient) and radiation pattern. Then an experimental sample of the antenna was created and measurement work was carried out. The results obtained show that this antenna is broadband and operates effectively in the UHF range. Based on the results obtained during the modeling process, an experimental antenna sample was created and measurements were carried out. The results obtained were compared with other types of antennas and satisfactory results were obtained. The created patch antenna can be used as a universal antenna for measuring the signal level in the frequency ranges of mobile generations and standards, such as CDMA450, GSM900, GSM1800, 3G (WCDMA/UMTS), 4G (LTE), as well as standard digital television signals DVB-T2.

**Ключевые слова:** патч-антенна, моделирование, диаграмма направленности, чувствительность, сигнал, волна.

**Keywords:** patch antenna, modeling, radiation pattern, sensitivity, signal, wave.

В современном мире мобильные сети являются одной из наиболее широко используемых сетей передачи данных. В беспроводных сетях параметры антенных устройств, безусловно, определяют качество и точность работы всей системы. Антенна — это устройство, предназначенное для излучения или приема электромагнитных волн. Антенны необходимы для обеспечения распространения радиоволн в пространстве и, тем самым,

организации беспроводных каналов связи при эксплуатации различных телекоммуникационных систем. Они обеспечивают связь между питающей линией и окружающей средой. Излучающая система — это область пространства, в которой протекают токи, возбуждающие электромагнитные волны. Благодаря принципу обратимости антенн, то же название может быть сохранено и для приемных антенн. Для организации радиодоступа в сетях беспроводной связи используются различные диапазоны частот радиоволн, а также различные антенные устройства. Такие как дипольные, вибраторные, печатные и другие типы антенных систем. В современных беспроводных сетях широко используются печатные антенны различных конфигураций, в частности микрополосковые патчантенны, поскольку они работают на высоких частотах и отличаются своей компактностью. Почти все поколения сетей мобильной связи используют патч-антенны, и основной целью исследований является создание антенны, которая могла бы анализировать сигналы этих сетей связи. Такие антенны обладают механической прочностью, способностью принимать желаемую форму, небольшой зависимостью диаграммы направленности от перекрестной поляризации, и их производство экономически оправдано.

Микрополосковая антенна — это особый тип печатной антенны, которая изготавливается с использованием методов, аналогичных тем, которые используются для печатных схем. Примерами печатных антенн являются печатные дипольные, конические щелевые антенны и, а также печатная антенная решетка в виде галстука-бабочки на рис. 1. Микрополосковая антенна (MSA) состоит из металлической накладки, напечатанной поверх тонкой подложки, с плоскостью заземления в нижней части подложки, как показано ниже [1] (рисунок 1).

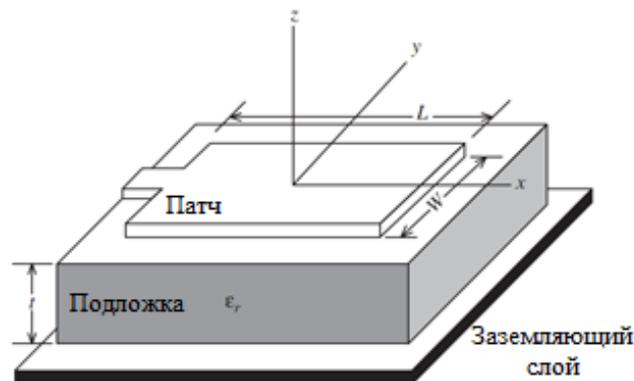


Рисунок 1. Микрополосковая патч-антенна с подачей сигнала на край.

Микрополосковая антенна представляет собой плоский металлический проводник, расположенный над заземленной подложкой. В данном случае патч-антенна (рисунок 1), как правило,  $=-0$  выполнена в виде печатной платы, имеет длину  $L$ , ширину  $W$  и размещается на верхней части диэлектрического подложки с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_r$ .

Микрополосковая передающая линия и заземление выполнены из высокопроводящего металла (обычно меди). Толщина подложки  $h$  значительно меньше рабочей длины волны  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (1)$$

Толщина металла микрополосковой антенны и заземления не является критической.

Распределение электрической компоненты между патч-антенной и заземлением в определенный момент времени. Изменение  $E(t)$  приводит к излучению (или приему) электромагнитного поля в пространстве, окружающем антенну.

Центральная рабочая частота такой антенны может быть определена по приближенному уравнению [2].

$$f_0 = \frac{c}{2L\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (2)$$

Изменяя значение  $L$  и диэлектрическую проницаемость подложки  $\varepsilon_r$ , становится возможным изменить рабочую частоту и условия излучения.

Из уравнения (2) следует, что длина микрополосковой антенны  $L$  должна быть примерно равна половине длины электромагнитной волны, распространяющейся в среде диэлектрической подложки (3).

$$L = \frac{\lambda}{2} \quad (3)$$

Ширина  $W$  микрополосковой антенны определяется из уравнения (4) и влияет на входное сопротивление и полосу пропускания антенны.

$$W = \frac{c}{2f_0} \cdot \sqrt{\frac{2}{\varepsilon_r + 1}} \quad (4)$$

Для квадратной антенны входное сопротивление может составлять порядка 300 Ом. Увеличение ширины позволяет уменьшить входное сопротивление и увеличить полосу пропускания. Однако для уменьшения входного сопротивления до 50 Ом часто требуется достаточно большая ширина антенны.

Как известно, основным недостатком микрополосковых антенн является их узкая полоса пропускания. Максимальная полоса пропускания классических микрополосковых антенн составляет около 8% от центральной рабочей частоты. Для увеличения этой полосы пропускания используются различные методы [3–5].

Например, в работе [5] рассматривается новая микрополосковая патч-антенна с ультрагромкополосными характеристиками, основанная на структуре единицы ячейки FSS (Frequency Selective Surface). Она представляет собой печатную плату с вырезанными пазами, благодаря которым достигаются широкополосные характеристики. Структура из 3x3 ячеек помогает увеличить коэффициент усиления с 1.63dBi до 5.76dBi, что составляет увеличение на

4.13dBi. Кроме того, достигается низкая глубина спада в параметрах  $S_{11}$ , равная -34.77 дБ, что является хорошим результатом.

В работе [6] предложена микрополосковая патч-антенна с двойным резонансом на частотах 3.72 ГГц, 7.25 ГГц и 8.97 ГГц соответственно, с импедансной полосой пропускания 4.875 ГГц. Антенна обладает низким значением отражения ( $S_{11}$ ) ниже -10 дБ в указанном диапазоне частот.

На основе изученных материалов была разработана модель микрополосковой антенны на подложке FR4 (рисунок 2).

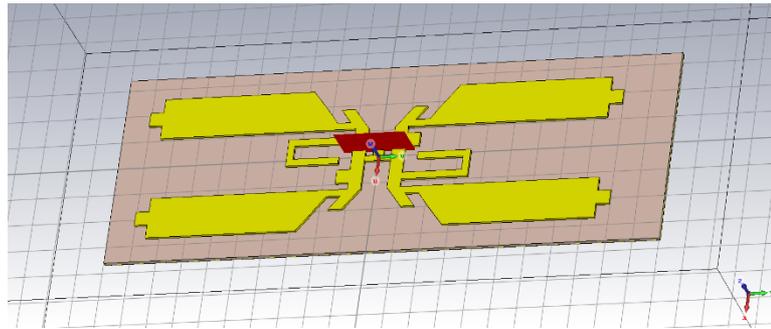


Рисунок 2. Иммитационная модель микрополосковой патч антенны.

Ниже показаны размеры патч-антенны (рисунок 3), которая в целом имеет длину 180 мм и состоит из двух одинаковых частей, зеркально отраженных друг относительно друга. Они разделены расстоянием в 10 мм. Толщина антенны составляет 1 мм, и она изготовлена из латуни.

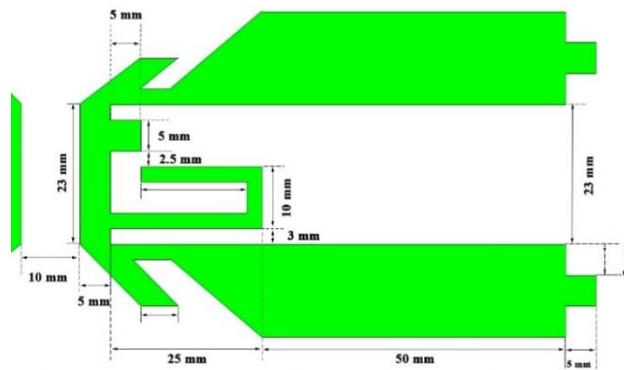


Рисунок 3. Размеры моделируемой антенны.

Представлены значение коэффициента отражения (параметр  $S_{11}$ ) разработанной антенны (рисунок 4). Ясно видно, что предложенная антенна имеет мульти-диапазонные характеристики в ультравысокочастотном (UHF) спектре. Три резонансные частоты находятся примерно на 0.69 ГГц, 1.01 ГГц и 2.34 ГГц, и значения коэффициента отражения составляют соответственно -44 дБ, -18 дБ, -20.66 дБ. Полоса пропускания антенны ниже -10 дБ находится в диапазоне от 3.1 ГГц до 10 ГГц. Она может успешно работать в системах связи, работающих в ультравысокочастотном (UHF) спектре. Выбор размеров заземляющей плоскости основан на исследовании, представленном в [7].

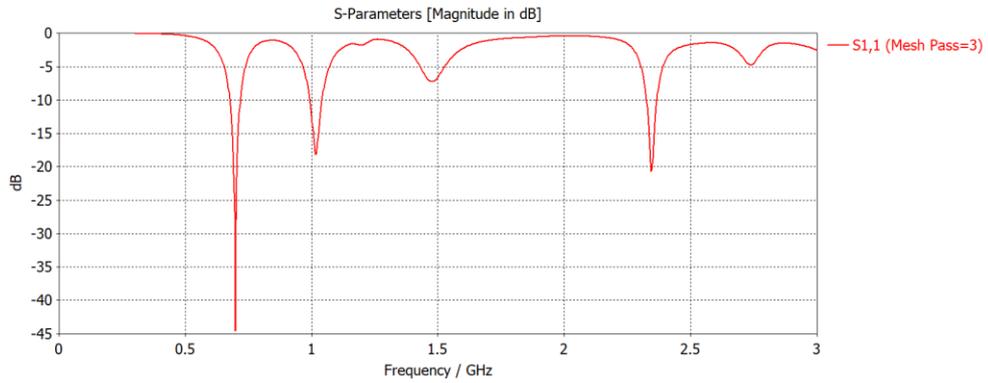
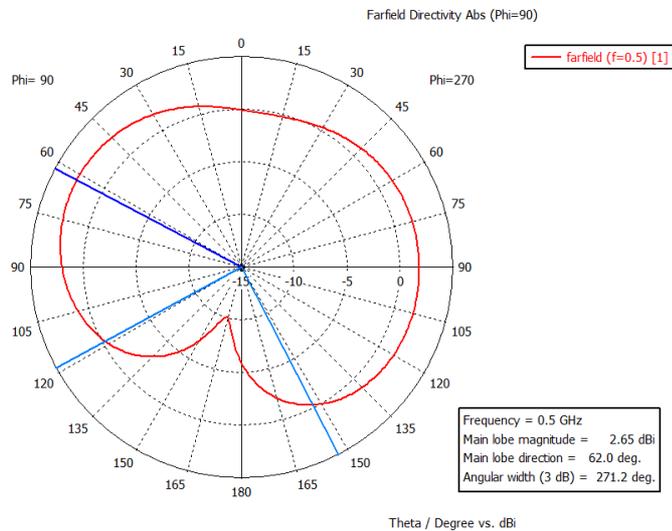
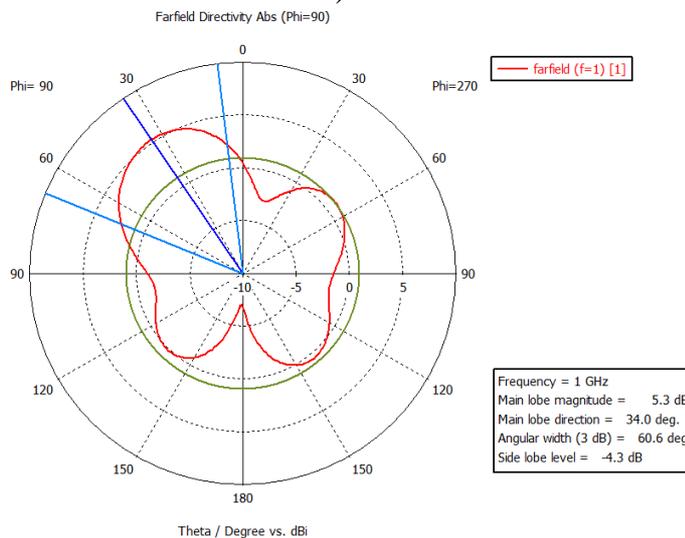


Рисунок 4. Значение коэффициента отражения (параметр S) разработанной антенны в зависимости от частоты.

Ниже показаны результаты диаграммы направленности симулированной патч-антенны (рисунок 5).



а)



б)



Frequencies," 2019 IEEE International Conference on Industry 4.0, Artificial Intelligence, and Communications Technology (IAICT), 2019, pp. 70-73, doi: 10.1109/ICIAICT.2019.8784734.

5. P. Wadhwa, R.A. Pandhare and D. Yadav, Novel UWB Microstrip Patch Antenna with a FSS Unit Cell Structure for Gain Enhancement, 2020 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat), 2020, pp. 288-291, doi: 10.1109/Comnetsat50391.2020. 9328975.

6. E. Vikas, B. Kaur and K. Sherdia, Microstrip Patch Antenna for UWB Applications. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, vol. 3 (6), 2014, pp. 6963-6965.

7. K.F. Lee, K.F. Tong, Microstrip Patch Antennas. Handbook of Antenna Technologies, Springer, 2016

8. URL: [https://www.rohde-schwarz.com/ua/products/aerospace-defense-security/receivers-and-direction-finders/rs-pr100-portable-receiver\\_63493-9653.html](https://www.rohde-schwarz.com/ua/products/aerospace-defense-security/receivers-and-direction-finders/rs-pr100-portable-receiver_63493-9653.html)

**СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ  
КИБЕРНЕТИКА**

УДК 004.020

**ПРОБЛЕМАТИКА РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ КАТАЛОГА  
ДАНЫХ ДЛЯ КОРПОРАТИВНЫХ ХРАНИЛИЩ**

**PROBLEMS OF IMPLEMENTING THE CONCEPT OF A DATA  
CATALOG FOR CORPORATE STORAGEES**

Гулаков К.В., Шатров И.С.,  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,  
г. Брянск, Российская Федерация  
K. V. Gulakov, I.S. Shatrov,  
FSBED HE «Bryansk State Technical University»,  
Bryansk, Russian Federation

e-mail: gulakov32@yandex.ru

**Аннотация.** Крупные бизнес-компании, обладающие сложными хранилищами данных, команды аналитиков и разработчики систем предъявляют запрос к наличию каталога данных как инструмента, позволяющего отслеживать и документировать жизненный цикл данных. Требования к каталогу данных детализированы на уровне средства, решающего конкретные проблемы участников бизнеса, что привело к существованию на рынке программного обеспечения нескольких закрытых систем и множества продуктов, лишь частично удовлетворяющих потребности бизнеса.

При разработке каталога данных возникают проблемы отсутствия единых структурированных требований к функционалу данной системы, а также ряда инструментов, закрывающих требуемый функционал. Каталог данных приходится развёртывать с нуля, проектируя собственными усилиями недостающие компоненты.

В рамках данной статьи производится изучение проблематики разработки каталога данных. Собранные данные о потребностях сторон бизнес-процессов сформированы в перечень функционала, которым должен обладать разрабатываемый каталог данных, и инструментов, которые должны входить в данную систему. Обзор существующих платформ, преследующих целью своей разработки организацию каталога данных, использован при детализации архитектуры каталога, определении недостающих компонентов и функционала, который должен ими предоставляться. Предложено схематичное поведение таких компонентов и обозначены направления последующих исследований, необходимых для разрешения проблем при организации каталога данных.

**Abstract.** Large business companies with complex data warehouses, analytics teams and system developers are asking for a data catalog as a tool to track and document the data lineage. Data catalog requirements are detailed at the level of a tool that solves specific business problems, which has led to the existence of several closed systems and many products that only partially satisfy business needs in the software market.

When developing a data catalog, problems arise in the absence of unified structured requirements for the functionality of this system, as well as a number of tools that cover the required functionality. The data catalog has to be developed from scratch, designing the missing components ourselves.

Within the framework of this article, the problems of developing a data catalog are studied. The collected data on the needs of the parties to business processes is formed into a list of functionality that the developed data catalog has to provide, and tools that have to be included in this system. A review of existing platforms that aim to develop a data catalog was used to detail the catalog architecture, identify missing components and functionality that should be provided by them. A schematic behavior of such components is proposed and directions for subsequent research necessary to resolve problems in organizing a data catalog are indicated.

**Ключевые слова:** хранилище данных, каталог данных, аналитика данных, жизненный цикл, метаданные.

**Keywords:** data warehouse, data catalog, data analytics, data lineage, metadata.

При работе с корпоративным хранилищем данных разные участники процесса — бизнес-аналитики, инженеры данных, разработчики программных систем, руководство компании и её клиенты — сталкиваются с необходимостью наличия такого инструмента, как каталог данных.

Концепция каталога данных подразумевает последнее как систему, в которой содержится информация обо всех данных, поступающих в хранилище и трансформирующихся в нём [1]. Каталог данных должен выполнять следующие задачи:

- Хранение актуальных корректных и полных описаний объектов модели (метаданных), содержащейся в хранилище;
- Оптимальный поиск информации по описаниям объектов хранилища (концепция словарей данных);
- Анализ качества описаний (юридическая и техническая целостность);
- Прослеживание жизненного цикла данных;
- Публикация ограниченных версий описаний сторонним потребителям.

Каталог данных содержит внутреннюю базу данных для хранения метаданных, инструменты для загрузки «сырых» метаданных из хранилищ, их обработки, дополнительные инструменты исследования внутренней базы для

поиска данных, проверки на качество и т.п. Такие решения обычно относят к классу систем Data Lineage [2].

В последнее время несколько платформ разрабатывались с целью удовлетворения концепции каталога данных «как места, где можно узнать обо всех данных в хранилище». Платформа Data Detective [3], преследует целью обеспечение аналитикам данных возможности исследовать все данные в хранилищах глобального масштаба без обращения в отделы разработки или сопровождения хранилищ. Для этого данная платформа предоставляет сервисы Data Discovery, Data Marketplace, Data Lineage [4] с уровнем детализации до таблиц, полей, точек обработки, отчётов и источников, пользовательские карточки для отчётов и другие средства. OpenMetadata — open-source развёртываемая система, предоставляющая и серверную часть для автоматизированного сбора метаданных из различных источников, и клиентские службы Data Discovery, Data Lineage с уровнем детализации до таблиц, полей, отчётов и источников, составления тестов для оценки качества данных [4]. Arenadata Catalog является проприетарным продуктом на базе OpenMetadata, более предназначенным для бизнес-аналитики [5].

Несмотря на достаточно богатый функционал, предоставляемый данными системами и ставший «эталоном» современной системы каталога данных, при интеграции таких систем в бизнес-процессы реальных компаний возникает проблема, связанная с нереализованными потребностями участников взаимодействия в детальности предоставляемых данных. Ввиду этого разработчикам и DevOps-специалистам приходится разрабатывать дополнительный функционал с нуля или искать подходящие решения, которые можно интегрировать вместе с выбранными исходными системами.

Одна из главных проблем имеющихся аналогов, позиционируемых как системы каталога данных — неполный перечень объектов в хранилищах данных, для которых производится сбор, интерпретация и визуализация метаданных. В реальных системах помимо таблиц и их полей, отчётов и источников данных существуют хранимые процедуры и запросы, которые внутри также могут хранить логику перемещения и обработки данных через переменные и выражения, вызов других хранимых процедур и запросов.

С целью устранения такой проблемы специалисты разрабатывают собственный инструмент, способный получить код хранимой процедуры или запроса и разобрать его на совокупность используемых объектов и связей между ними.

Однако несмотря на то, что такой инструмент зачастую необходим команде разработчиков для развёртывания востребованной системы каталога данных, его полезность значительно снижается при работе с большими хранилищами данных, которые развёртываются большими компаниями. Это связано с наличием второй проблемы при создании каталога данных, каким его хотят видеть конечные пользователи. Извлечение и демонстрация всех упоминающихся в коде объектов будут бессмысленными для конечного пользователя, т.к. перегрузка картины сущностями в таком количестве сделает невозможным чтение карты данных. Ввиду этого кроме функциональности по

сбору недостающих метаданных нужна также функциональность по фильтрации полученных метаданных и выделению для конечного пользователя только тех объектов, которые действительно важны. На сегодняшний день рынок имеет потребность как в инструменте разбора программного кода любых хранимых процедур и запросов в хранилище на предмет используемых внутри него объектов и зависимостей, так и в инструменте фильтрации, который получит в качестве входных данных набор извлечённых из SQL-кода объектов и набор предпочтений конечного пользователя, какие объекты нужно считать важными, а какие нужно отсечь, и выдаст в качестве результата отфильтрованный набор объектов.

Инструмент разбора программного кода хранимых процедур и запросов представляет собой программный модуль, получающий на вход SQL-код той или иной процедуры и поставляющий на выходе набор объектов и зависимостей, найденных в этом коде. Одним из распространённых форматов представления результата разбора кода является структура *abstract syntax tree*, под которую можно адаптировать результат выполнения программы.

В свою очередь, инструмент фильтрации метаданных принимает поток объектов и зависимостей от инструмента выше или от временной базы данных, куда были выложены результаты работы инструмента над множеством процедур. Дополнительно на вход подаются правила, соответствующие предпочтениям конечного пользователя метаданных, какие объекты и зависимости нужно отфильтровать. Оптимальным вариантом представления этих правил является набор из 3 серий:

- 1) для источников данных, на которые ссылался разбираемый код;
- 2) для самих объектов, которые были найдены в коде, а также для имён разобранных процедур и функций;
- 3) для конечных узлов применения данных - например, таблиц, полей, баз данных, документов, в которых разобранные процедуры и функции изменяли данные.

В каждой серии может содержаться совокупность правил, которые могут быть выражены в виде:

- 1) предикатов: "начинается с ...", "оканчивается ...", "содержит ...", "дата создания от ... до ...", "принадлежит ..." и др. и логических операторов с ними;
- 2) регулярных выражений, по которым можно наиболее гибко настраивать фильтруемые имена;
- 3) набора "атрибут - диапазон значений".

Поскольку правила определяются предпочтениями конечного пользователя, детализации подлежат такие вопросы как: удобные форматы выражения правил для инструмента, способы хранения множества наборов правил от разных конечных пользователей и доставки этих наборов до инструмента, который может выполнять работу как непосредственно на клиентских версиях программ визуализации данных, так и на удалённых серверах.

Архитектура проектируемой системы имеет следующий вид (рисунок 2).

На текущий момент необходимы исследования для модулей (инструментов) обработки метаданных и их анализа. Функции, которыми должны обладать данные модули:

- Для модулей обработки метаданных:
  - Разбор основных метаданных о базах данных, схемах, таблицах, полях, хранимых процедурах и запросах;
  - Синтаксический разбор запросов SQL с выделением фигурирующих объектов и связей между ними;
- Для модулей анализа метаданных:
  - Настройка правил фильтрации метаданных по требованиям пользователя: связи с объектами, диапазон значений атрибутов;
  - Оптимальный поиск и выдача метаданных, удовлетворяющих заданным правилам.

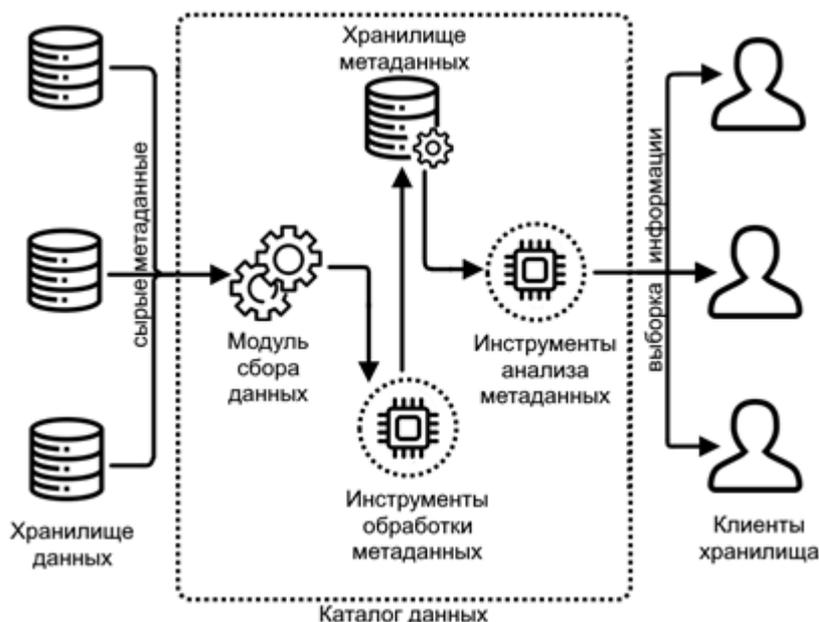


Рисунок 2. Схема каталога данных на уровне модулей

В рамках данного исследования представлена проблематика создания каталога данных и детализировано строение данной системы, обозначены функциональные требования к недостающим элементам системы. Решение проблемы каталога данных состоит в детальном исследовании устройства недостающих элементов через проектирование их архитектуры и разработку полноценного прототипа этих элементов, который может быть интегрирован впоследствии в настоящие бизнес-проекты. Проектирование и разработка каталога данных на основе имеющихся средств являются актуальными задачами, а потенциальный продукт необходим как руководству компаний, так и командам аналитики, задействованных в бизнес-процессах.

## Выводы

Бизнес-компании нуждаются в системах, позволяющих вести управление и учёт всех данных в хранилищах. На текущий момент на рынке присутствует небольшое число программных аналогов, лишь частично удовлетворяющих потребности руководства и аналитиков данных в компаниях. Исследование показало, что необходимый функционал системы может быть разработан при использовании имеющихся аналогов с проектированием отдельных компонентов, для которых определены функциональные требования и область дальнейших исследований.

## Литература

1. Конференция «Качество данных 2020» [Электронный ресурс] / «Качество данных 2020»: официальный WEB-сайт конференции. URL: <https://www.osp.ru/iz/dataquality2020> (Дата обращения: 6.01.2024)
2. What is data governance and why does it matter? [Электронный ресурс] / TechTarget: Practical, pre-purchase technology insight. URL: <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/data-governance> (Дата обращения: 4.07.2023)
3. Митасов Р., Пичугин Д. Как мы в Тинькофф Data Catalog создавали [Электронный ресурс] / Highload++ Foundation: крупнейшая профессиональная конференция для разработчиков высоконагруженных систем. URL: <https://highload.ru/foundation/2022/abstracts/8105> (Дата обращения - 6.01.2024)
4. A Single Place to Discover, Collaborate and get your Data Right [Электронный ресурс] / OpenMetadata: The Best Open Source Data Catalog Solution. URL: <https://open-metadata.org/> (Дата обращения: 4.07.2023)
5. Arenadata Catalog [Электронный ресурс] / ДатаКаталог: правообладатель Arenadata Catalog. URL: <https://arenadc.io/#product> (Дата обращения: 4.07.2023)

## СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

UDC 004

### NEW FUZZY APPROXIMATE REASONING METHOD BASED ON KSI PRINCIPLE AND ITS APPLICATION

### НОВЫЙ МЕТОД ДЕДУКЦИИ НЕЧЁТКОЙ АППРОКСИМАЦИИ, ОСНОВАННЫЙ НА ПРИНЦИПАХ KSI, И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Son-II KWAK<sup>1</sup>, Ok-Sim RI<sup>2</sup>, Chol-Man NAM<sup>1</sup>, Hyok-Gi CHAE<sup>3</sup>

“<sup>1</sup> Faculty of Information Science, **Kim Il Sung** University”,  
Pyongyang, DPR Korea

“<sup>2</sup> Faculty of Foreign Languages and Literature, **Kim Il Sung** University”,  
Pyongyang, DPR Korea

“<sup>3</sup> Faculty of Information Science, Pyongyang University of Computer Technology”,  
Pyongyang, DPR Korea

Квак Сон Ир<sup>1</sup>, Ли Ок Сим<sup>2</sup>, Нам Чхоль Ман<sup>1</sup>, Чхэ Хёк Ги<sup>3</sup>

«<sup>1</sup>Преподаватель факультета информационных наук, Университет  
имени **Ким Ир Сена**» г. Пхеньян, КНДР

«<sup>2</sup>Преподаватель факультета иностранных языков и литератур, Университет  
имени **Ким Ир Сена**» г. Пхеньян, КНДР

«<sup>3</sup>Учебный сотрудник аспирантуры, Пхеньянский институт компьютерных  
технологий» г. Пхеньян, КНДР

e-mail: gfstcn@126.com, gfstk@star-com.net.kp

**Abstract.** In this paper we proposed a novel original method of fuzzy approximate reasoning that can open a new direction of research in the uncertainty inference. Firstly, our proposed method is based on KSI principle, concretely, an extended distance measure (EDM) by the least common multiple. The proposed fuzzy approximate reasoning method based on a least common multiple is an inference one for the fuzzy system with discrete fuzzy set vectors of equal or different dimensions between the antecedent and consequent of fuzzy rule. We call it the EDM method. Secondly, in this paper we proposed and proved four theorems with respect to information loss. In other words, we pointed out that our proposed method EDM has no information loss, whereas the previous methods have some information loss compared with our proposed method. Next, we apply the proposed method to rocket control problem. The theoretical and experimental results highlight that our proposed EDM is comparatively clearer and more effective, and conforms better with human thinking than the previous fuzzy reasoning methods. We pointed

out that our proposed method EDM has not only higher reductive property but also higher fuzzy controllability than the previous fuzzy reasoning methods.

**Аннотация.** В этой статье мы предложили новый оригинальный метод, который может открыть новое направление исследования дедукции неопределённости искусственного интеллекта и вычислительного интеллекта. Во-первых, предложенный нами метод базируется на мерах дистанции, то есть на мерах расширенного расстояния наименьшим общим кратким. Предлагаемый метод дедукции нечёткой аппроксимации – это метод дедукции для нечёткой системы SISO с одинаковыми или различными в размерности дискретными нечёткими векторами в предварительной и заключительной части нечётких правил. Мы называем его методом EDM. Метод EDM состоит из двух частей: FMP-EDM и FMT-EDM. Во-вторых, в данной статье мы предложили и доказали 4 теоремы в отношении информационной потери. Таким образом, подтвердили, что предложенный нами метод не имеет информационной потери, а в предыдущих методах CRI, TIP, QIP и AARS имеется определённая потеря информации. В-третьих, в статье дали сравнение восстановимости предлагаемого нами метода и предыдущих методов на основе методов нечёткого подтверждения и нечёткого отрицания. Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что предлагаемый метод нечёткого приближения EDM является недвусмысленным и эффективным методом, ближе подходит к человеческому мышлению по сравнению с предыдущими методами дедукции нечёткой аппроксимации. В-четвёртых, в статье мы предложили и доказали 6 теорем о возможности нечёткой управляемости предлагаемого метода EDM и предыдущих методов, основанных на нечётких отношениях. Мы выяснили, что предлагаемый нами метод имеет не только более высокую восстановительную способность, но и лучшую возможность управления, чем в предыдущих методах.

**Key words:** SISO Fuzzy System, Fuzzy Approximate Reasoning, extended distance measure (EDM), Least Common Multiple, Fuzzy Modus Ponens, KSI Principle, Reductive Property, Information Loss.

**Ключевые слова:** нечёткая система SISO, дедукция нечёткой аппроксимации, наименьшее общее краткое, метод нечёткого подтверждения, метод нечёткого отрицания, восстановимость, ПРИНЦИП KSI, информационная потеря.

### **Proposed Fuzzy Approximate Reasoning Method**

In this section, we propose a kind of distance measure based on fuzzy approximate reasoning method in SISO fuzzy system with discrete fuzzy set vectors of different dimensions. Unlike the traditional method [1, p. 1182–1191], this paper uses an extended distance measure (EDM) based on KSI principle [3, p. 17–34], [4, p. 73–89], [5, p. 257–283]. In short, this method is called EDM.

Generally, well known fuzzy reasoning method by the fuzzy modus ponens presented in [4, p. 73–89] is expressed as follows.

Rule; *if x is A then y is B*, Premise: *x is A\**, Conclusion: *y is B\** (1)

Where  $A^* \in F(X)$ ,  $A \in F(X)$  are fuzzy sets defined in the universe of discourse  $X$ ,  $B^* \in F(Y)$ ,  $B \in F(Y)$  are fuzzy sets defined in the universe of discourse  $Y$ .

This paper deals with the case of  $u \neq v$  when the element number of the antecedent is  $u$  and the element number of the consequent is  $v$ . Based on KSI principle [3, p. 17–34], [4, p. 73-89], [5, p. 257–283], a novel approximate reasoning method for SISO fuzzy system with discrete fuzzy set vectors of different dimensions is described in the following stages.

**Stage 1;** Compute the extended fuzzy row vectors. Let  $u, v$  be all real integer indexes, then the extended fuzzy sets of the antecedent  $A$ , the given premise  $A^*$  and the consequent  $B$ , i.e., the least common multiple fuzzy vectors  $\tilde{A}$ ,  $\tilde{A}^* = \{\tilde{A}_l^*\}$ ,  $\tilde{A}_l^* = [a_{1l}^*, \dots, a_{rl}^*, \dots, a_{\Theta l}^*]$   $l=1, 2, \dots$ , and  $\tilde{B}$  with the index  $\Theta = edm(u, v)$  are calculated as the following, respectively.

$$\tilde{A} = \left[ \begin{array}{cccccc} a_1 & a_2 & \dots & a_r & \dots & a_{\Theta-1} & a_{\Theta} \\ x_1 & x_2 & \dots & x_r & \dots & x_{\Theta-1} & x_{\Theta} \end{array} \right] \quad (2)$$

$$\tilde{A}_l^* = \left[ \begin{array}{cccccc} a_{1l}^* & a_{2l}^* & \dots & a_{rl}^* & \dots & a_{(\Theta-1)l}^* & a_{\Theta l}^* \\ x_1 & x_2 & \dots & x_r & \dots & x_{\Theta-1} & x_{\Theta} \end{array} \right] \quad (3)$$

$$\tilde{B} = \left[ \begin{array}{cccccc} b_1 & b_2 & \dots & b_r & \dots & b_{\Theta-1} & b_{\Theta} \\ y_1 & y_2 & \dots & y_r & \dots & y_{\Theta-1} & y_{\Theta} \end{array} \right] \quad (4)$$

**Stage 2;** Compute the distance measure  $EDM(\tilde{A}_l^*, \tilde{A})$  by the least common multiple. Where index  $l=1, 2, \dots$  means the number of the given premise fuzzy set, and  $\Theta = edm(u, v)$  is the least common multiple of  $u$  and  $v$ . The extended distance measure  $EDM(\tilde{A}_l^*, \tilde{A})_{\Theta}$ , ( $\Theta = edm(u, v)$ ) is calculated as follows.

$$EDM(\tilde{A}_l^*, \tilde{A})_{\Theta} = \left[ \frac{1}{\Theta} \sum_{r=1}^{\Theta} [a_{rl}^* - a_r]^2 \right]^{1/2}, \text{ for FMP} \quad (5)$$

**Stage 3;** Compute the sign vectors  $\tilde{P}_l$  by the difference  $dif_{kl}$  of the given premise and the antecedent.

$$dif_{kl} = a_{kl}^* - a_k, (k = \overline{1, edm(u, v)}, l = 1, 2, \dots) \quad (6)$$

$$\tilde{P}_l = [\tilde{P}_{1l}, \tilde{P}_{2l}, \dots, \tilde{P}_{kl}, \dots], k = \overline{1, edm(u, v)}, l = 1, 2, \dots \quad (7)$$

$$P(+1, 0, -1) \text{ form; } \tilde{P}_{kl} = \text{sign}(dif_{kl}) = \begin{cases} +1, & dif_{kl} > 0 \\ 0, & dif_{kl} = 0 \\ -1, & dif_{kl} < 0 \end{cases}, \text{ for FMP-EDM} \quad (8)$$

$$P(+1, -1) \text{ form; } \tilde{P}_{kl} = \text{sign}(dif_{kl}) = \begin{cases} +1, & dif_{kl} \geq 0 \\ -1, & dif_{kl} < 0 \end{cases}, \text{ for FMP-EDM} \quad (9)$$

**Stage 4;** Compute the vectorialized distance measure  $\tilde{C}_l$  since the extended distance measure  $EDM(\tilde{A}_l^*, \tilde{A})_{\Theta}$  with an index  $\Theta = lcm(u, v)$  is a scalar.

$$\tilde{C}_l = EDM(\tilde{A}_l^*, \tilde{A})_{\Theta} \times \tilde{P}_l, \Theta = lcm(u, v) \quad (10)$$

**Stage 5;** Obtain the quasi–quasi–approximate reasoning results.  $\tilde{B}_l^{**}, l=1, 2, \dots$  for FMP–EDM.

$$\tilde{B}_l^{**} = \begin{cases} \tilde{B}_l + \tilde{C}_l, & \text{if Case 1, 2, and 3} \\ 1 - \tilde{B}_l + \tilde{C}_l, & \text{if Case 4} \\ s.t. \tilde{B}_l + \tilde{C}_l, & \text{if Case 5} \end{cases} \quad (11)$$

**Stage 6;** Select the quasi–approximate reasoning results  $B_l^{**}, l=1, 2, \dots$  from the quasi–quasi–approximate reasoning results  $\tilde{B}_l^{**}$  for indexes  $k = \overline{1, edm(u, v)}$ .

$$\tilde{B}_l^{**} \rightarrow B_l^{**}, \text{ i.e., } [\tilde{b}_{lk}^{**}]_{\Theta \times 1} \rightarrow [b_{lq}^{**}]_{\nu \times 1} \quad (12)$$

Since the index  $\Theta = edm(u, v) = u \cdot m_1 = v \cdot m_2$ , so  $b_{lq}^{**} = \tilde{b}_{l, (q \cdot m_2)}^{**}$

**Stage 7;** Solve the individual approximate reasoning result  $B_l^*$  from the quasi–approximate reasoning results  $B_l^{**}$ .

$$B_l^* = (B_l^{**} - \eta_l) / (\xi_l - \eta_l), l = 1, 2, \dots \quad (13)$$

$$\xi_l = \max B_l^{**}, \quad \eta_l = \min B_l^{**}, l = 1, 2, \dots \quad (14)$$

**Stage 8;** For the SISO fuzzy system with discrete fuzzy set vectors of different dimensions, the final approximate reasoning result  $B^*$  according to the given premises for FMP–EDM is obtained as follows.

$$B^* = \{B_l^*\}, l = 1, 2, \dots \quad (15)$$

**Theorem 1.** For the SISO fuzzy system, if  $A^*(x) = A(x) \subseteq F(X), x \in X$ , and is applied to FMP–EDM, then the reasoning result  $B^*(y) \subseteq F(Y), y \in Y$  is the consequent  $B(y) \subseteq F(Y), y \in Y$ , thereby the reductive property is completely satisfied. Where  $F(X), F(Y)$  are all the fuzzy subsets on the universe of discourse  $X, Y$ , respectively. (The proof is abbreviated.)

**Theorem 2.** For the SISO fuzzy system, the proposed fuzzy reasoning method FMP–EDM has no information loss. (The proof is abbreviated.)

### Application of the Proposed EDM Method to Rocket Control

In this section we adopt the proposed fuzzy approximate reasoning method based on EDM to MISO T-S fuzzy system and point out a learning algorithm of fuzzy neural network, and then show the application example of the rocket control problem [4, p. 73-89], [5, p. 257–283]. The model of MISO T-S fuzzy system which have n rules can be defined as the formula (16).

$$R_j : \text{if } x_1(k) \text{ is } A_{j1} \quad x_2(k) \text{ is } A_{j2} \cdots x_s(k) \text{ is } A_{jm} \quad (16)$$

$$\text{then } y_j(k) = \lambda_{j0}(k) + \lambda_{j1}(k) \cdot x_1(k) + \cdots + \lambda_{ji}(k) \cdot x_j(k) + \cdots + \lambda_{jm}(k) \cdot x_m(k)$$

, where  $A_{ji}$  is  $i^{th}$  antecedent fuzzy set in the  $j^{th}$  fuzzy rule and  $\lambda_{j0}(k), \lambda_{ji}(k)$  are the coefficients of linear function that constructs the consequent ( $i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n, k=1, 2, \dots$ ). Without losing the generality, suppose that the input of the fuzzy system is the crisp values.

The fuzzy reasoning method of MISO T-S fuzzy system based on the distance metric is described as follows.

**Step 1:** The extended distance measure,  $EDM_{ji}(k), i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n$ , which are based on the proposed method between the center of antecedent fuzzy set and the fuzzy sets of input information of the fuzzy rule that is shown by the formula (17) is computed as follows.

$$EDM_{ji}(k) = \begin{cases} \frac{(x_i^0(k) - x_{ji}^c(k))}{(x_{ji}^r(k) - x_{ji}^c(k))}, & x_{ji}^r(k) > x_i^0(k) \geq x_{ji}^c(k) \\ \frac{(x_{ji}^c(k) - x_i^0(k))}{(x_{ji}^c(k) - x_{ji}^l(k))}, & x_{ji}^l(k) < x_i^0(k) < x_{ji}^c(k) \\ 1, & x_i^0(k) \leq x_{ji}^l(k) \text{ or } x_{ji}^r(k) \leq x_i^0(k) \end{cases} \quad (17)$$

, where  $x_{ji}^c(k), x_{ji}^r(k), x_{ji}^l(k)$  denote the center, left-border and right-border of fuzzy set  $A_{ij}$  and  $x_i^0(k)$  is the input value of the  $i^{th}$  input variable.

**Step 2:** The extended distance measure of the  $j^{th}$  ( $j=1,2,\dots,n$ ) fuzzy rule,  $EDM_j(k)$  is defined as follows.

$$EDM_j(k) = 1 - \frac{1}{m} [EDM_{j1}(k) + EDM_{j2}(k) + \dots + EDM_{jm}(k)], \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (18)$$

, where the symbol "+" denotes the addition operator.

**Step 3:** Construct the fuzzy rule subset,  $I_{act}(k)$ , and let it participate in the computation of the reasoning result.

$$I_{act}(k) = \{j \mid EDM_j(k) \geq \varepsilon, 1 \leq j \leq n\} \quad (19)$$

, where the parameter  $\varepsilon \in [0,1]$  is a threshold, which is already defined by designer, it makes the fuzzy rules, which are not confirmed with input, not participating in the computation of the reasoning result.

**Step 4:** The final reasoning result of T-S Fuzzy System,  $y^0(k)$  is computed according to the formula (20).

$$y^0(k) = \frac{1}{\sum_{j \in I_{act}} EDM_j(k)} \sum_{j \in I_{act}} EDM_j(k) \cdot (\lambda_{j0}(k) + \lambda_{j1}(k) \cdot x_1(k) + \dots + \lambda_{ji}(k) \cdot x_j(k) + \dots + \lambda_{js}(k) \cdot x_m(k)) \quad (20)$$

where  $\lambda_{ji}(k)$  is the connection weight of neural network and  $k$  is the time. As shown by the structure of the neural network, the output of the neural network corresponds to the output of the fuzzy reasoning on the T-S system expressed by the formula (21), which have two inputs. For the convenience of neural network learning, let us suppose that all the member functions of all are defined as Gaussian function antecedent fuzzy set. Then, the Gaussian member function in the left and right of the input information,  $x_i^0(k)$  has different parameters,  $\alpha_{ji}(k), \beta_{ji}^l(k)$  and  $\beta_{ji}^r(k)$ , and these parameters are the quantities which are gained from the fuzzy neural network learning.

$$\mu_{A_{ji}}(x_i(k)) = \begin{cases} \exp\left[-(x_i(k) - \alpha_{ji}(k))^2 / \beta_{ji}^l(k)\right], & \text{if } x_i^0(k) \geq x_i(k) \\ \exp\left[-(x_i(k) - \alpha_{ji}(k))^2 / \beta_{ji}^r(k)\right], & \text{if } x_i^0(k) < x_i(k) \end{cases} \quad (21)$$

Here, set the estimation function to the time  $k$  as the formula (22).

$$E(k) = \frac{1}{2}(y^d(k) - y^0(k))^2 \quad (22)$$

In the formula (21)  $\alpha_{ji}$  is the center of fuzzy set  $A_{ji}$  and  $\beta_{ji}^l(k), \beta_{ji}^r(k)$  are left and right width of  $A_{ji}$ . Then, in formula (22),  $y^0(k)$  is the reasoning output of fuzzy neural network and  $y^d(k)$  is the ideal output of neural network. By the learning of fuzzy neural network, the objective function  $E(k)$  defines the center, width of the antecedent member function and the coefficients of consequent linear function using gradients so that it has the minimum value.

$$\alpha_{ji}(k+1) = \alpha_{ji}(k) - \eta \left. \frac{\partial E(k)}{\partial \alpha_{ji}(k)} \right|_{\alpha_{ji} = \alpha_{ji}(k)} \quad (23)$$

$$\beta_{ji}^l(k+1) = \beta_{ji}^l(k) - \eta \left. \frac{\partial E(k)}{\partial \beta_{ji}^l(k)} \right|_{\beta_{ji}^l = \beta_{ji}^l(k)} \quad (24)$$

$$\beta_{ji}^r(k+1) = \beta_{ji}^r(k) - \eta \left. \frac{\partial E(k)}{\partial \beta_{ji}^r(k)} \right|_{\beta_{ji}^r = \beta_{ji}^r(k)} \quad (25)$$

$$\lambda_{ji}(k+1) = c_{ji}(k) - \eta \left. \frac{\partial E(k)}{\partial \lambda_{ji}(k)} \right|_{\lambda_{ji} = \lambda_{ji}(k)} \quad (26)$$

, where  $\eta$  is the rate of learning and it is the value given by designer according to the features of plant. It is also defined through several experiments or is automatically gained by other learning algorithm. We progress the learning experiment on the rocket control system applying the proposed EDM method to the fuzzy neural network system and compare it with Sugeno method. Using the proposed fuzzy neural network algorithm above, analyze the reasoning about the guided error distance of rocket control system and the failed situation and show it in Table 1. To represent the variance of data, use the mean squad error.

$$D = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P (y_p^*(k) - y_p(k))^2 \quad (27)$$

, where  $D$  is mean squad error,  $P$  is the number of patterns,  $y_p^*(k)$  is the value of ideal output and  $y_p(k)$  is the reasoning result of fuzzy neural network constructed in the thesis. In the experiment, we calculated the error distance of 10 simulation input values and set its average and variance, also the average and variance of the failed and succeeded situation in the attack of a target as the estimation quantities and then analyzed the result. Here, in case the rocket impacted in the range of about 1m of the target area, we define it successfully otherwise, in the case of out of the range of 1m, we define it as failure.

Table 1. The Analysis of error distance in the proposed and different fuzzy reasoning methods (m)

Number of experiments	Sum-Product [1]	Max-Min [2]	Proposed Method
1.	0.607 6	519.86	0.431 4
2.	0.036 9	0.775 0	0.348 9
3.	0.512 5	0.098 5	0.443 5
4.	0.060 8	0.402 6	0.262 5
5.	0.670 8	0.751 8	0.028 8
6.	140.480	0.334 2	0.572 3
7.	0.200 1	0.679 4	0.455 6
8.	0.374 6	0.381 6	0.371 9
9.	0.097 8	0.106 6	0.606 9
10.	0.288 5	0.043 9	0.018 5

Table 1 shows that the proposed method makes much less error than the previous ones at the time of the target attack by rocket.

Table 2. Analysis of the feature values in the proposed and different fuzzy reasoning methods

Feature values	Sum-Product [1]	Max-Min [2]	Proposed Method
Average	14.333	52.343	0.354 0
Variance	1 964.6	26 984	0.040 3
Failed Situation	1	1	0
Average of succeed cases	0.316 6	0.397 0	0.354 0
Variance of succeed cases	0.057 2	0.081 4	0.040 3

Also Table 2 shows that the proposed method has higher control performance than the previous ones when it is applied to the rocket control system. According to the result of analysis, we verified that the control system using the proposed method has less average, variance, failure probability than the previous ones and so it is more effective.

## Findings

Firstly, in this paper we proposed a novel original method of fuzzy approximate reasoning that can open a new direction of research in the uncertainty inference of AI and CI, which is based on KSI principle. Secondly, we proposed and proved 2 theorems with respect to the reductive property and information loss.

Thirdly, we applied the proposed method to the rocket control problem. The theoretical and experimental results show that our proposed EDM is comparatively clearer and more effective, and conforms better with human thinking than the previous fuzzy reasoning methods.

## References

1. Mamdani E. H., 1977. Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic systems. *IEEE Transactions on Computers*, 26, p. 1182–1191.
2. L. Zhang, 2007. Fuzzy controllers based on optimal fuzzy reasoning for rocket terminal guidance, 45th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, AIAA-2007-0464, p. 1-6.
3. Son-Il KWAK, Un-Sok RYU, Kum-Ju KIM, and Myong-Hye JO, 2019. A fuzzy reasoning method based on compensating operation and its application to fuzzy systems, *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 16(3), p. 17–34
4. Son-Il KWAK, Un-Ha KIM, Kum-Ju KIM, Il-Myong SON, and Chong-Han RI, 2020. Fuzzy Reasoning Method Based on Distance Measure and its Reductive Property, *WSEAS Transactions on Computer Research*, 8, p. 73-89.
5. Chung-Jin KWAK, Kwang-Chol RI, Son-Il KWAK, Kum-Ju KIM, Un-Sok RYU, O-Chol KWON, and Nam-Hyok KIM, 2021. Fuzzy Modus Ponens and Tollens based on Fuzzy Moving Distance in SISO Fuzzy System, *Romanian Journal of Information Science and Technology*, 24(3), p. 257–283.

UDC 004.056

## PERFORMANCE IMPROVEMENT OF DDoS ATTACK DETECTION MODEL USING FEEDFORWARD NETWORKS AND SPARSE AUTOENCODERS EMPLOYED STANDARD DEVIATION PENALTY TERM

## УЛУЧШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МОДЕЛЕЙ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ DDoS АТАК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕДКИХ АВТО-КОДИРОВОК И ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ СЕТЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ К СТАНДАРТНЫМ ШТРАФАМ

Myong Suk Pak, Jin Ung Kim, Yong Gol Jo, Chol Jin Hwang,  
Faculty of Information Science,  
“**Kim Il Sung** University”, Pyongyang, DPR Korea  
Пак Мён Сук, Ким Чжин Ын, Чо Ён Голь, Хван Чхоль Чжин  
Факультет информационной науки,  
«Университет имени **Ким Ир Сена**» г. Пхеньян, КНДР

e-mail: [gfstcn@126.com](mailto:gfstcn@126.com), [gfstk@star-com.net.kp](mailto:gfstk@star-com.net.kp)

**Abstract.** In this paper, we propose a new way to construct a high-performance DoS attack detection model, that has a sparse autoencoder and a feedforward neural network with the Standard Deviation Penalty (SDP) term. The proposed methods were evaluated on the DoS-NSL-KDD training and test data set generated from the NSL-KDD data set, which showed the best performance in a network structure of 109-75-50-25-2 and did not drop out at each layer of the FFNs. Compared with previous methods, our work showed better accuracy on the less DoS-NSL-KDD dataset than the NSL-KDD data set. We have demonstrated that using a sparse autoencoder and a feedforward neural network with the standard deviation penalty term, it has higher validation accuracy than the previous method, and that the new weight regularizer, network structure and hyperparameters designed differently from the previous method make good results. It was also shown that the maximum validation accuracy of the DoS attack detection model is the highest when using feedforward neural network with standard deviation penalty term, but in the aspect of stability, it is better to use sparse autoencoder with SDP.

**Аннотация.** В этой статье мы предложили методы построения высокопроизводительной модели обнаружения атаки DOS с использованием редких авто-кодеров и положительной связи нервных сетей с использованием стандартных штрафных условий. Предлагаемые методы были оценены в отношении набора обучения и тестирования данных Dos-NSL-KDD, полученных из набора обучения и тестирования NSL-KDD. На этом наборе данных было бы разумно иметь сетевую структуру 109-75-50-25-2, и было бы более эффективным, чтобы не применять разбрасывание в каждом слое положительной связи нервных сетей, и, хотя количество этих наборов обучения и тестирования DOS-NSL-KDD было меньше, чем количество наборов данных обучения и тестирования NSL-KDD, было выше, чем предыдущие методы проверки. Мы проверили, что с использованием редких авто-кодеров и положительной связи нервных сетей с использованием стандартных штрафных термов, мы имеем более высокую точность проверки, чем в предыдущем методов, и что новые весовые регуляторы, сетевые структуры и гиперпараметры, разработанные в отличие от предыдущих методов, дают хорошие результаты. Кроме того, использование положительной связи нервных сетей, связанной с нейронной сетью, применяемой к стандартным штрафным термом, показывает лучшую точность максимальной проверки модели обнаружения DOS, но с точки зрения стабильности использование редких авто-кодеров, применяемых к стандартным штрафным термом.

**Keywords:** KDD, NSL-KDD, DoS Attack, Sparse Autoencoder, Weight Regularizer.

**Ключевые слова:** KDD, NSL-KDD, DoS атака, Редкий авто-кодер, весовой регулятор.

## Motivation and Contribution

Earlier Researchers did not mention why the neural network structure was 115-50-10-2. And they only considered the regularization method used for the pretraining of sparse autoencoder, and did not consider the loss function for the basic training of a fully connected network, when using sparse autoencoder. [1, P. 10-11] They also set the weight of the sparse penalty term used for the regularization of sparse autoencoder 1 and sparse autoencoder 2 to large values of 4 and 1, which contradicts the essence of the sparse autoencoder, where the encoder represents each neuron in the hidden layer of the input sample as a partition, and the sparse regularization plays a role in controlling this partitioning mode, so that the value must be small. Second, although the "service" feature field of string type contains a total of 70 values, it has been set to 64, and they have not detailed how the sample dataset of 2,401 is taken from the NSL-KDD test dataset.

Also, a regularization method is proposed for the case of multilayer feedforward neural network (FFN) and the case of variational autoencoder (VAE) and it is introduced in both models respectively, but the details of the equations (5), (6) representing the new proposed regularizer are not described exactly and how the variable autoencoder is used is not detailed.[2, P. 4-5] The validation accuracy of both models was estimated to be 94.7% and 93.3% using the UNSW-NB15 dataset, and the validation accuracy of both models was estimated to be 96.7% and 97.01% using the NSL-KDD dataset, whereas the accuracy of the model using the multi-layer feedforward neural network was estimated to be not higher than that using the variational autoencoder, in contrast to the case of using the UNSW-NB15 dataset. In addition, despite using small amounts of NSL-KDD training and test data sets, the dropout of the multilayer feedforward neural network was set to 0.5, which is strongly contradictory to the deep learning theory and application that the effect of dropout is reduced in the case of very few training data sets. Next, they only consider the regularization method used for pretraining of variational autoencoder when using VAE, and do not consider in detail what loss function is used for the learning of fully connected networks.

We design and evaluate DoS attack detection models that can be used to build a real DoS attack detection system in this paper.

### **Design and Method**

We propose a new regularizer design method, DoS attack detection system learning model, and preprocessing on NSL-KDD training and validation data sets.

#### 1) Preprocessing of data sets

In the NSL-KDD training and testing dataset, 28 features that affect DoS attack detection are selected, and they are expanded to 109-dimensional features, then normalized and used for training.

#### 2) New Regularizer design

In this paper, a detailed regularization method for the case of using a sparse autoencoder and a multilayer feedforward neural network is proposed.

- ① Using a sparse autoencoder with the standard deviation penalty term

○Regularization method applied to pretraining of sparse autoencoders.

The regularizer applied to the pretraining of a sparse autoencoder is the method of adding the mean square error (MSE) function to the penalty  $\Omega_{L_2}(w)$  for the  $L^2$  norm of the weight, the penalty  $\Omega_{L_1}(w)$  for the  $L^1$  norm of the weight, the sparsity penalty term  $\Omega_s(w)$ , and the standard deviation penalty term  $\Omega_{SD}(w)$ , and minimizing it.

$$E = E(w) + \lambda\Omega_{L_2}(w) + \mu\Omega_{L_1}(w) + \beta\Omega_s(w) + \gamma\Omega_{SD}(w) \quad (1)$$

$$E(w) = \frac{1}{2N} \sum_{n=1}^N E_n(w) = \frac{1}{2N} \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K (x_{kn} - \overline{x_{kn}})^2$$

$$\Omega_s(w) = \sum_{j=1}^{D_y} KL(\rho \parallel \hat{\rho}_j)$$

$$\Omega_{SD}(w) = \sum_{i=1}^r \sigma_i(w) = \sum_{i=1}^r \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (w_{ij} - \overline{w_i})^2} \quad (2)$$

In Eq. (1),  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  are the coefficients that control the strength of the  $L_2$  regularizer and  $L_1$  regularizer, the strength of the sparsity penalty term and the strength of the standard deviation penalty term.

In the sparsity penalty term  $\Omega_s(w)$  of Eq. (2),  $D_y$  represents the average of the small batch size,  $r$ ,  $m$  in the standard deviation penalty term  $\Omega_{SD}(w)$ , the number of rows and columns of the weight matrix, and  $\overline{w_i}$  represents the average of  $m$  weights  $w_{ij}$  of the  $i$  rows in the weight matrix.

Therefore, the standard deviation penalty term  $\Omega_{SD}(w)$  consists of the sum of the standard deviation  $\sigma_i(w)$  of the weight values of each row in the weight matrix.

By applying the standard deviation penalty term in Eq. (1), regularization can be achieved by restricting the weights to have different values.

○Regularizer used for basic learning of fully connected networks

The regularizer used in the fine tuning of a fully connected network is the method of adding the penalty  $\Omega_{L_2}(w)$  for the  $L^2$  norm of weight and the penalty  $\Omega_{L_1}(w)$  for the  $L^1$  norm of weight to the crossentropy loss function, the standard deviation penalty term  $\Omega_{SD}(w)$ , and minimizing this, as shown in Eq. (3).

$$E = E(w) + \lambda\Omega_{L_2}(w) + \mu\Omega_{L_1}(w) + \gamma\Omega_{SD}(w) \quad (3)$$

$$E(w) = -\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K d_{nk} \log y_k(x_n; w)$$

$$\Omega_{SD}(w) = \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^r \sigma_i(w)^{(l)} \quad (4)$$

② Using multilayer feedforward neural network with standard deviation penalty term

The regularizer used for training multilayer feedforward neural networks with standard deviation penalty term is as in Eq. (3) and Eq. (4).

The only difference is that  $\lambda$ ,  $\mu$  and  $\gamma$  are the hyperparameters that control the strength of  $L^2$  regularizer and  $L^1$  regularizer, and the strength of standard deviation penalty term,  $L$  in the standard deviation penalty term  $\Omega_{SD}(w)$  of Eq. (4) represents the number of layers (hidden layers and output layer) that constitute the multilayer feedforward neural network,  $l$  the number of layers, and  $\sigma_i(w)^{(l)}$  the standard deviation of the weight values of each row  $i$  in the  $l$  th layer weight matrix.

3) Design of DoS attack detection model

① With a sparse autoencoder

In the case of using of the sparse autoencoder, the DoS attack detection model includes three autoencoders, a pretraining step of a single layer network, and a basic training phase of a fully connected network. Using multilayer feedforward neural network with standard deviation penalty term.

② Using multilayer feedforward neural network with standard deviation penalty term

In the case of using multilayer feedforward neural network with standard deviation penalty term, the multilayer feedforward neural network is same as fully connected network, and the weights and biases of each layer are set randomly to perform the basic learning (fine control).

## Findings

To analyze the performance of the model, confusion matrix with the following parameters is used.

According to the validation analysis and evaluation for various network structures using the DoS-NSL-KDD dataset, the validation accuracy is the highest using 109-75-50-25-2 network structure with 3 sparse autoencoders. So we have used this structure in this paper.

The greater the effect of the dropout, the lower the maximum validation accuracy.

Table 1 shows the strengths of the regularizers that lead to the highest maximum validation accuracy, for the multilayer feedforward neural network with standard penalty terms and the sparse autoencoder without standard penalty terms, and the sparse autoencoder with standard penalty terms.

Table 1. Determination of strength of weight regularizers

No	Experimental classification (number of experiments)	$\mu$	$\lambda$	$\beta$	$\rho$	$\gamma$	validation accuracy (%)
1	Experimental 1 (180 times)	0.001	0.002	0	0	0.0004	95.10221
2	Experimental 2 (90 times)	0.001	0.001	0.4	0.035	0	94.94497
3	Experimental 3 (240 times)	0.001	0.002	0.2	0.05	0.0008	94.95661

From this table, we can see that the maximum validation accuracy of DoS attack detection model using sparse autoencoder without standard deviation penalty is 94.945%, the maximum validation accuracy of DoS attack detection model using multilayer feedforward neural network with standard deviation penalty term is 95.10%, and the maximum validation accuracy of DoS attack detection model using sparse autoencoder with standard deviation penalty term is 94.9566%. It is also found that the maximum validation accuracy of the DoS attack detection model is the highest when using multilayer feedforward neural network with standard deviation penalty term, but from the stability point of view, the sparse autoencoder with standard deviation penalty term is the better.

## References

1. Sandeep Gurung, Mirnal Kanti Ghose, Aroj Subedi, 2019. Deep Learning Approach on Network Intrusion Detection System using NSL-KDD Dataset, International Journal of Computer Network and Information Security, 3, P. 8-14.
2. Marwan Ali Albahar, Muhammad Binsawad, 2020. Deep Autoencoders and Feedforward Networks Based on a New Regularization for Anomaly Detection, Security and Communication Networks, Volume 2020, Article ID 7086367, P. 1-9.